

Книга 11. Часть 5-04. Магнитное поле Земли.

Колтовой Николай Алексеевич, koltovoi@mail.ru,

Все книги на сайте: <https://koltovoi.nethouse.ru>, Книги постоянно обновляются.

Если не удастся скачать книги с сайта, то они могут быть высланы по электронной почте.
Москва, 4 февраля 2020

Глава 1. Магнитное поле Земли. 2

- 1.0 Почему Земля имеет магнитное поле.
- 1.1 Магнитное поле у поверхности Земли.
- 1.2 Магнитные аномалии. Магниторазведка.
- 1.3 Магнитосфера Земли.
- 1.4 Вариации магнитного поля Земли.
- 1.5 Литература по земному магнетизму.

Глава 2. Приборы для измерения магнитного поля, магнитометры. 59

- 2.1 Разработчики магнитометров.
- 2.2 Различные модели магнитометров.
- 2.3 Измерение магнитного поля Земли.
- 2.4 Космические магнетометры.

Глава 3. Детекторы Естественного Импульсного Электромагнитного поля Земли. 99

- 3.1 Приборы для регистрации ЕИЭПЗ.
- 3.2 Применение метода ЕИЭПЗ.

Глава 4. Компас. 113

- 4.1 История изобретения магнитного компаса.
- 4.2 Стрелочные компасы.
- 4.3 Цифровые компасы.
- 4.4 Опыты с магнитной стрелкой.

Колтовой Н.А. Книга 11. Часть 5-04. Магнитное поле Земли. Москва. 2020. 142с. Аннотация. Приводится обзор работ по исследованию магнитного поля Земли. Рассматривается история изобретения компаса.

Koltovoy N.A. Volume 11. Part 5-04. Terrestrial magnetic field. Moscow. 2020. Abstract. The review of works on the study of the earth's magnetic field is given. The history of the invention of the compass is considered.

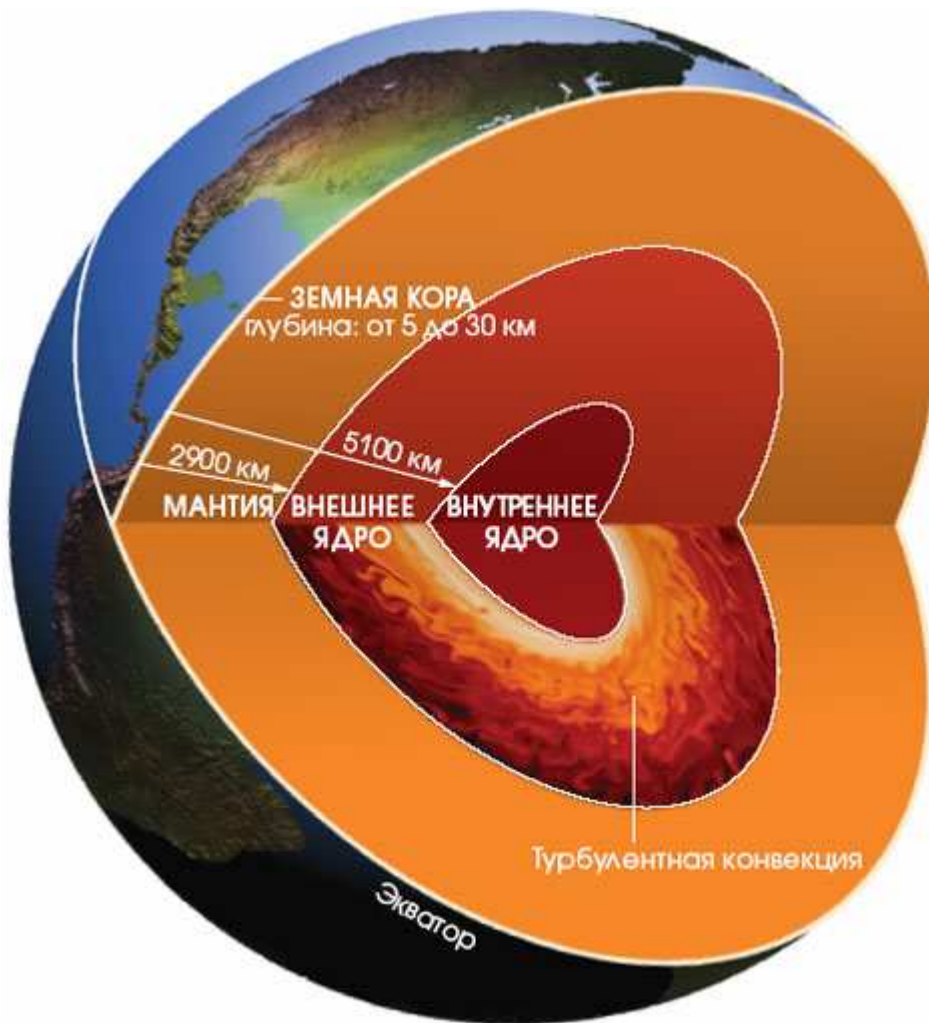
Книга 11. «Биолокация».

- Книга 11 (часть 1-01) -Биолокация.
 - Книга 11 (часть 1-02) -Биолокация в медицине.
 - Книга 11 (часть 2) -Инструменты для биолокации.
 - Книга 11 (часть 3) -Физическая биолокация.
 - Книга 11 (часть 4) -Биолокация за рубежом.
 - Книга 11 (часть 5-01) -Геопатогенные зоны.
 - Книга 11 (часть 5-02) -Аномальные зоны.
 - Книга 11 (часть 5-03) -Строение Земли.
 - Книга 11 (часть 5-04) -Магнитное поле Земли.
 - Книга 11 (часть 6) -Биолокация пирамид.
-

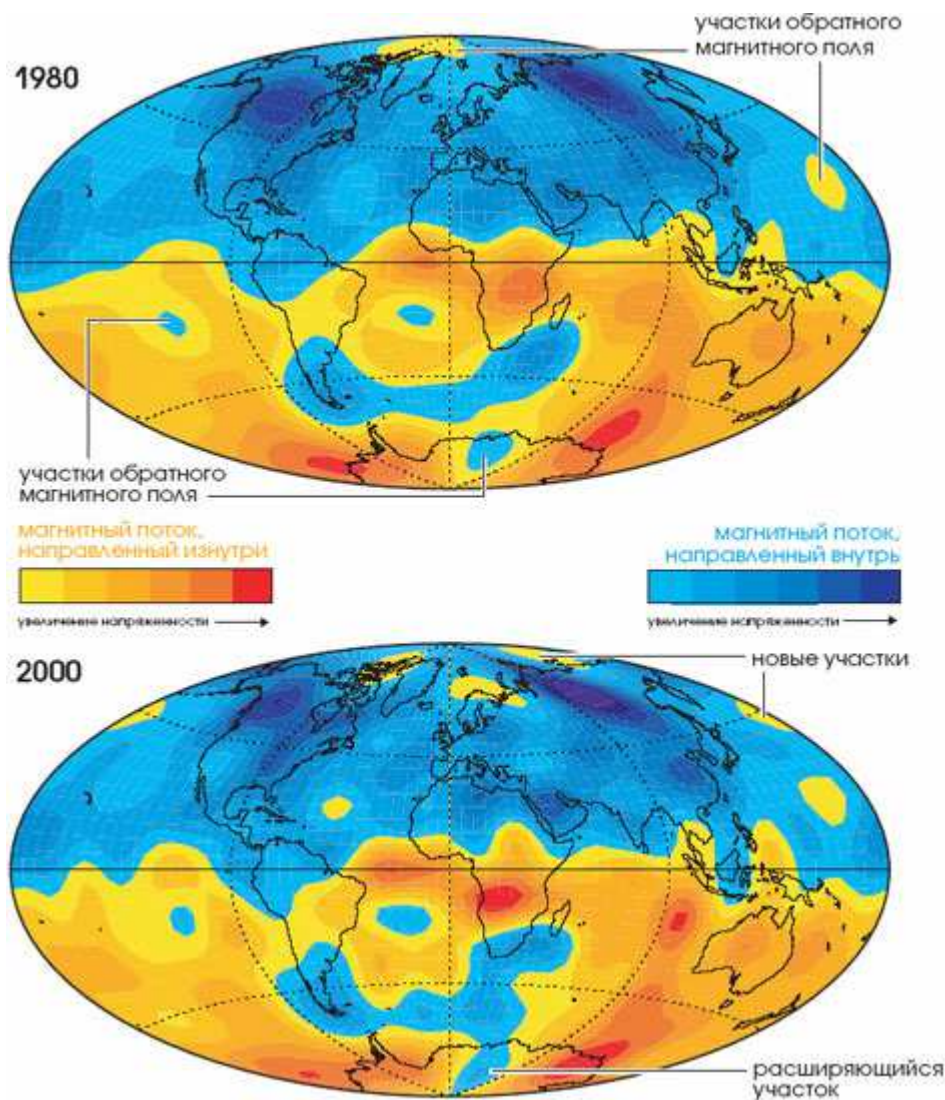
Глава 1. Магнитное поле Земли.

Дополнительные материалы находятся в книге 7. Часть 18. Биоритмы человека. Параграф 2.3
Суточные изменения геомагнитного поля Земли.

1.0 Почему Земля имеет магнитное поле.



Строение Земли.



Магнитное поле Земли.

Почему Земля магнит? <https://zen.yandex.ru/media/id/5a630d2c9b403c5442578563/pochemu-zemlia-magnit-obzor-treh-versii-5dbe7e1c028d6800ae52a1df>

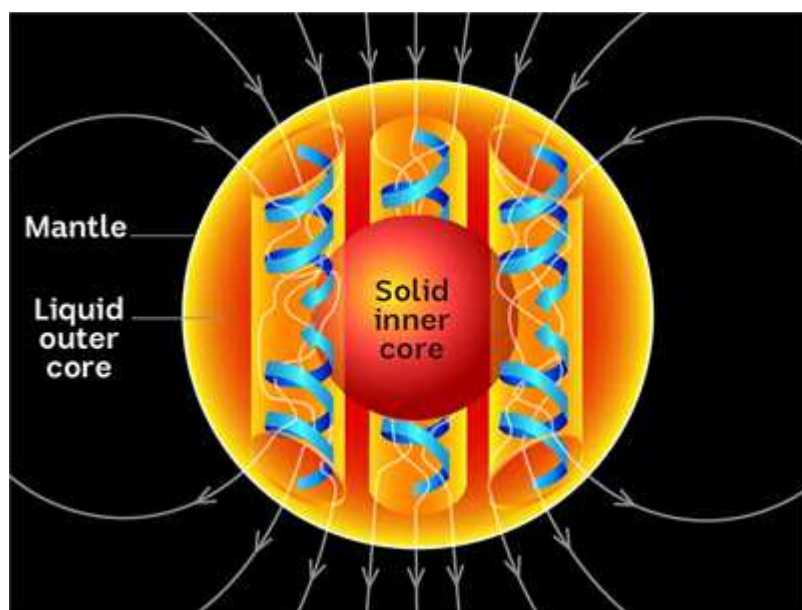
Теория магнитного поля Земли: механизм возникновения, структура, магнитные бури, переполаризация. <https://pandoraopen.ru/2010-04-14/teoriya-magnitnogo-polya-zemli-mexanizm-vozniknoveniya-struktura-magnitnye-buri-perepoliarizaciya/>

Гипотеза Я.И. Френкеля. Советский физик в 1947 году предложил гипотезу, согласно которой земное ядро находится в жидком состоянии, и состоит из хорошо проводящего материала - железа. В таком жидком ядре конечно должны возникнуть течения, то есть движения зарядов, а значит появятся электрические токи, намагничивающие Землю. Теория Френкеля опиралась на версию американца Эльзассера, который в 1939 году предположил существование в жидком земном ядре конвекционных термотокков, но была более совершенной. Выводы советского ученого получили свое развитие в дальнейшем.

Гипотеза динамомеханизма в жидком земном ядре.

Земля - сложная система. Это вращающийся толстостенный шар, стенки которого состоят из вещества мантии, а внутри заполнено расплавленной проводящей жидкостью, в которой находится твердое ядро. При вращении Земли внешний слой жидкого пласта немного отстаёт от вращающейся мантии, вследствие чего в этой проводящей жидкости возникают течения и потоки. Всю эту модель можно представить как динамо-машину (генератор). В слабом магнитном поле, создаваемом геомагнитными материалами, вращается замкнутый контур из

проводящей жидкости. В результате электромагнитной индукции в контуре возникает ток, создающий вокруг себя новое магнитное поле, которое складывается с изначальным и усиливает его. Кроме того, данная гипотеза позволяет объяснить смену магнитных полюсов.



Магнитное поле Земли.

1.1 Магнитное поле у поверхности Земли.

1.1.1 Магнитное наклонение. Изоклины.

Магнитное поле представляет собой вектор, оно имеет величину и направление в пространстве.

Магнитный компас измеряет направление проекции вектора магнитного поля на горизонтальную плоскость.

В среднем интенсивность магнитного поля Земли колеблется от 25 до 65 мкТл (0,25-0,65 Гс) и сильно зависит от географического положения. Это соответствует средней напряжённости поля около 0,5 Э (40 А/м). На магнитном экваторе её величина около 0,34 Э, у магнитных полюсов - около 0,66 Э. В некоторых районах (магнитных аномалий) напряжённость резко возрастает: в районе Курской магнитной аномалии она достигает 2 Э.

Магнитное наклонение (Magnetic dip) - угол, на который отклоняется стрелка под действием магнитного поля Земли в вертикальной плоскости. В северном полушарии указывающий на север конец стрелки отклоняется вниз, в южном - вверх. Для измерения магнитного наклонения используют **инклинатор**.

Для линий равного наклона (в частности, для изолиний магнитного наклонения) применяется термин **изоклина** (см. инклинатор).

Измерение магнитного наклонения.

1-Существуют магнетометры, которые измеряют три компоненты магнитного поля. Таким образом можно вычислить угол наклонения.

2-Магнитное наклонение можно измерить с помощью обычного компаса. Вначале ориентируем магнитный компас стрелкой на север. Затем повернем компас в вертикальной

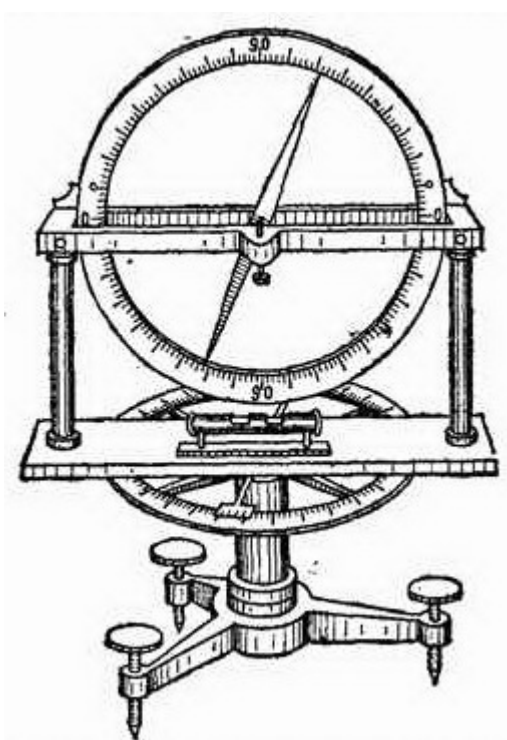
плоскости вокруг оси стрелки. Плоскость компаса станет вертикальной. Магнитная стрелка отклонится вниз на некоторый угол (в Северном полушарии). Это и будет угол наклона.

3-Инclinатор -прибор, служащий для измерения величины наклона силы земного магнетизма.

Первый инclinатор построен был в 1576 году Робертом Норманом (англ. Robert Norman)[1]. Конструкция его выглядела следующим образом. Магнитная стрелка была подвешена вертикально на горизонтальной оси в центре деленного круга, свободно поворачивающегося вокруг оси, проходящей вертикально по его диаметру. Плоскость вертикального круга устанавливалась в плоскости магнитного меридиана при помощи делений на горизонтальном круге, и по делениям вертикального круга отсчитывался угол, составляемый стрелкой с вертикальной линией, -то есть наклонение земного магнетизма.

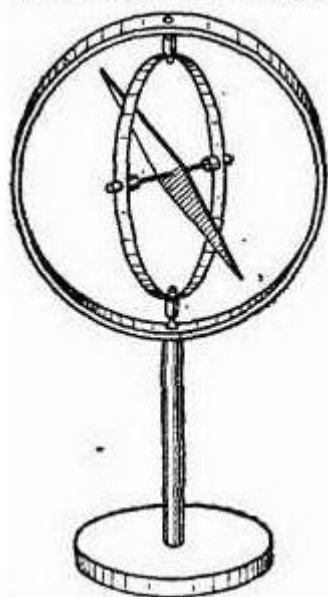
Для исключения ошибок, которые могут произойти от конструктивных несовершенств прибора, прибегали к приемам, указанным Гауссом (1841), а именно -повторяли определение несколько раз при повороте на пол-оборота вертикальном круге, перевёрнутой и перемагниченной стрелке. Для наблюдения и измерения небольших изменений наклона были придуманы более чувствительные «вариационные инclinаторы», например -магнитометр Ламона и весы Ллойда, дающие величину наклона не непосредственно, а в зависимости от вертикальной слагающей земного магнетизма. Также существовали инclinаторы, основанные на индукции токов в магнитном поле. Принцип этих приборов был указан впервые Вебером (земной индуктор). Рамка, обмотанная проволокой, вращалась вокруг вертикальной оси, проходящей по диаметру рамки. При вращении её в магнитном поле земли возбуждается ток, сила которого зависит от наклона оси прибора к направлению силы земного магнетизма. Установив ось вращения в плоскости магнитного меридиана, искали такой наклон этой оси, при котором в обмотке катушки не возбуждается токов; присутствие последних открывалось гальванометром; наклон оси прибора к вертикальной линии давал величину наклона. На этом принципе был основан прибор академика Г. Вильда -наиболее чувствительный из инclinаторов.

Инclinатор -прибор, служащий для измерения величины наклона силы земного магнетизма (см. Земной магнетизм). Первый инclinатор построен был в 1576 г. Норманом, и в главных чертах тип этого прибора сохранился до сих пор. Магнитная стрелка подвешена вертикально на горизонтальной оси в центре деленного круга, свободно поворачивающегося вокруг оси, проходящей вертикально по диаметру его. Плоскость вертикального круга устанавливают в плоскости магнитного меридиана при помощи делений на горизонтальном круге, и по делениям вертикального круга отсчитывают угол, составляемый стрелкой с вертикальной линией, -наклонение земного магнетизма. Для исключения ошибок, могущих произойти от конструктивных несовершенств прибора, прибегают к приемам, указанным Гауссом (1841), именно повторяют определение несколько раз при повороте на пол-оборота вертикальном круге, перевёрнутой и перемагниченной стрелке (см. Магнитные инструменты и Магнитные наблюдения). Для наблюдения и измерения небольших изменений наклона придуманы были более чувствительные «вариационные И.», например магнитометр Ламона и весы Ллойда, дающие, впрочем, величину наклона не непосредственно, а в зависимости от вертикальной слагающей земного магнетизма. Из целого ряда других способов и приборов, придуманных для определения инclinации, отметим, как наиболее замечательные, инclinаторы, основанные на индукции токов в магнитном поле. Принцип этих приборов был указан впервые Вебером (земной индуктор). Рамка, обмотанная проволокой, вращается вокруг вертикальной оси, проходящей по диаметру рамки. При вращении ее в магнитном поле земли возбуждается ток, сила которого зависит от наклона оси прибора к направлению силы земного магнетизма. Установив ось вращения в плоскости магнитного меридиана ищут такого наклона этой оси, при котором в обмотке катушки не возбуждается токов; присутствие последних открывается гальванометром; наклон оси прибора к вертикальной линии дает величину наклона. На этом принципе основан прибор академика Г. Вильда, наиболее чувствительный из существующих И. Энциклопедия Брокгауза и Ефрона.

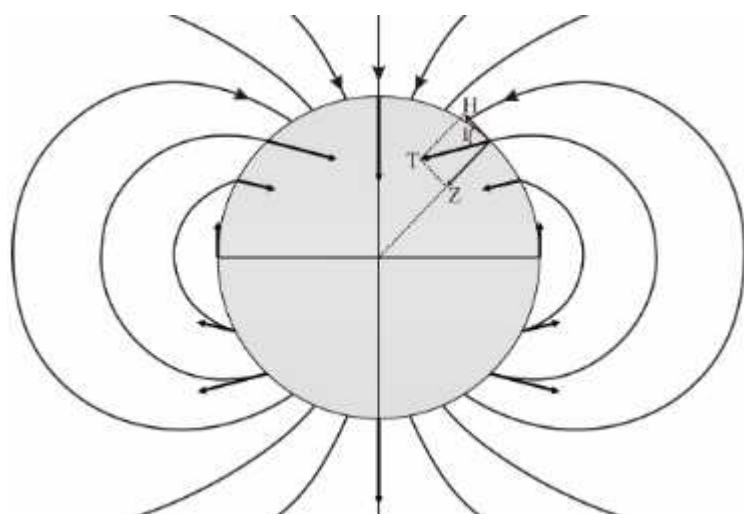
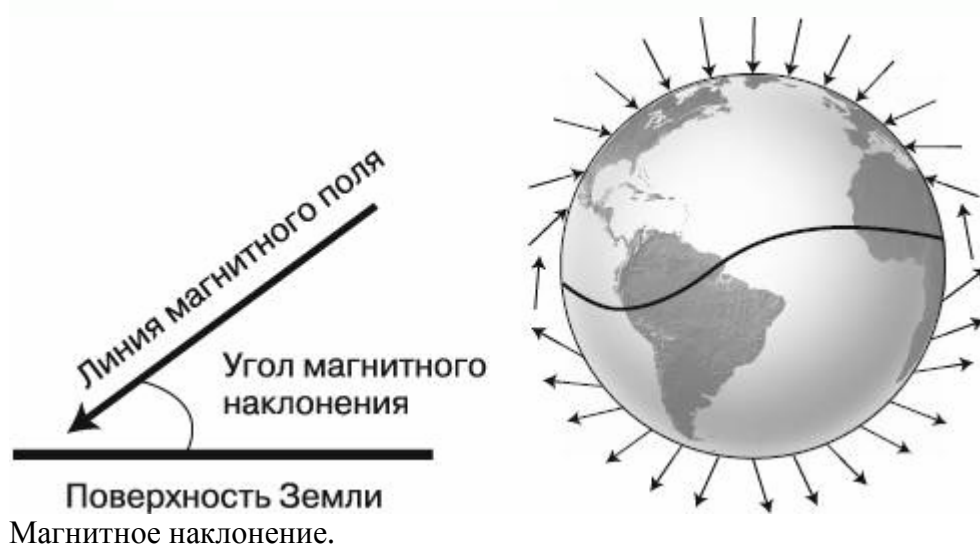
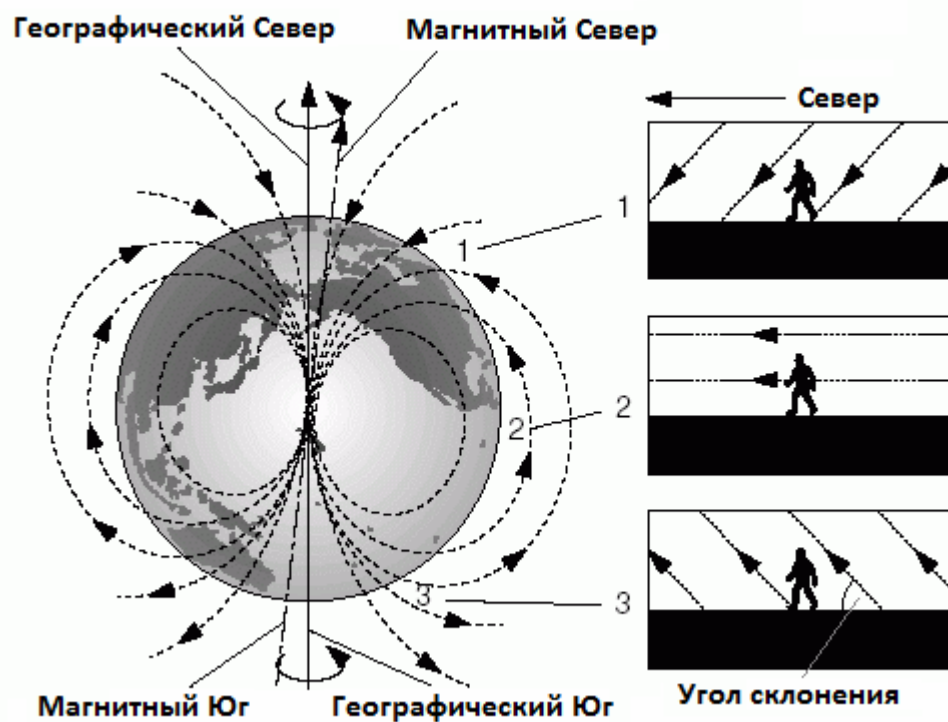


Инclinатор.

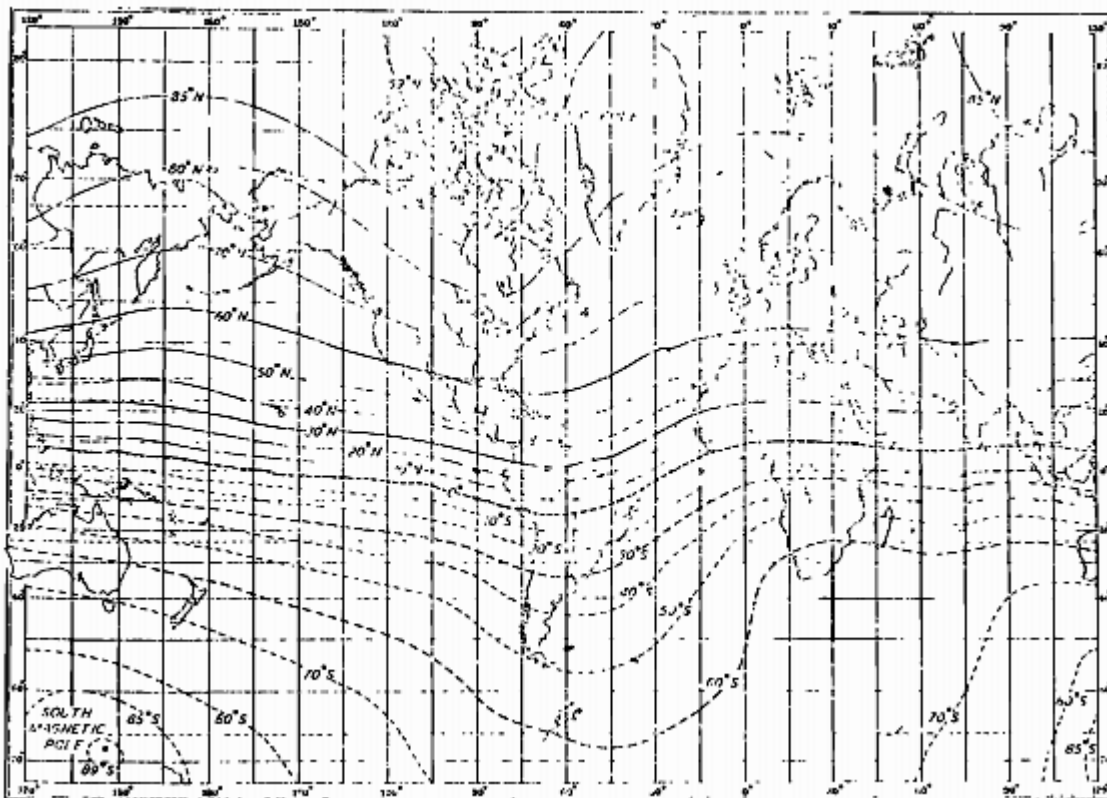
Наглядное представление о положении линий магнитной индукции поля Земли даёт магнитная стрелка, закреплённая таким образом, что может свободно вращаться и вокруг вертикальной, и вокруг горизонтальной оси (например, в кардановом подвесе), - в каждой точке вблизи поверхности Земли она устанавливается определённым образом вдоль этих линий.



Магнитная стрелка, укрепленная в кардановом подвесе, устанавливается по направлению магнитной индукции земного магнитного поля.



Магнитное поле Земли и распределение вектора Т на её поверхности.



Угол наклона между вектором магнитного поля и горизонтальной поверхностью земли.
Источник: Varian Instrument Handbook.

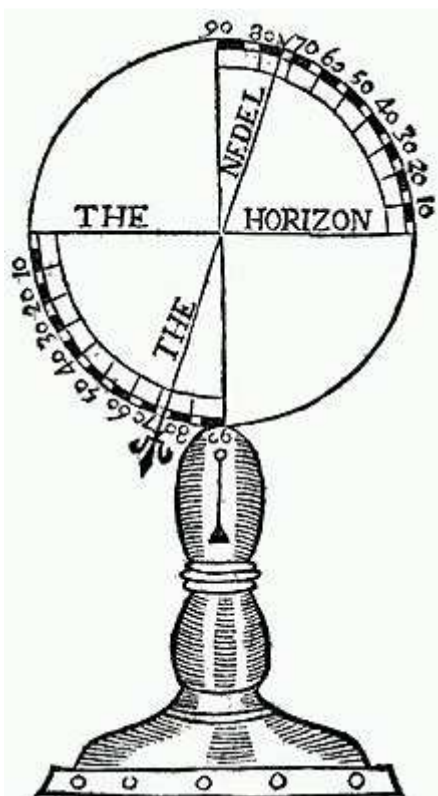
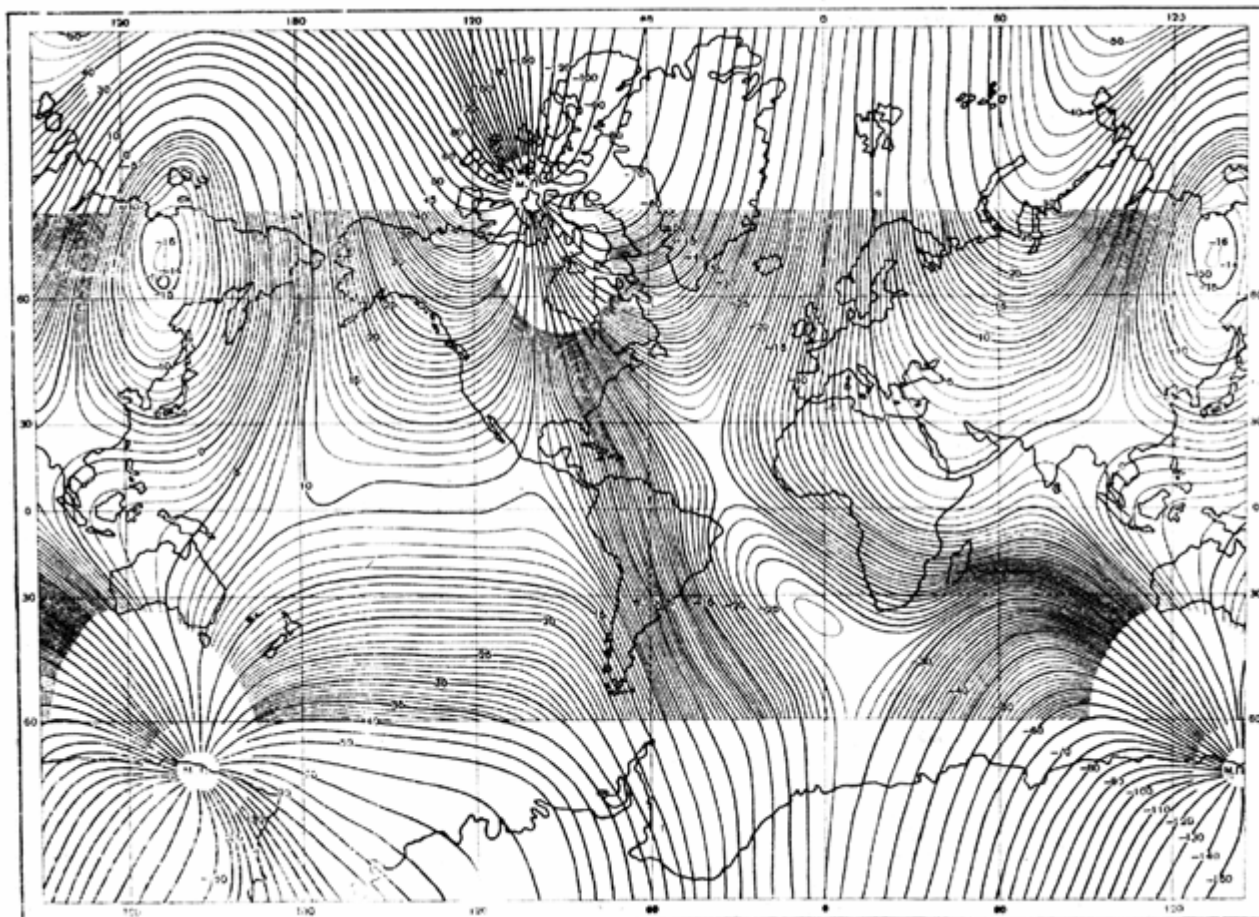
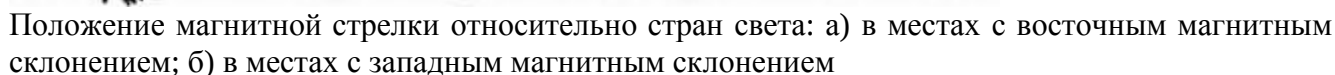


Иллюстрация «Магнитное наклонение» из книги Р. Нормана «The Newe Attractive» (1581).

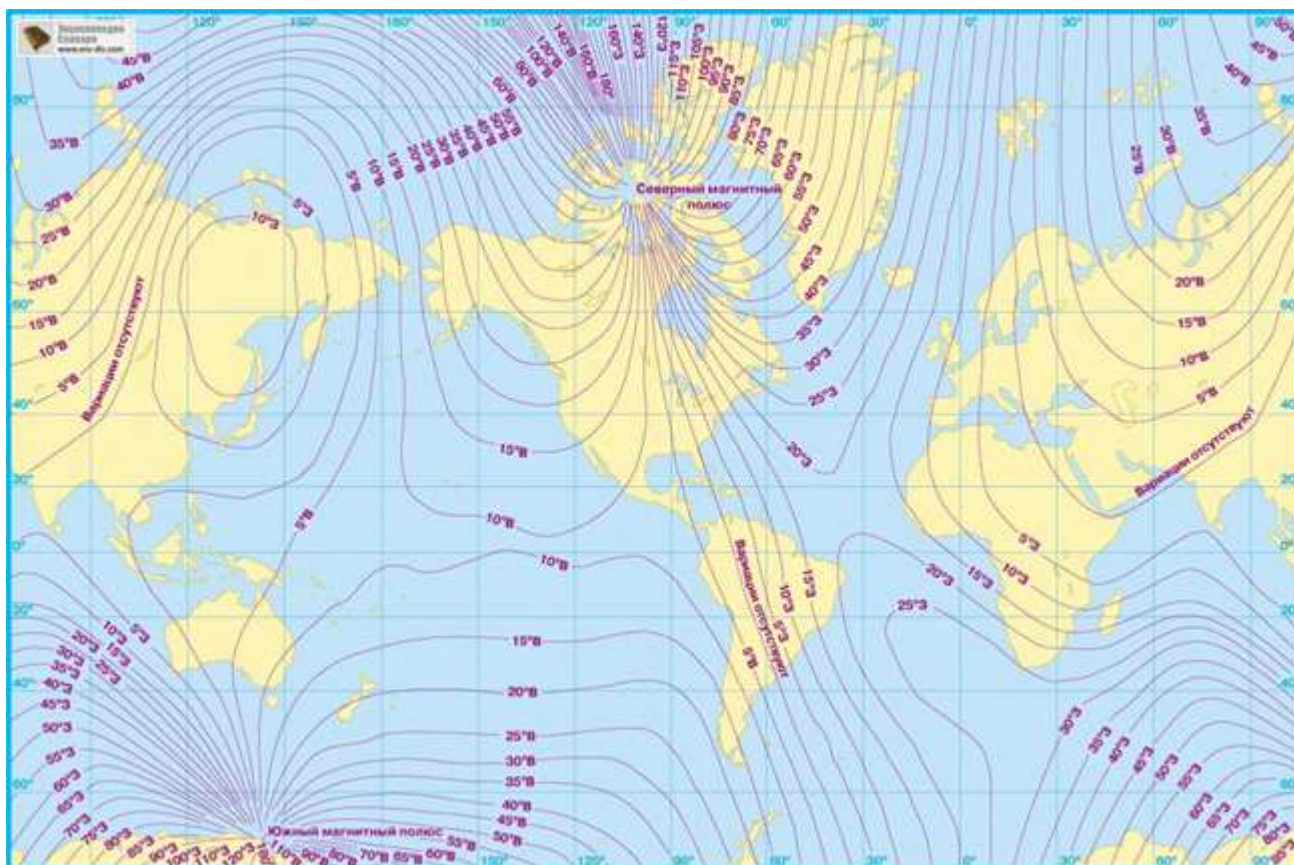
1.1.2 Магнитное склонение. Изогоны.

Магнитное склонение (Magnetic declination) угол между географическим и магнитным меридианами в точке земной поверхности, который показывает отличие между показаниями

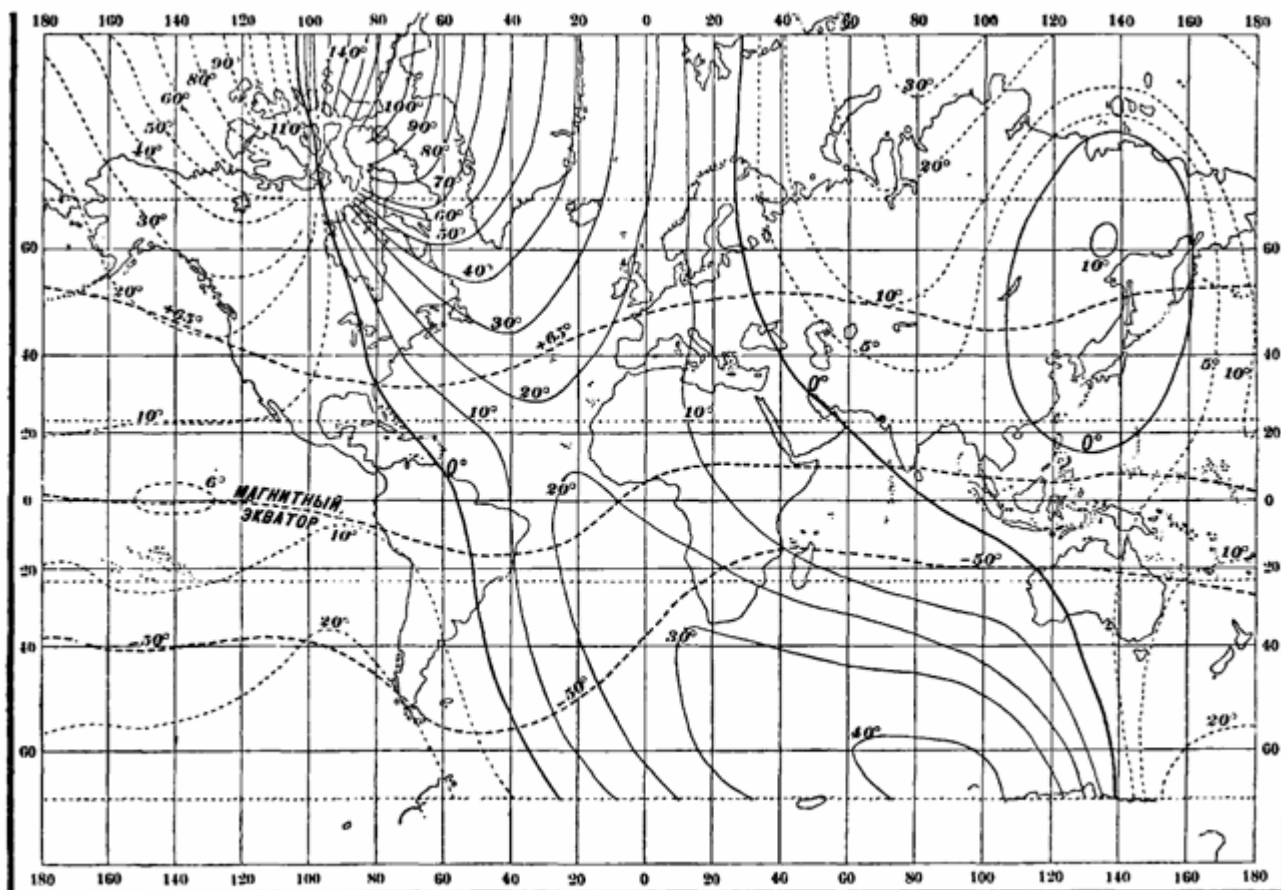
Так как магнитные и географические полюсы Земли не совпадают, то магнитная стрелка указывает направление север-юг только приблизительно. Плоскость, в которой устанавливается магнитная стрелка, называют плоскостью магнитного меридиана данного места, а прямую, по которой эта плоскость пересекается с горизонтальной плоскостью, называют магнитным меридианом. Угол между направлениями магнитного и географического меридианов называют магнитным склонением; его принято обозначать греческой буквой α . Магнитное склонение изменяется от места к месту на земном шаре.



Карта магнитного склонения (из работы Почтарев В.И., 1966). Цифры на рисунке даны в градусах.



Карта изогон (магнитных склонений). <http://enc-dic.com/print/colier/Geomagnetizm-2189.html>



Фиг. 3. Изогоны и изоклины: линии равного восточного, — линии равного западного склонения, - - - - - линии равного наклонения.

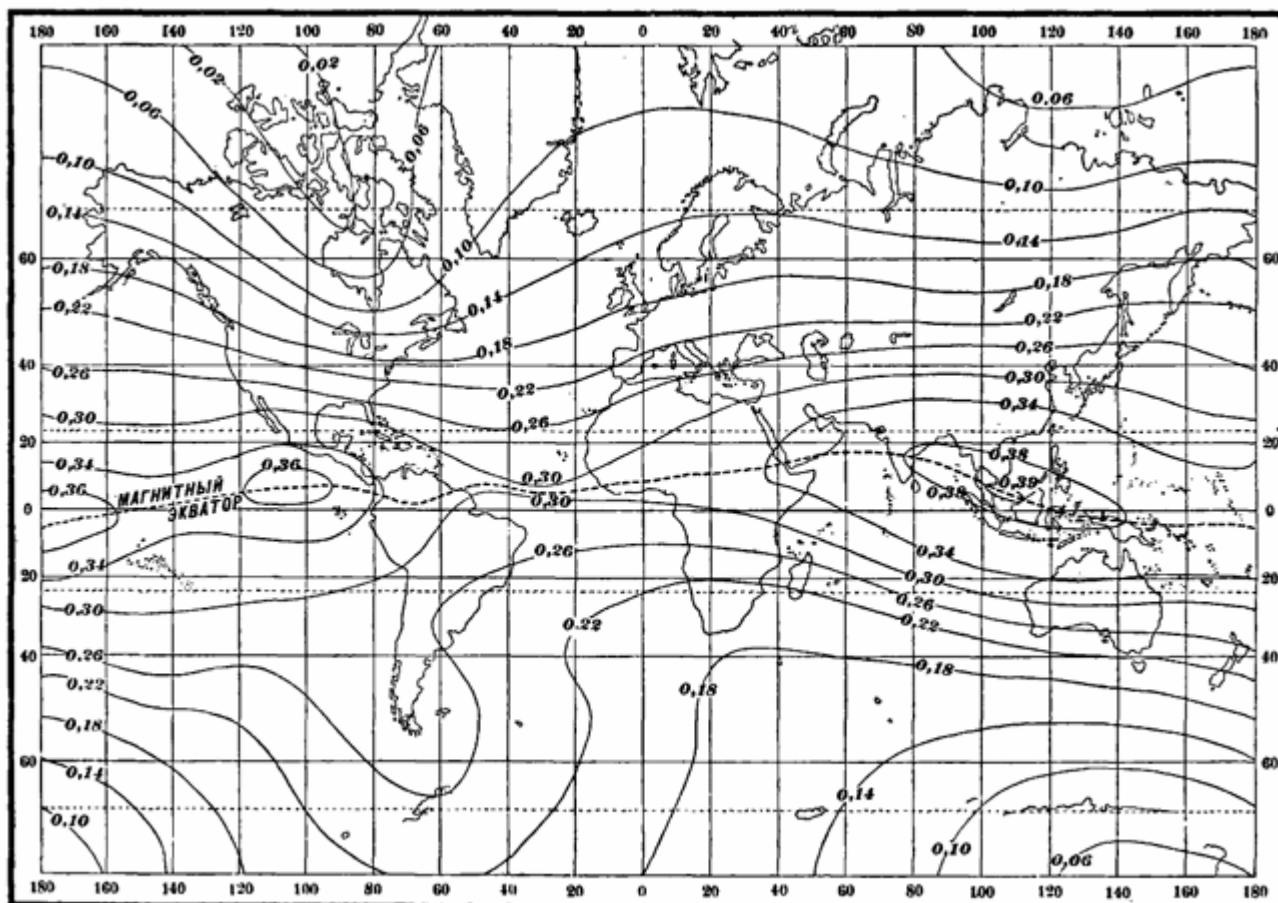
Карта склонений. <http://azbukametalla.ru/entsiklopediya/z/774-zemnoj-magnetizm.html>

Изогónа (от др.-греч. ισος -«равный» и $\gamma\omega\nu\acute{\iota}\alpha$ -«угол») -изолиния на географической карте, соединяющая точки с одинаковым значением какого-либо угла -одинаковым направлением, одинаковой ориентацией чего-либо; в метеорологии -линия, объединяющая точки с одинаковым направлением ветра. На картах магнитного поля Земли изогоны магнитного склонения (не путать с магнитным наклонением!) сходятся к полюсам, а в средних широтах в основном имеют меридиональное направление. Изогоны магнитного поля изменяются во времени вслед за изменениями магнитного поля, поэтому карты с изогонами соответствуют лишь указанному моменту времени.

1.1.3 Линии равных напряжений. Изодины.

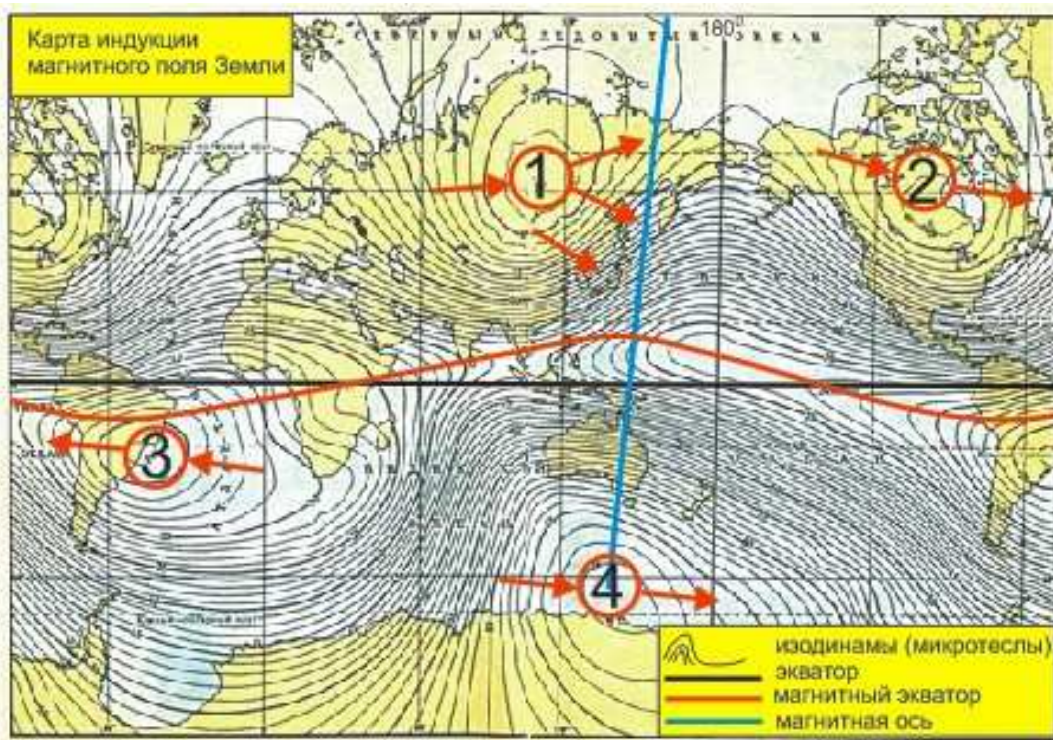
Изодинама (греч. ισος «изос» -равный, греч. $\delta\upsilon\nu\alpha\mu\acute{\iota}\varsigma$ -сила, мощь) -изолиния одинаковых напряжённостей магнитного поля Земли. Изодинамы используются при составлении магнитограмм, а также при визуальном представлении магнитного поля.

Различают изодины горизонтальной и вертикальной составляющей.

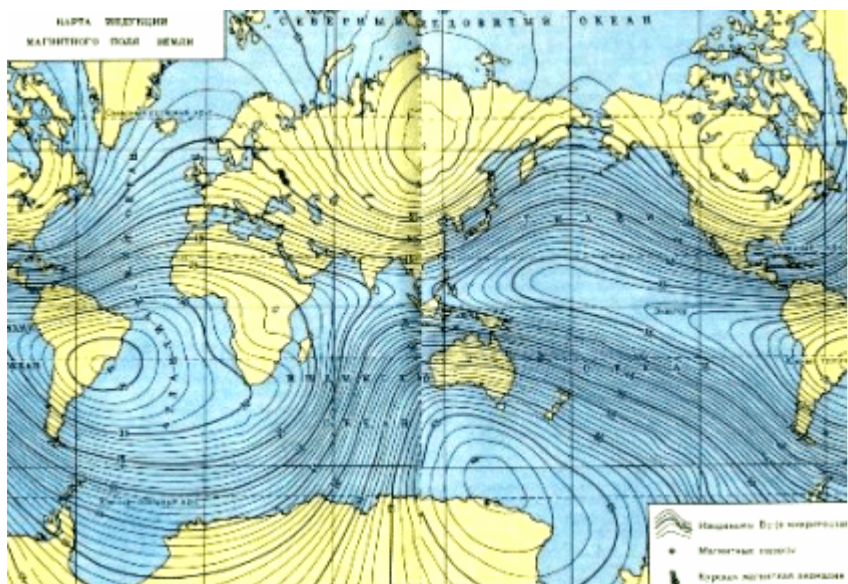


Фиг. 4. Изодинамы.

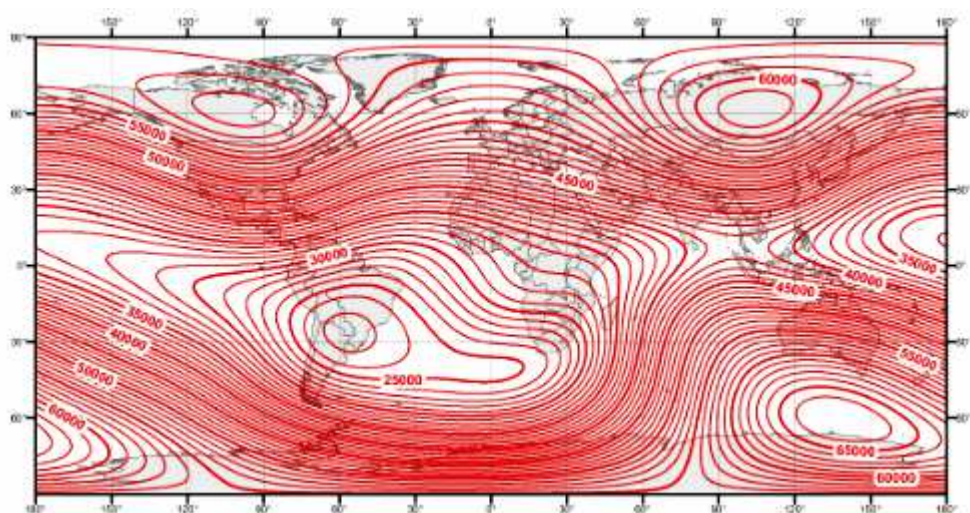
Изодины.



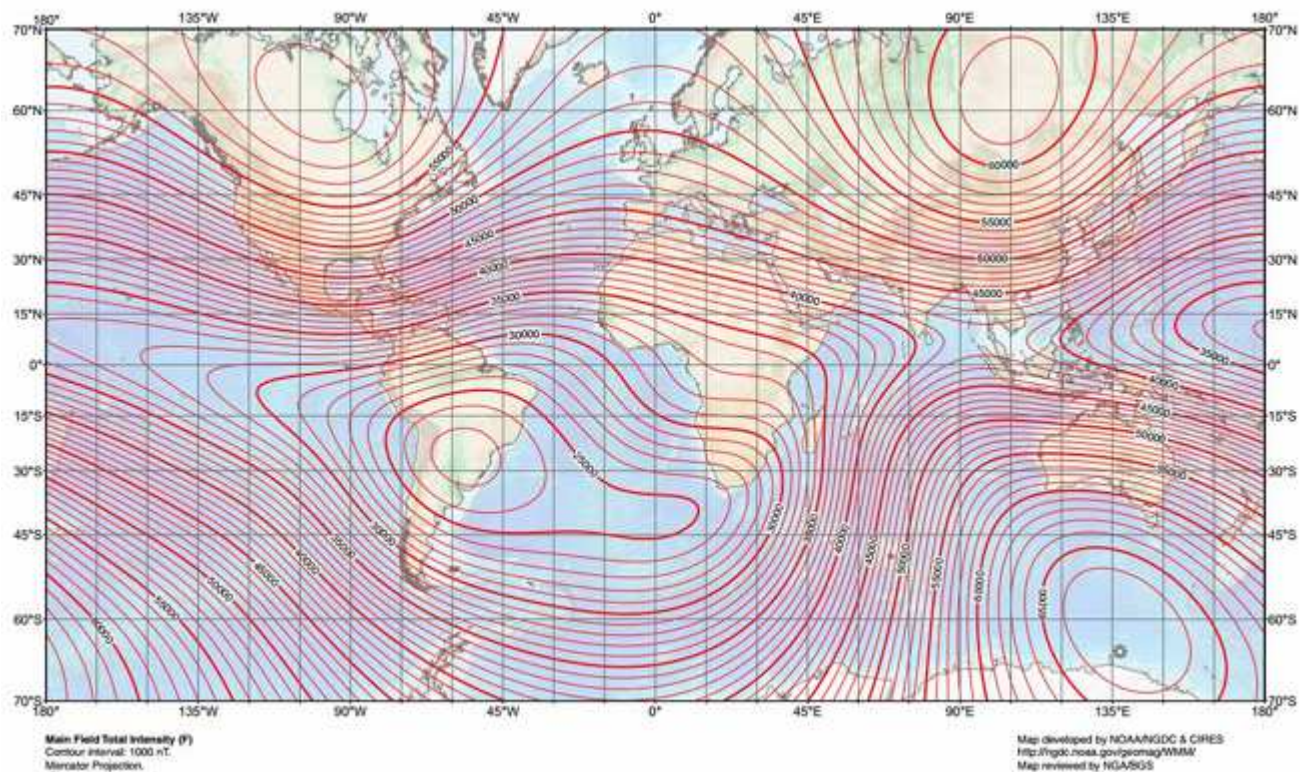
Изодины.



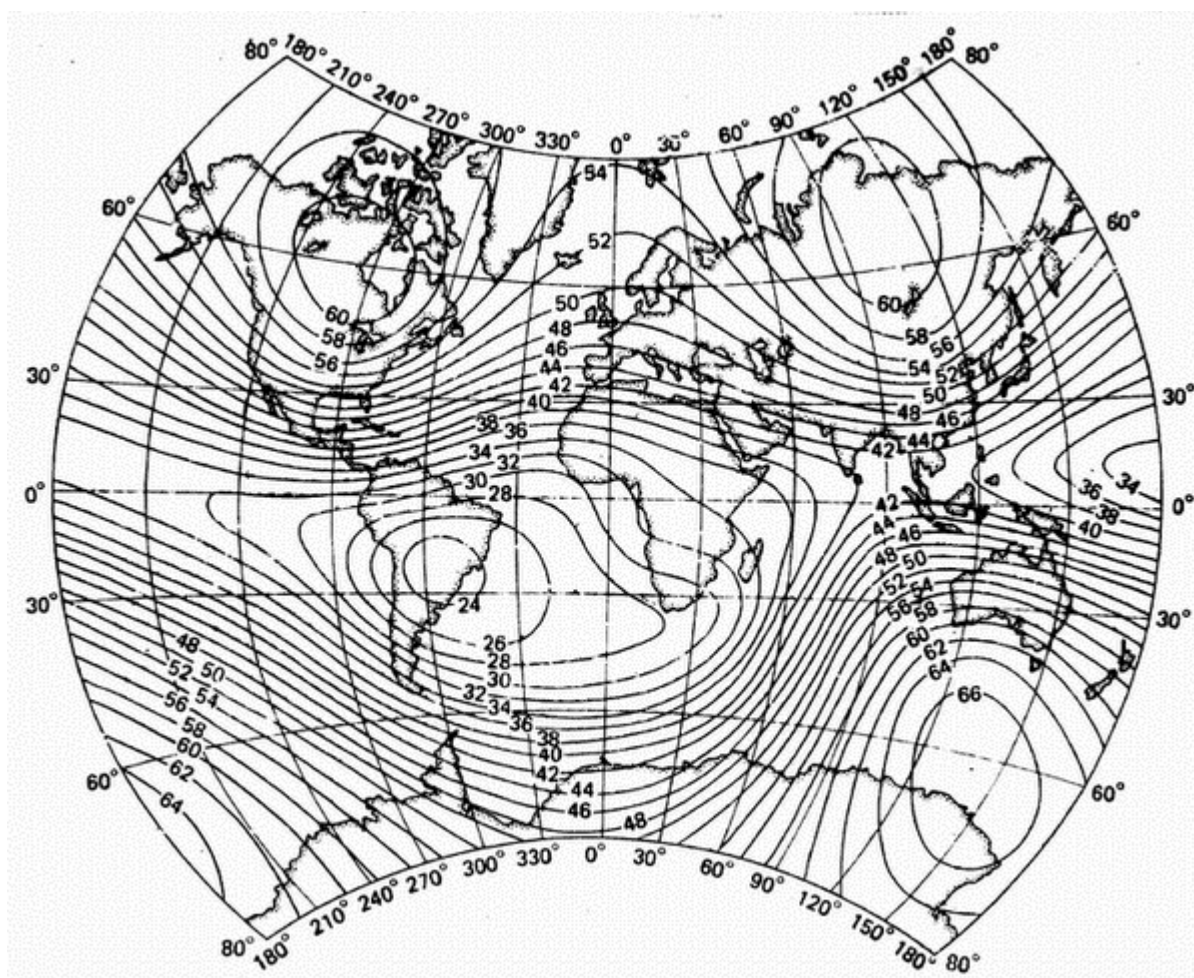
Карта индукции геомагнитного поля Земли. Материковые аномалии этого элемента земного магнетизма находятся в четырех районах -на востоке Азии, северной части Северной Америки, в окрестностях Южного магнитного полюса и в южной части Атлантического океана. Расположение материковых аномалий других элементов магнитного поля Земли несколько иное, однако и они тяготеют к районам расположения материковых аномалий индукции B_t .



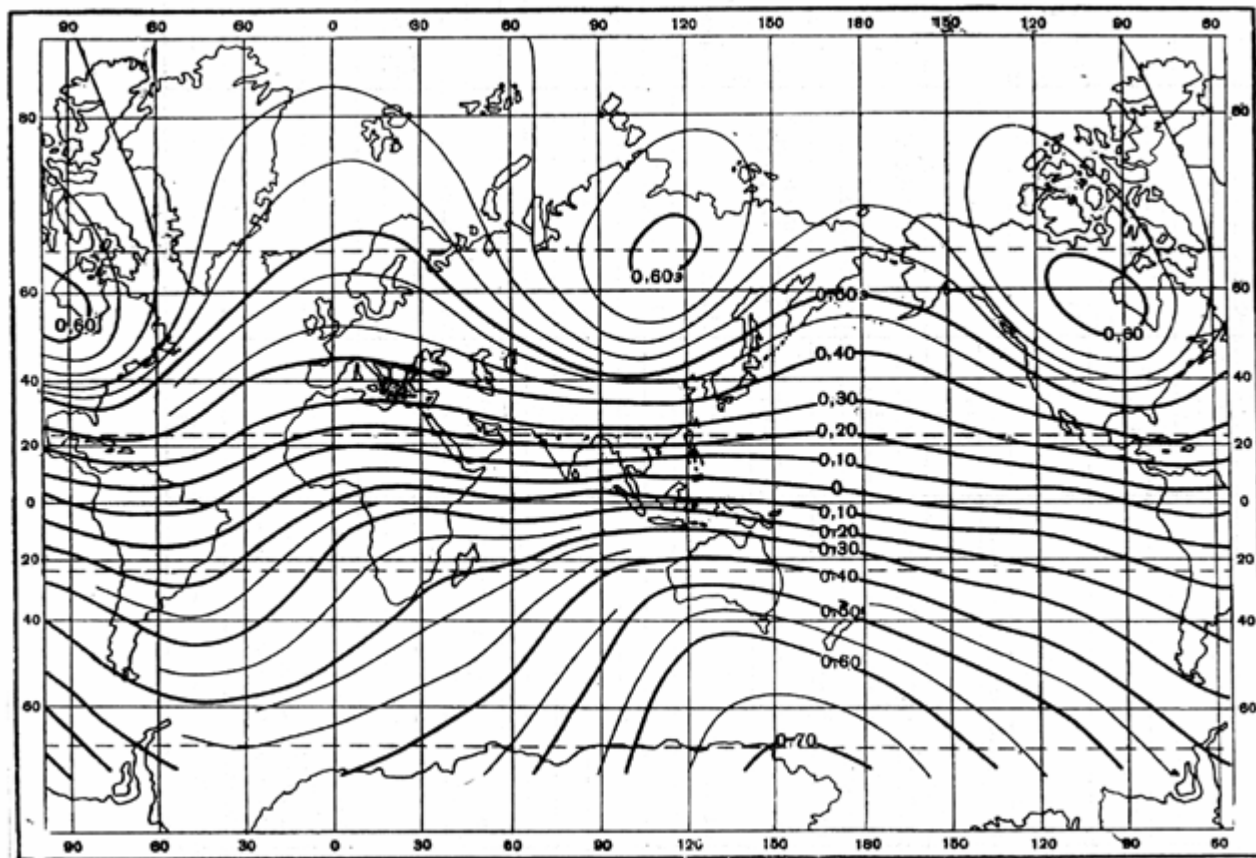
Карта изодинаммодуля полного векторанормального магнитного поля T , модель WMM, эпоха 2010. (по данным NOAA)



Изодины.



Полная напряженность магнитного поля Земли для эпохи 1980 г.



Карта **вертикальной составляющей** земного магнитного поля (из работы Почтарев В.И. 1966).

-В экваториальных областях наблюдаются наибольшие значения горизонтальной силы (до 0,39 гаусса); по направлению к полюсам горизонтальная составляющая убывает.

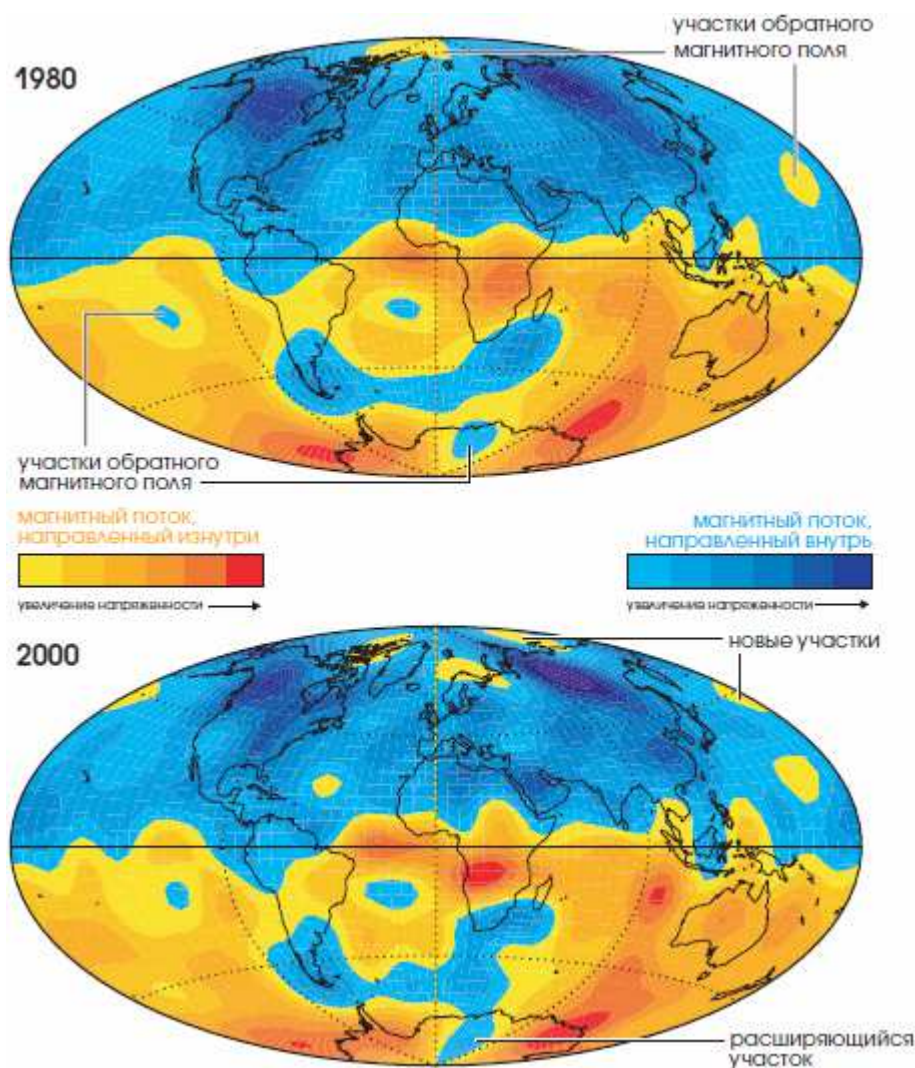
-Противоположный характер изменений имеет место для вертикальной составляющей.

-Линия нулевых значений вертикальной составляющей называется **магнитным экватором**.

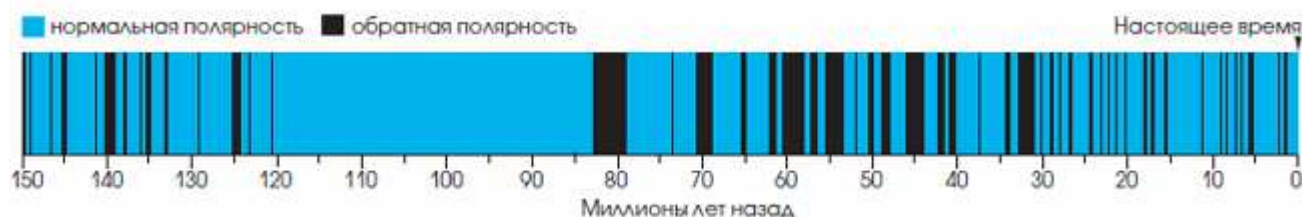
-Точки с нулевыми значениями горизонтальной силы называются магнитными полюсами земли. Они не совпадают с географическими и имеют координаты: северный магнитный полюс $-70,5^{\circ}$ с. ш. и $96,0^{\circ}$ з. д. (1922 г.), южный магнитный полюс $-71,2^{\circ}$ ю. ш. и $151,0^{\circ}$ в. д. (1912 г.). В магнитных полюсах земли пересекаются все изогоны.

2005-Журнал в мире науки. 2007. №7. Тема номера: Изучение геодинамо.

-Гари Глацмайер, Питер Олсон. Изучение геодинамо (переполаризация полюсов Земли). В мире науки. 2005. №7. с.29-35. Современные исследования о перемещении магнитных полюсов Земли.



Контурные карты магнитного поля Земли на границе ядро-мантия, составленные по измерениям, сделанным со спутника, показывают, что большая часть магнитного потока направлена от центра Земли в Южном полушарии и к центру в Северном. Но в некоторых районах складывается обратная картина. Участки обратного магнитного поля росли в числе и размерах между 1980 и 2000 г. Если они заполняют все пространство у обоих полюсов, то может произойти переполяризация.



За последние 150 млн. лет переполяризация происходила сотни раз, о чем свидетельствуют минералы, намагниченные полем Земли во время разогрева горных пород. Затем породы остыли, а минералы сохранили прежнюю магнитную ориентацию.

1.2 Магнитные аномалии.

Магнитные аномалии -области на поверхности небесного тела, в которых величина или направление вектора магнитного поля существенно отличается от значений в соседних областях.

Магнитные аномалии на Земле, в зависимости от размера территории с аномальными значениями магнитного поля, делятся на континентальные, региональные и локальные.

1-Континентальные магнитные аномалии -площадь 10-100 тысяч км², поле аномалий дипольное, то есть близко к конфигурации к главному геомагнитному полю. Связаны с особенностями потоков в ядре Земли, генерирующих её магнитное поле.

2-Региональные магнитные аномалии -1-10 тысяч км², связаны с особенностями строения земной коры -в первую очередь её кристаллического фундамента или её историей (полосовые магнитные аномалии молодой океанической коры). Поле аномалий сложное, характеризующееся суперпозицией поля намагниченности пород аномалии и дипольного главного геомагнитного поля.

3-Местные магнитные аномалии -сотни м² -сотни км², связаны со строением верхних частей коры (в частности, залежами железосодержащих пород) или особенностями намагниченности поверхностных пород (локальные аномалии астроблем, намагниченность вследствие удара молнии).

При картировании магнитных аномалий и данных магниторазведки используют изолинии, отображающие различные параметры магнитного поля: изогоны (линии равного склонения), изоклины (линии равного наклона), изодинамы (линии равной напряжённости магнитного поля или одной из его компонент). При этом в качестве контура субизометричных аномалий может использоваться характеристическая изолиния.

В России сильнейшая магнитная аномалия расположена на расстоянии около 3,7 км от острова Броутона (Курилы).

Курская магнитная аномалия (КМА) -самый мощный на Земле железорудный бассейн. Крупнейший по запасам железа район в мире. По разведанным запасам богатых руд (около 30 млрд тонн) уступает лишь перспективному боливийскому Эль Мутуну (около 40 млрд т.). Расположен в пределах Курской, Белгородской и Орловской областей.

История открытия Курской Магнитной Аномалии связана с необычным поведением магнитной стрелки под Курском. Впервые на это явление обратил внимание известный учёный-астроном академик П. Б. Иноходцев в 1773 г. Руководя работами по определению географического положения городов центральной части Европейской России, он обнаружил в районе Белгорода и Курска сильную аномалию поля земного магнетизма.

Более чем через 100 лет, вторично с загадкой КМА столкнулся приват-доцент Казанского университета И. Н. Смирнов, когда проводил в 1874 году первую геомагнитную съёмку Европейской части России.

В 1883 году приват-доцент Харьковского университета Н. Д. Пильчиков провел 71 серию наблюдений КМА. Он обнаружил её новые районы (в Марьино и у Прохоровки), и одним из первых указал на то, что причина аномалии -залежи железной руды, за что ему в 1884 году была присуждена серебряная медаль Российского географического общества.

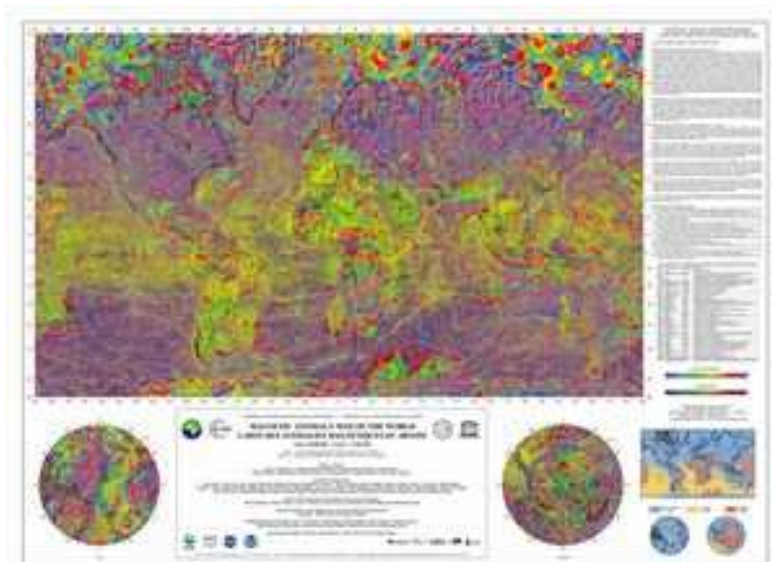
С 1898 года изучением Курской магнитной аномалии занимался Эрнест Егорович Лейст.

В 1923 году из скважины, пробуренной под Щиграми, на глубине 167 метров были добыты первые образцы железной руды.

В 1931 году была заложена первая разведывательно-эксплуатационная шахта. В 1935 году первые пять тысяч тонн руды были отправлены для первой пробной плавки в Липецк.[1]

Детальное исследование магнитного поля земли обнаруживает, что изолинии идут далеко не так плавно, как это дается общей картиной. На каждой такой кривой имеют место искривления, нарушающие плавный ход ее. В некоторых областях эти искривления достигают настолько

крупных значений, что приходится данный участок выделить в магнитном отношении из общей картины. Такие районы носят название аномальных, и в них можно наблюдать значения магнитных элементов, во много раз превышающие нормальное поле. Исследование магнитных аномалий выяснило их тесную связь с геологической структурой верхних частей земной коры, гл. обр. в отношении содержания в них магнитных минералов, и вызвало к жизни особую отрасль магнитометрии, имеющую прикладное значение и ставящую своей задачей применение магнитометрии, измерений к горной разведке. Такие аномальные районы, имеющие уже в настоящее время большое промышленное значение, находятся на Урале, в Курском округе, в Кривом Роге, в Швеции, в Финляндии и в др. местах. Для исследования магнитного поля таких областей разработана специальная аппаратура (магнитометр Тиберга-Талена, локальвариометры и т. д.), позволяющая быстро получить нужные результаты измерений. Изучение магнитного поля земли в каком-либо одном пункте обнаруживает факт изменений этого поля с течением времени. Детальное исследование этих временных вариаций элементов земного магнетизма привело к установлению их связи с жизнью земного шара в целом. В вариациях находят свое отражение вращение земли около оси, движение земли по отношению к солнцу и еще целый ряд явлений космического порядка. Изучение вариаций ведется специальными магнитными обсерваториями, снабженными, кроме точных приборов для измерений элементов магнитного поля земли, еще специальными установками для непрерывной записи временных изменений магнитных элементов. Такие приборы носят название вариометров, или магнитографов, и служат обычно для записи вариаций D , H и Z . Прибор для записи вариаций склонения (вариометр D , или унифиляр) имеет магнит с прикрепленным к нему зеркальцем, свободно висящий на тонкой нити. Вариации склонения, заключающиеся в поворотах плоскости магнитного меридиана, заставляют подвешенный таким способом магнит поворачиваться. Брошенный из специального осветителя луч, отразившись от зеркальца магнита, дает перемещающееся световое пятно, которое оставляет след в виде кривой на светочувствительной бумаге, наверху барабан или опускающейся вертикально. Линия, прочерченная лучом, отраженным от неподвижного зеркальца, и отметки времени позволяют по полученной магнитограмме найти изменение D для любого момента времени. Если закручивать нить, вращая верхнюю точку ее прикрепления, то магнит выйдет из плоскости магнитного меридиана; надлежащим закручиванием можно поставить его в положение, перпендикулярное первоначальному. В новом положении равновесия на магнит, с одной стороны, будет действовать H , с другой - момент закрученной нити. Всякое изменение горизонтальной слагающей вызовет изменение положения равновесия магнита, и такой прибор будет отмечать вариации горизонтальной составляющей (вариометр H , или бифиляр, если магнит подвешен на двух параллельных нитях). Запись этих вариаций ведется таким же образом, как и запись изменений склонения. Наконец, третий прибор, служащий для записи вариаций вертикальной составляющей (весы Ллойда, вариометр Z), имеет магнит, колеблющийся, подобно коромыслу весов, около горизонтальной оси. Надлежащим перемещением центра тяжести с помощью передвижного грузика магнит этого прибора приводят в положение, близкое к горизонтальному, и устанавливают обычно так, чтобы плоскость движений магнита была направлена перпендикулярно плоскости магнитного меридиана. В таком случае положение равновесия магнита определяется действием Z и веса системы. Изменение первой величины вызовет некоторый наклон магнита, пропорциональный изменению вертикальной составляющей. Эти изменения наклона регистрируются, подобно предыдущему, фотографическим путем и дают материал для суждений о вариациях вертикальной составляющей.



2007-Magnetic anomaly map of the World. Scale 1: 50 000 000 Authors: J.V. Korhonen, J.D. Fairhead, M. Hamoudi, K.Hemant, V. Lesur, M.Mandea, S. Maus, M. purucker, D.Ravat, T.Sazonova and E.Thebault / Map published by CGMW with support of UNESCO. 2007.

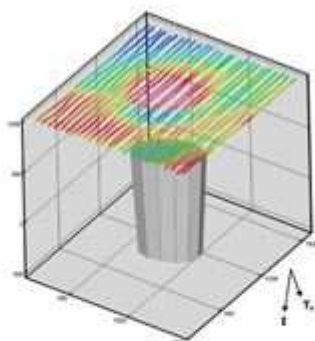
<https://www.twirpx.org/file/411981/>

Ю. И. БЛОХ

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГРАВИТАЦИОННЫХ И МАГНИТНЫХ АНОМАЛИЙ

Учебное пособие для студентов университетов и вузов, обучающихся по специальности 080400 "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых"

(Формат Г/Ф)



© Ю.И. Блох, 2009

2009-Блох Ю.И. Интерпретация гравитационных и магнитных аномалий. Учебное пособие для студентов университетов и вузов, обучающихся по специальности 080400 "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых"

Москва: РГГРУ, 2009. -232 с.

Предисловие

Физико-математические основы решения прямых задач

Решение прямых задач для двумерных моделей

Решение прямых задач для трехмерных моделей

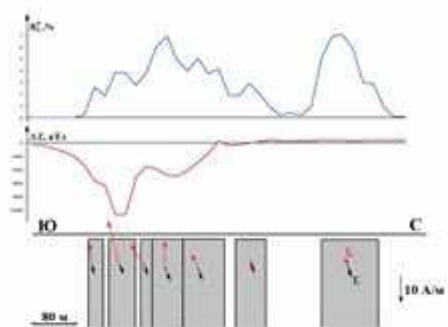
Решение прямой задачи магниторазведки для сильномагнитных геологических объектов

Обратные задачи гравиразведки и магниторазведки

Геологически содержательные способы обнаружения и разделения аномалий

Литература. <https://www.twirpx.org/file/984810/>

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЛЕКСНОЙ МАГНИТОРАЗВЕДКИ



2012-Блох Ю.И. Теоретические основы комплексной магниторазведки. Монография. М: 2012. 160с. <https://www.twirpx.org/file/1159439/>

Рассмотрены следующие пункты: введение в магниторазведку, решение прямых и обратных задач, природа магнетизма, применение магниторазведки при геологическом картировании разных масштабов и т.д. <https://www.twirpx.org/file/987932/>

Магнитное поле земли, его изменения в пространстве и времени: Магнитное поле Земли, Элементы земного магнетизма, Методы представления геомагнитного поля, Изменение элементов земного магнетизма в пространстве, Структура магнитного поля Земли, Аналитическая модель магнитного поля Земли, Магнитное поле планет солнечной системы, Изменение магнитного поля во времени, Магнитная активность, Причины магнитного поля Земли

20

Методика магнитных наблюдений: Общие положения методики полевых работ, Методика наземных магнитных съемок, Назначение контрольного пункта и опорной сети, Аэромагнитная съемка, Гидромагнитная съемка, Спутниковые магнитные съемки.

<https://www.twirpx.org/file/313075/>

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. С. Долгаль

**МАГНИТОРАЗВЕДКА:
КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УЧЕТА
ВЛИЯНИЯ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ**

Допущено методическим советом Пермского
государственного национального исследовательского
университета в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по направлению подготовки бакалавров
и магистров «Геофизика», и студентов, обучающихся
по специальности «Технология геологической разведки»



Пермь 2014

1

2014-Долгаль А.С. Магниторастведка: компьютерные технологии учета влияния рельефа местности. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2014. 92с. Рассмотрена проблема учета влияния рельефа земной поверхности при измерениях магнитного поля в условиях расчлененного рельефа. Для устранения влияния интенсивно намагниченных пород верхней части геологического разреза и колебаний высот точек наблюдений выполняется расчет топографической поправки и пересчет магнитного поля на горизонтальную плоскость. Для оценки переменной по латерали намагниченности горных пород рельефа применяются корреляционный анализ, вейвлет-преобразование и решение линейной обратной задачи магниторастведки. Приведены теоретические методы подавления аномалий "рельефной" природы, компьютерные технологии и графы обработки магниторастведочных данных. Процесс учета влияния рельефа в магниторастведке проиллюстрирован на модельных примерах и практических материалах, полученных в различных регионах России. <https://www.twirpx.org/file/2547952/>

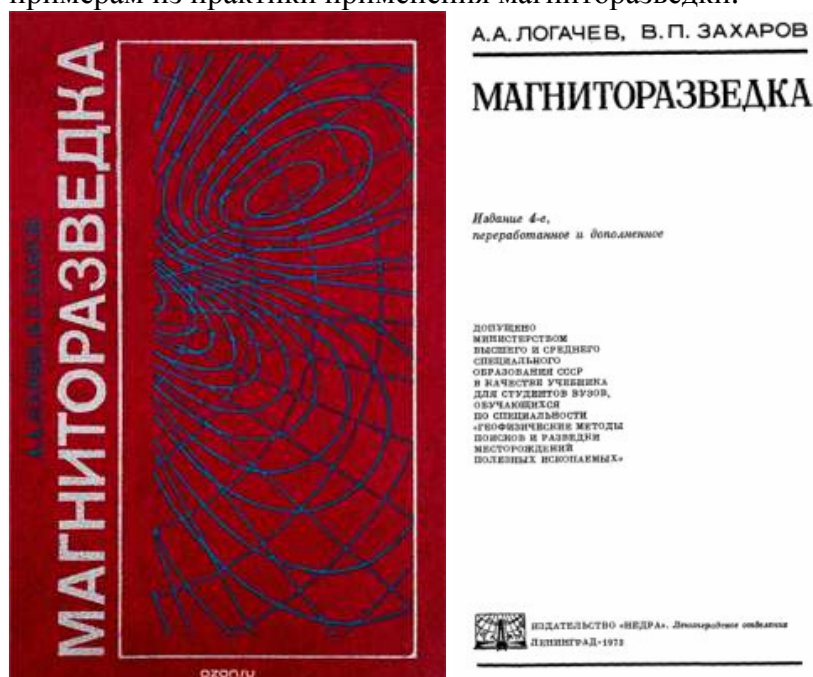


2006-Конценебин Ю.П., Волкова Е.Н. Интерпретация магнитных аномалий. Разъяснения и комментарии к лекционному курсу «Магниторастведка». Учебное пособие для студентов,

обучающихся по специальности 011200 -геофизика. / Саратов: Из-во «Научная книга», 2006. 74с. В учебном пособии изложены основы теории и практики интерпретации магнитных аномалий при решении геологических задач, рассмотрены физико-геологические предпосылки применения магниторазведки, способы решения прямой и обратной задач, способы преобразования (трансформации) магнитных аномалий, приведены примеры решения геологических задач при изучении строения земной коры и поисков полезных ископаемых.
<https://www.twirpx.org/file/507276/>



1962-Логачев Александр А. Курс магниторазведки. 1962. 360с. В книге рассматривается магнитное поле Земли, магнитные свойства горных пород, техника, методика и аппаратура для измерения магнитного поля Земли, его вариаций и аномалий. Много внимания уделено основам теории магнитного поля различных намагниченных тел. Специальная глава, посвящена примерам из практики применения магниторазведки.



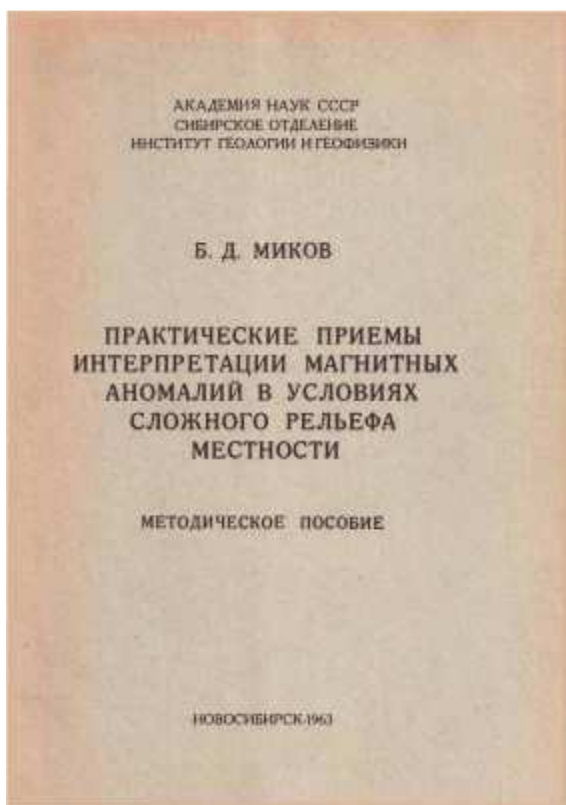
1968-Логачев А.А. Магниторазведка. Изд. 3-е. Л.: Недра, 1968. 295с.

<https://www.twirpx.org/file/2126743/>

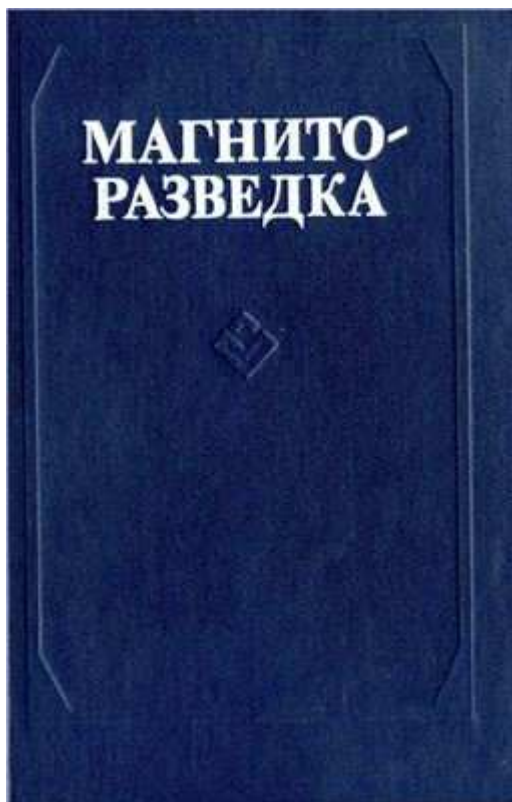
1973-Логачев А.А., Захаров В.П. Магниторазведка. Л.: Недра, 1973. 352с.

<https://www.twirpx.org/file/1219506/>

1979-Логачев А.А., Захаров В.П. Магниторазведка. 1979. 351с. В книге рассмотрены: магнитное поле Земли, его изменение в пространстве и во времени, магнетизм горных пород, слагающих твердую оболочку Земли; магнитные аномалии, создаваемые неоднородностью земной коры и являющееся объектом исследования; техника и методика современных измерений элементов магнитных аномалий, их графическое изображение.



1963-**Миков Б.Д.** Практические приёмы интерпретации магнитных аномалий в условиях сложного рельефа местности. Методическое пособие. Новосибирск: издательство СО АН СССР, 1963. 75с. Особенности проведения магнитной съёмки заключаются в том, что в условиях сложного рельефа местности кривые магнитного поля значительно искажены, по сравнению с соответствующими кривыми при горизонтальной плоскости наблюдения, причём искажения аномальных кривых обусловлены не только самим рельефом (т.е. различной глубиной залегания намагниченного объекта относительно пунктов наблюдения), но и за счёт того, что породы, слагающие рельеф местности, сами магнитны. Полученные в этих условиях аномалии уже не могут быть интерпретированы обычными способами, пригодными для горизонтальной плоскости наблюдения; для их интерпретации необходимо использовать специально разработанные способы и приёмы. <https://www.twirpx.org/file/1861466/>

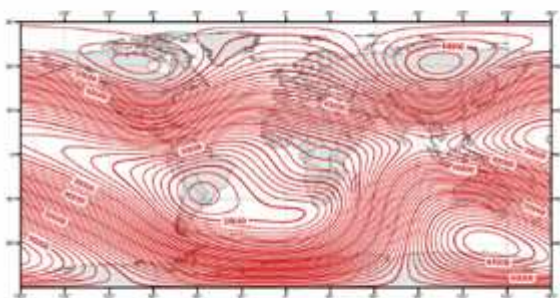


1990-**Никитский В.Е.**, Глебовский Ю.С. Магниторастведка. Справочник геофизика. 2-е изд., М. Недра, 1990. 470с. <https://www.twirpx.org/file/975131/>

К.В. Новиков

МАГНИТОРАЗВЕДКА

Часть 1



Учебное пособие для студентов-геофизиков очной формы обучения

Москва, 2013

-**Новиков К.В.** Магниторастведка. Учебное пособие. Часть 1. М. 2-13.
<http://docplayer.ru/28223304-Magnitorazvedka-chast-1.html>

П.С. РЕВЯКИН
В.В. БРОДОВОЙ
Э.А. РЕВЯКИНА

1986

ВЫСОКОТОЧНАЯ МАГНИТО- РАЗВЕДКА



1986-Ревякин П.С., Бродовой В.В., Ревякина Э.А. Высокоточная магниторазведка. М.: Недра, 1986. 272с. Рассмотрено применение высокоточных протонных и квантовых магнитометров при изучении геологических объектов, создающих магнитные аномалии малой интенсивности, приведены сведения о принципах действия и устройства магнитометров, методике магнитных съемок (наземных и аэро), структуре аномального магнитного поля в зависимости от характера геологических образований, определяющих размещение полезных ископаемых (меди, полиметаллов, нефти и др.). Освещены методика обработки результатов измерений с помощью ЭВМ, перспективы высокоточной магниторазведки.

<https://www.twirpx.org/file/456487/>

-Руководство -Методические рекомендации по высокоточной наземной магнитной съемке М., Интергеотехника, 1986. 128с. Методические рекомендации по высокоточной наземной магнитной съемке с протонными и квантовыми магнитометрами, издание Координационного центра СЭВ "Интергеотехника", СССР, 1986. <https://www.twirpx.org/file/605066/>

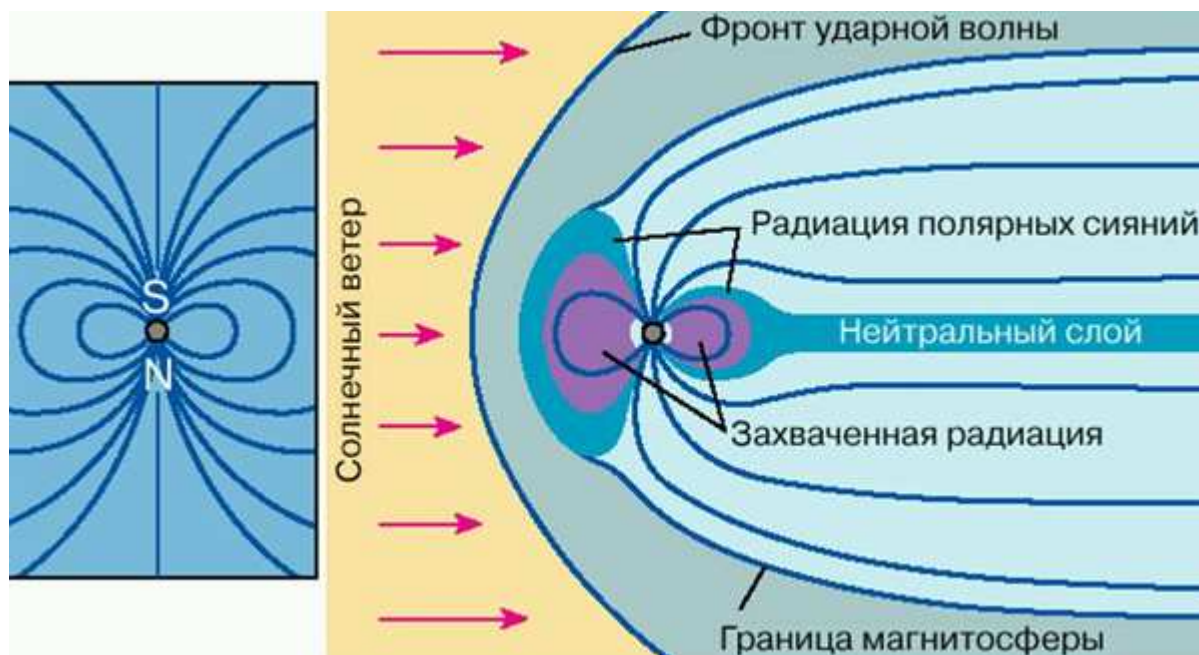
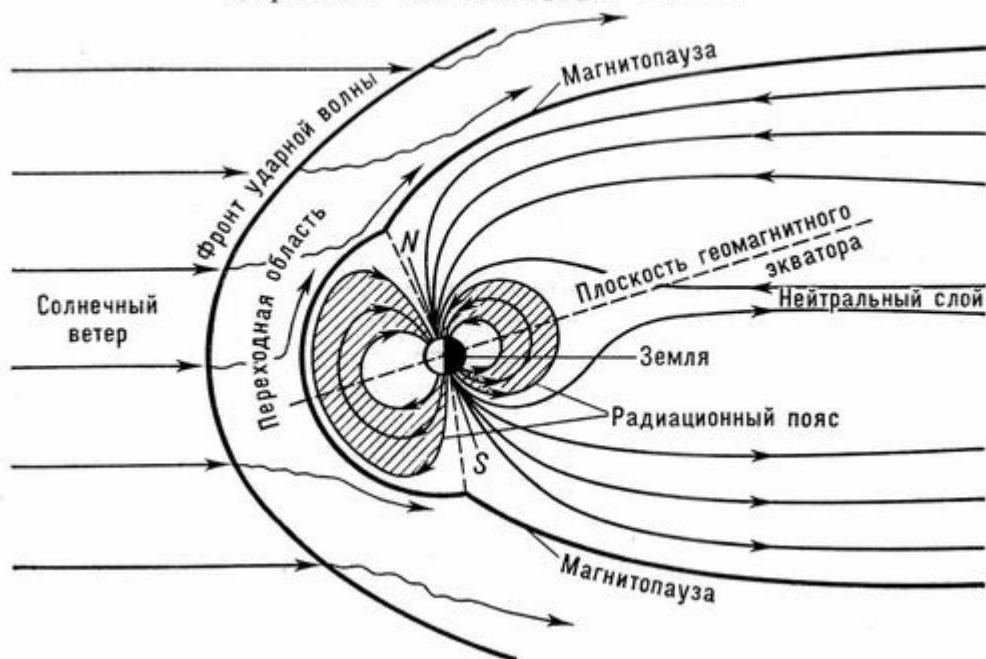


1981-Смелянова З.С., Селиванов В.С. (ред.) Инструкция по магниторазведке (наземная магнитная съемка, аэромагнитная съемка, гидромагнитная съемка). Министерство геологии СССР. М.: Недра, 1981. 263с. Инструкция регламентирует производственные работы по наземной, аэромагнитной, гидромагнитной и вариационной съемкам и организации вариационной службы. В приложениях к ней приведены материалы справочного характера - формулы для решения прямой задачи магниторазведки, сведения об экспресс-методах решения прямой и обратной задач, формы документации, дефальтные описания техники выполнения некоторых методических приемов и др. <https://www.twirpx.org/file/455815/>

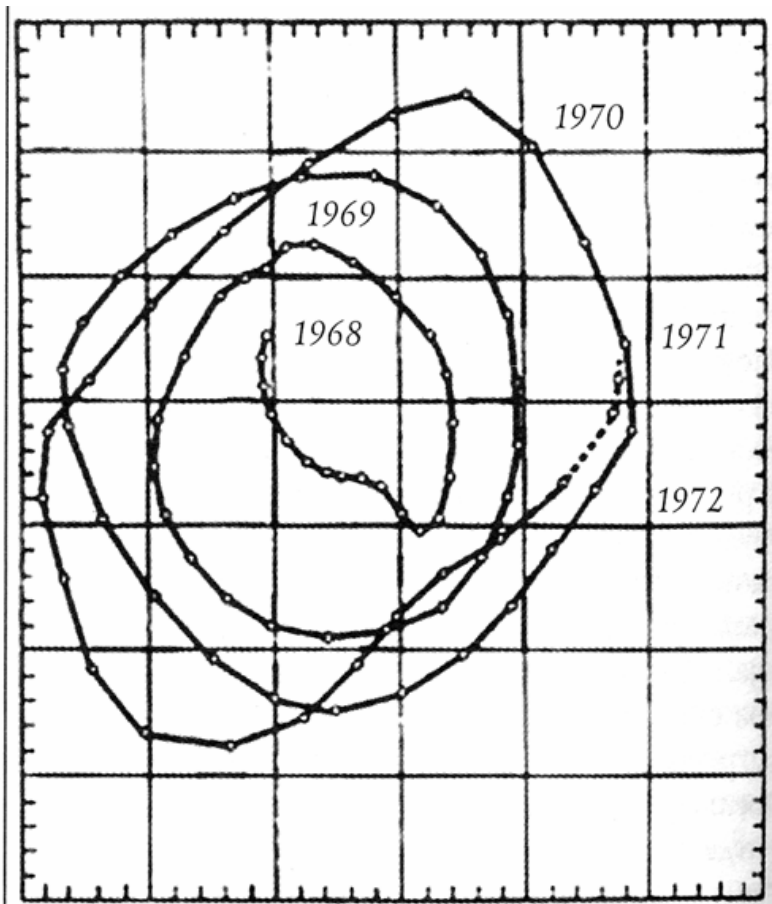
-Хасанов Д.И. Магниторазведка. Пособие для самостоятельного изучения для слушателей курсов повышения квалификации специальности «Геофизика». Казань: Казанский государственный университет, 2009. 75с. Настоящее учебно-методическое пособие предназначено для слушателей курсов повышения квалификации специальности «Геофизика» по программе «Методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых в промысловой и разведочной геофизике». В пособии рассмотрены наиболее общие вопросы магниторазведки. Приведены примеры использования магнитометрических данных для решения различных геологических задач. <https://www.twirpx.org/file/603384/>

1.3 Магнитосфера Земли.

Строение магнитосферы Земли.



Строение магнитосферы Земли.



Движение Северного полюса Земли с 1968 по 1972 годы.

<http://www.astronet.ru/db/msg/1180466/polus3456.html>

Планета	Магнитное поле планеты	В Гауссах
Солнце		4000 Гс
Меркурий	0,006	
Венера	0,00	
Земля	1,000	Индукция магнитного поля на полюсах составляет 0,7 Гс, на экваторе – 0,31 Гс
Марс	0,00	
Юпитер	10 на экваторе И в 20 раз больше на полюсах	Индукция магнитного поля на уровне вершушек облаков составляет 3 Гаусса на экваторе и около 14 Гаусс на полюсах.
Сатурн	В 1,5 раза слабее Земли	Напряженность магнитного поля на уровне видимых облаков на экваторе 0,2 Гс (в 1,5 раза слабее Земли)
Уран	В 1,3 раза слабее Земли	У Урана почти такое же сильное <i>магнитное поле</i> , как у Земли. На уровне облаков напряженность магнитного поля равна 0,23 Гс. (в 1,34 раза слабее Земли)
Нептун	Примерно как у Земли	

Карты магнитной активности.

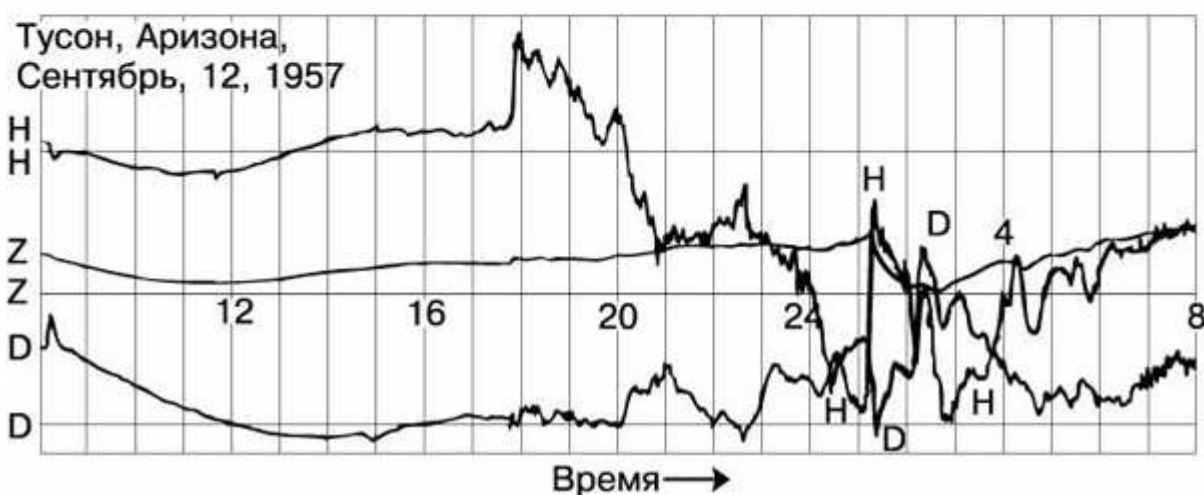
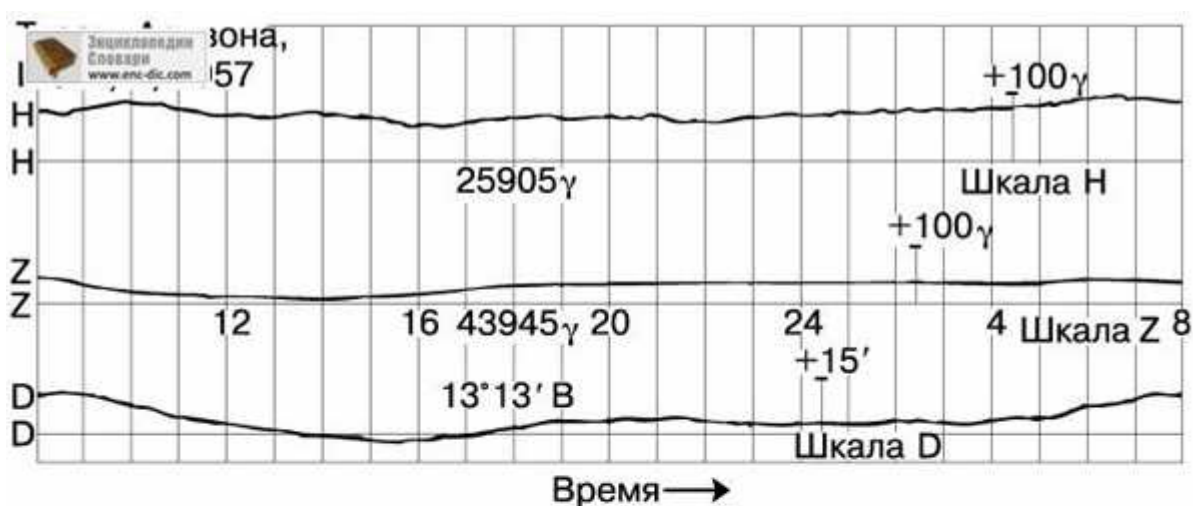
Геомагнетизм.

Земной магнетизм, магнитное поле Земли и околоземного космического пространства. Земля обладает магнитным полем дипольного типа, как будто бы в ее центре расположен гигантский полосовой магнит. Конфигурация этого поля медленно изменяется, вероятно в результате движения расплавленного материала во внешнем ядре Земли на глубинах более 2900 км. Главное магнитное поле обусловлено источниками, расположенными в глубинах Земли. На медленные вариации главного магнитного поля накладываются быстрые, но слабые изменения, вызванные электрическими токами в ионосфере. Электрические свойства ионосферы связаны с присутствием в ней заряженных частиц, возникающих при ионизации атмосферы солнечным излучением. Ветры, дующие в ионосфере в присутствии постоянного магнитного поля Земли, приводят к возникновению электрических токов, которые, в свою очередь, создают дополнительное изменяющееся магнитное поле. Кроме этих регулярных магнитных вариаций, наблюдаются также возмущения, обусловленные происходящими время от времени солнечными вспышками -источниками ультрафиолетовых и рентгеновских лучей и возмущенного потока заряженных частиц солнечного ветра. Эта радиация увеличивает ионизацию и вызывает дополнительные электрические токи в ионосфере. Временами солнечный ветер настолько эффективно взаимодействует с геомагнитным полем, что формирует кольцевой электрический ток на расстоянии в несколько радиусов земного шара; это приводит к уменьшению главного магнитного поля; такие магнитные возмущения ощущаются во всем мире, но наиболее сильно проявляются в полярных районах. В периоды сильных магнитных возмущений происходят особенно интенсивные полярные сияния, а также часто нарушается дальняя радиосвязь. Исследования магнитного поля Земли используются для изучения физического состояния глубоких недр и процессов, происходящих в высоких слоях атмосферы. Наблюдения магнитных вариаций проводятся на земной поверхности, в океанах, а также с воздуха и из космоса с помощью самолетов и спутников. Магнитное поле играет также важную роль в областях, отстоящих от поверхности Земли на тысячи и более километров; в их пределах интенсивный поток частиц, захваченных магнитным полем, создает серьезные проблемы для аэрокосмических исследований. Солнечные и галактические космические лучи, несмотря на их высокую энергию, отклоняются магнитным полем Земли до того, как попадут в пределы атмосферы.

Описание геомагнитного поля. В любой точке Земли магнитное поле исчерпывающим образом характеризуется его интенсивностью и направлением, угол которого с горизонтальной плоскостью называется магнитным наклоном (I). Если спроектировать поле на горизонтальную плоскость, направление в первом приближении будет ориентировано с севера на юг, но в общем случае будет образовывать некоторый угол с истинным направлением географического меридиана; это отклонение носит название магнитного склонения (D). Амплитуда, или напряженность, магнитного поля называется полной магнитной интенсивностью (F). Магнитное поле может быть представлено двумя взаимно перпендикулярными компонентами: горизонтальной (H) и вертикальной (Z). Если векторы, показывающие интенсивность и направление горизонтальной компоненты в различных точках Земли, нанести на карту, то видно, что они расходятся от точки вблизи Южного полюса и сходятся в точке вблизи Северного полюса. Эти точки называются соответственно Южным и Северным магнитными полюсами. На полюсах магнитное поле направлено вертикально. Линию, на которой магнитное поле направлено горизонтально, называют магнитным экватором. Магнитные полюсы не совпадают с географическими и весьма быстро перемещаются. Северный магнитный полюс находится в северных водах Канады. Его координаты в 1900 были 69В° с.ш. и 97В° з.д., в 1950 -72В° с.ш. и 96В° з.д., в 1980 -75В° с.ш. и 100В° з.д., а в 1985 -77В° с.ш. и 102В° з.д. Южный магнитный полюс в 1985 имел координаты

65,5В° ю.ш. и 139,5В° в.д. Прямая линия, проведенная через эти магнитные полюсы, не проходит через центр Земли. Измерения геомагнитного поля показывают, что на поверхности Земли в целом оно может быть представлено как поле полосового магнита, помещенного в центре планеты. Его еще называют полем магнитного диполя; вне сферы оно имеет такую конфигурацию, как если бы сфера была однородно намагничена. Эта модель дает наилучшее (но далеко не идеальное) совпадение с действительным полем. Две точки, в которых ось диполя пересекает земную поверхность, называют геомагнитными полюсами. В начале 1990-х годов геомагнитный экватор был наклонен к географическому экватору на 12В°. Северный геомагнитный полюс имел координаты 79В° с.ш. и 70В° з.д., а ось диполя отстояла от центра Земли на 460 км в направлении Тихого океана (18В° с.ш., 148В° в.д.). Полная магнитная напряженность на геомагнитных полюсах равняется примерно 0,6 гаусс, на магнитном экваторе напряженность примерно вдвое меньше.

Магнитные карты. Распределение геомагнитного поля у земной поверхности может быть представлено в виде изомагнитных линий, т.е. линий, вдоль которых значение конкретной компоненты остается постоянным. Карты склонения называются картами изогон. Магнитные карты основаны на многочисленных магнитных съемках, выполняемых на суше, на море и с воздуха. В США магнитные карты готовятся Береговой и геодезической службой и Военно-гидрографическим управлением.



Магнитограммы явлений в земной атмосфере, полученные в Тусоне (Аризона, США). Верхняя магнитограмма показывает запись в магнитоспокойный день, нижняя - во время магнитной бури.

Вековые магнитные вариации. Годовые средние значения магнитных элементов, измеренные в обсерваториях, и результаты магнитных съемок, выполненные с интервалом в

несколько лет, показывают, что земное магнитное поле подвергается вековым (медленно меняющимся) вариациям. Эти вариации наносят на карты в виде линий равных значений годовых изменений (карты изовариаций, или изопор) определенных эпох. Изопоры образуют овалы вокруг регионов, где происходят быстрые годовые изменения. В течение одной или двух декад изопоры могут существенно изменяться. Их центры имеют тенденцию к дрейфу в западном направлении. Наблюдается также медленное вращение направления поля вокруг некоторого фиксированного направления. Например, наблюдения в Лондонской обсерватории показывают, что магнитное поле совершило почти три четверти оборота за последние 400 лет.

Палеомагнетизм. Изучение магнетизма, "сохраненного" в минералах и горных породах, обеспечивает информацию об истории земного магнитного поля в геологическом прошлом. Если горячее вещество охлаждается в магнитном поле от температуры выше точки Кюри (температура, выше которой намагниченное вещество теряет свою намагниченность) до более низких температур, его остаточная намагниченность будет сохранять направление внешнего магнитного поля, существовавшего при охлаждении. Поэтому сформировавшиеся из расплава минералы "запоминают" направление геомагнитного поля. Кроме того, при осадконакоплении намагниченные частицы в водных бассейнах ориентируются под воздействием земного магнитного поля. Эти феномены лежат в основе палеомагнетизма, но их интерпретация исключительно сложна, поскольку магнетизм пород не всегда стабилен. Палеомагнитные данные легли в основу теории дрейфа материков. В результате исследований разновозрастных горных пород было установлено, что их намагниченность отклоняется от направления современного магнитного поля. Таким образом, создается впечатление, что магнитные полюса в геологическом прошлом перемещались относительно поверхности Земли. Это интерпретируется как свидетельство того, что взаимное расположение материков в разные геологические эпохи менялось. Природа магнитного поля Земли и его вековых вариаций. Главное дипольное магнитное поле Земли можно было бы объяснить, если бы она была однородно намагничена. Однако намагниченность пород поверхностных слоев противоречит этому. Лабораторные эксперименты показывают, что точка Кюри понижается с увеличением давления. Поскольку давление и температура увеличиваются с глубиной, представляется весьма маловероятным, что ниже определенной глубины ферромагнитные вещества могут сохранять свою намагниченность. Хотя лабораторные эксперименты не полностью моделируют температуру и давление в глубоких слоях Земли, принято считать, что главное магнитное поле Земли не может быть обусловлено постоянной намагниченностью земного вещества. Сейсмические и другие геофизические данные показывают, что Земля обладает ядром (сходным по плотности с железом или железо-никелевым сплавом), которое находится на глубине ок. 2900 км и обнаруживает некоторые свойства жидкости. У.Эльзассер, Э.Буллард и другие ученые предположили, что в ядре происходят конвективные движения. Перемещение проводящего вещества в магнитном поле индуцирует электродвижущую силу, которая вызывает электрические токи, порождающие дополнительное магнитное поле подобно действию самовозбуждающейся динамо-машины. Магнитное поле вблизи центров векового хода может быть хорошо представлено изолированными диполями, расположенными вблизи поверхности "жидкого" ядра Земли. Относительно короткое время, за которое происходят вековые вариации, подтверждает, что их причина связана с движениями в ядре. Электрические токи, индуцируемые этими перемещениями вблизи поверхности ядра, вероятно, приводят к возникновению вековых вариаций.

Солнечные и лунные магнитные вариации. В соответствии с характером записи вариаций на магнитограмме выделяются "магнито-спокойные" и "магнито-возмущенные" дни. Эти магнитные возмущения гораздо более часты и интенсивны в полярных широтах. Даже в идеально спокойных условиях записи на одной станции магнитные элементы H, D и Z систематически изменяются в зависимости от времени. Эти вариации носят название солнечно-суточной спокойной магнитной вариации и обозначаются Sq; здесь S показывает, что вариация зависит от местного времени обсерватории (т.е. от ее долготы относительно Солнца), а индекс q означает "спокойный". К северу и югу от экватора вплоть до 30° вариация Sq горизонтальной

составляющей H соответственно увеличивается (в северном направлении) в течение дневного времени с максимумом вблизи полудня и уменьшается (в южном направлении) в ночное время; фаза вариации меняется на обратную к северу или югу от экваториального пояса. В северном полушарии Sq склонения D имеет направление на восток в утренние часы и на запад -в послеполуденное время; то же самое относится к вертикальной составляющей Z , которая уменьшается к ночи. Эти изменения D и Z меняют свой знак на обратный к югу от экватора. Если рассматривать все три элемента совместно, Sq имеет амплитуду, гораздо большую днем, чем ночью, что указывает на то, что Sq возникает в результате электрических токов, текущих в ионосфере. Электрические токи, ответственные за возникновение Sq , измеряются с помощью геофизических ракет, запускаемых вблизи экватора. Осредненные за месяц или год величины амплитуд Sq меняются в соответствии с изменением солнечной активности; они наибольшие, когда на Солнце наблюдается максимум пятен. Амплитуда Sq и, до некоторой степени, ее глобальное распределение ежедневно меняются; тем не менее в этих изменениях не наблюдается простого следования за солнечной активностью. Имеются и другие регулярные вариации, наложенные на Sq и меняющиеся в зависимости от лунного времени. Эти вариации, названные "лунно-суточными вариациями" (L), представлены главным образом регулярными полусуточными изменениями магнитного поля. Их амплитуда гораздо меньше, чем амплитуда Sq , например, вариация Sq горизонтальной составляющей H колеблется в пределах 30 гамм в низких широтах; колебания L -лишь ок. 3 гамм. Вариация L , в отличие от Sq , почти не выражена на магнитограммах (за исключением геомагнитного экватора, где ее величина необычно велика). Ее можно выделить лишь на основе тонкого математического анализа, в котором Sq и другие вариации подвергаются осреднению. Хотя L варьирует в зависимости от лунного времени, в основном она изменяется в дневные часы, когда электропроводность ионосферы максимальна. Следовательно, вариация L обязана электрическим токам, индуцируемым приливными движениями в нижних слоях ионосферы. В пределах узкого пояса над магнитным экватором Sq значительно возрастает в полуденные часы. Этот эффект обусловлен существованием "электроджета" -концентрированного электрического тока, текущего в пределах узкого пояса в ионосфере. Лунно-суточная вариация L возрастает с большей скоростью, чем Sq . Полагают, что экваториальный электроджет, текущий с запада на восток, возникает вследствие повышения электропроводности в направлении поперек магнитного поля (которое в этой области направлено горизонтально).

Магнитные бухты. Часто наблюдаются магнитные вариации, при которых линия записи H на магнитограмме своим очертанием напоминает бухту, образованную береговой линией. "Магнитные бухты" имеют максимальную амплитуду и наиболее часто наблюдаются в авроральных зонах (зонах полярных сияний) с ночной стороны Земли, по одной в каждом полушарии; их центры отстоят от геомагнитных полюсов на $23B^\circ$. Типичная магнитная бухта указывает на интенсивный электроджет в ионосфере в западном направлении, протекающий через авроральную зону в ранние утренние часы (по местному времени), и более слабый электроджет, текущий в восточном направлении в поздние вечерние часы. Рассеянные токи от этих авроральных электроджетов распространяются над всей Землей и возбуждают магнитные бухты гораздо меньшей интенсивности в низких широтах. Мощные магнитные возмущения в авроральных зонах, называемые полярными штормами, тесно связаны с областью распространения полярных сияний и других полярных возмущений.

Влияние солнечных вспышек. В результате наблюдений за Солнцем были обнаружены неожиданные вспышки вблизи солнечных пятен. Одновременно с ними регистрируются возмущения на магнитограммах станций, расположенных на дневной стороне Земли. В земном магнитном поле солнечная вспышка вызывает неожиданное увеличение Sq длительностью 20-30 мин, поэтому эффект солнечной вспышки обозначают Sqa , где значок a указывает на увеличение интенсивности. В момент вспышки возрастает поток жесткого излучения от Солнца; это приводит к увеличению ионизации, росту электропроводности ионосферы и усилению электрического тока, вызывающего Sq . Резкое увеличение ионизации в более низких областях ионосферы вызывает заметное поглощение радиоволн и перерывы радиосвязи на большие расстояния.

Магнитная буря. Особенно интенсивные магнитные возмущения, распространяющиеся на весь земной шар, называют магнитными бурями. Некоторые магнитные бури начинаются неожиданно и почти одновременно по всей Земле, а другие развиваются постепенно. Признаком внезапно начинающейся магнитной бури служит резкое изменение всех трех магнитных элементов на магнитограмме. Горизонтальный компонент H внезапно увеличивает интенсивность, чему иногда предшествует небольшой отрицательный импульс. При внезапном начале бури амплитуда вариации максимальна в авроральных зонах и уменьшается по направлению к экватору; увеличение Sq и L наблюдается в пределах узкого пояса на магнитном экваторе в дневные часы. После внезапного начала бури линия записи горизонтального компонента H в течение нескольких часов обычно располагается выше уровня, предшествовавшего буре; этот этап (положительных значений) рассматривается как первая или начальная фаза. Значения H составляют от 10 до 20 гамм в средних широтах. За этой фазой следует существенное уменьшение до значений значительно ниже нормальных. Падение амплитуды на несколько десятков гамм во время бури средней интенсивности отвечает ее главной фазе. Максимальное отклонение достигается через 12 ч. Вслед за этим значительным уменьшением происходит медленное возвращение к нормальному уровню, которое обычно длится несколько дней. Эти особенности представляют собой осредненные характеристики магнитных бурь в средних и низких широтах; характеристики отдельных бурь могут существенно отличаться от средних. Крупные магнитные бури проходят эти фазы быстрее, чем слабые. По мере приближения к авроральной зоне на изменения магнитного поля, связанные с магнитной бурей, накладываются магнитные бухты. Изменения поля здесь гораздо более нерегулярные и интенсивные, чем в низких широтах; вариации во время бурь могут достигать нескольких тысяч гамм. В пределах полярных шапок (околополярные области внутри авроральной зоны) степень возмущения несколько меньше, чем в авроральной зоне, но гораздо более сильная, чем на низких широтах. Вариации в высоких широтах свидетельствуют о существовании интенсивных и концентрированных авроральных электроджетов, которые обычно направлены на восток перед "магнитной полночью" и на запад -после нее. Магнитная полночь определяется как время, когда Солнце располагается над магнитным меридианом, противоположным тому, на котором располагается станция; различие между локальной полночью и магнитной полночью зависит от положения станции (и в некоторой степени от времени года), это различие весьма незначительно в низких широтах, но в высоких широтах может достигать более одного часа. Электроджет, направленный к западу, гораздо сильнее ориентированного на восток; общая сила тока для бури средней интенсивности составляет 300 000 ампер и даже более во время максимума после магнитной полночи. Часто магнитные бури происходят через 1-2 дня после солнечной вспышки из-за прохождения Земли через поток частиц, выброшенных Солнцем. Исходя из времени запаздывания, скорость такого корпускулярного потока оценивают в несколько миллионов км/ч. Теория магнитных бурь была развита С. Чапменом, В. Ферраро, Х. Альфвенем, С. Зингером, А. Десслером, Е. Паркером и другими. Когда на некотором расстоянии от Земли поток солнечных частиц -протонов и электронов -сталкивается с земным магнитным полем, это вызывает "магнитный удар", который в виде сильной гидромагнитной ударной волны проходит через окружающий Землю электропроводящий газ. Внезапное начало магнитной бури означает приход гидромагнитной ударной волны. Солнечный-газ, обволакивая Землю, сжимает ее магнитное поле и, следовательно, увеличивает его интенсивность. Рост магнитного поля в начальной фазе магнитной бури происходит как следствие этого эффекта. Некоторые из солнечных частиц захватываются земным магнитным полем на расстоянии более 40 000 км от Земли. Когда движение заряженной частицы в магнитном поле ориентировано косо по отношению к магнитной силовой линии, она перемещается по спирали вокруг этой линии. По мере того, как она вторгается в область с интенсивным магнитным полем, составляющая ее скорости, параллельная вектору напряженности поля, постепенно уменьшается, а скорость вращения возрастает, при этом общая скорость остается постоянной. Когда параллельная полю составляющая скорости становится нулевой, частица как бы отражается и начинает двигаться назад вдоль силовой линии, продолжая спиралевидное вращение вокруг нее (точка, где происходит отражение, называется "точкой магнитного зеркала", по аналогии с обычным

оптическим зеркалом, отражающим свет). Таким образом, захваченные магнитным полем заряженные частицы, вращаясь по спирали вокруг силовых линий, колеблются между двумя зеркальными точками, одна из которых расположена в северном, а другая - в южном полушарии. Магнитное поле ослабевает с увеличением расстояния от Земли, из-за чего увеличивается радиус кривизны спирального движения частиц вокруг силовых линий на внешней части траектории. К тому же магнитные силовые линии выгнуты наружу, поэтому колеблющиеся вдоль них частицы испытывают центробежное ускорение, направленное от Земли, что способствует увеличению радиуса кривизны траектории частицы в ее части, более удаленной от Земли по сравнению с более близкой к Земле. А поскольку протоны и электроны вращаются вокруг магнитных силовых линий в противоположных направлениях, эти эффекты вызывают дрейф протонов в западном направлении, а электронов - в восточном. Суммарная скорость дрейфа зависит от энергии частицы и угла, образованного вектором ее скорости с силовой линией, когда частица пересекает экватор. Эти два фактора лежат в некотором диапазоне, поэтому частицы имеют различные скорости дрейфа и, захваченные земным магнитным полем, быстро распределяются, формируя оболочку вокруг Земли. Западный дрейф протонов и восточный дрейф электронов есть не что иное, как электрический ток, "размазанный" по оболочке. Этот ток, имеющий повсюду западное направление, генерирует магнитное поле, направленное так, что оно ослабляет магнитное поле Земли. Этим можно объяснить особенности главной фазы магнитной бури.

Микропульсации. Они представляют собой быстрые колебания небольшой амплитуды, которые наблюдаются как в спокойные, так и в возмущенные периоды. В средних и низких широтах часто наблюдаются два условных класса микропульсаций: Pc и Pt. Микропульсации Pc продолжаются более или менее непрерывно в течение многих часов с периодом от 10 до 60 сек; их амплитуда составляет порядка 0,1 гамма. Pt состоят из рядов пульсаций с небольшой амплитудой, каждый ряд продолжается от 10 до 20 мин, индивидуальные пульсации имеют период от 40 с до нескольких минут и амплитуду ок. 0,5 гаммы. Пульсация Pc происходит наиболее часто в утренние часы. Pt часто ассоциируется с магнитными бурями и наблюдается чаще всего ночью. При использовании более чувствительных приборов, чем обычные вариометры, выявляются пульсации с более короткими периодами. С достаточной надежностью наблюдались колебания с частотой 2 Гц, но, возможно, существуют пульсации и с большей частотой. Амплитуда быстрых пульсаций очень мала - порядка 0,1 гаммы или меньше. Для их измерения используется катушка с большим числом витков проволоки (до 20 000) или огромная проволочная петля, охватывающая площадь 50-75 км², а также квантовые магнитометры. В авроральных зонах и вблизи них выявлены гигантские микропульсации с амплитудой, значительно большей, чем у Pc, достигающей нескольких десятков гамм. Огибающая гигантской микропульсации постепенно возрастает и уменьшается с периодом от одной до нескольких минут. В авроральной зоне также выявлены пульсации с периодами в несколько минут, некоторые из них состоят из нескольких почти синусоидальных колебаний, продолжающихся в течение нескольких часов. Наиболее часто они возникают в годы высокой солнечной активности. В авроральной зоне наблюдаются и более быстрые микропульсации с периодом от нескольких секунд до 30 с, связанные, по-видимому, с авроральной активностью. Феномен гигантских микропульсаций не вполне исследован. Высказывается предположение, что некоторые их типы обусловлены колебаниями магнитных силовых линий во внешней области атмосферы Земли.

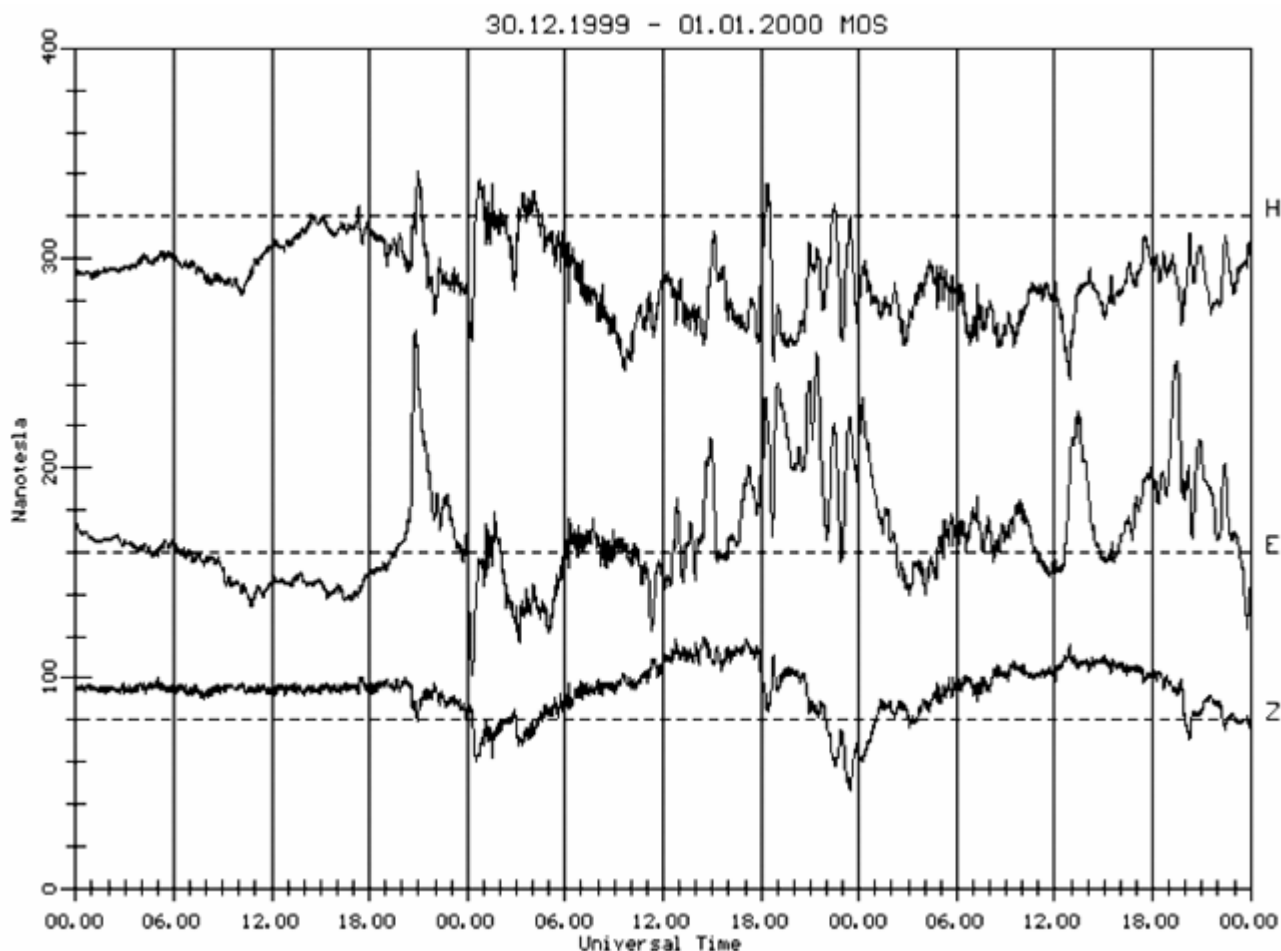
Геомагнитное поле в высоких слоях атмосферы. С началом запуска ракет и спутников в высокие слои атмосферы геомагнитное поле стало предметом пристального интереса. Раньше полагали, что земное магнитное поле простирается на большие расстояния. Л.Бирман предположил, что хвосты комет, состоящие из ионов, вытягиваются в сторону от Солнца под напором непрерывно испускаемого им потока заряженных частиц. По его расчетам, плотность ион-электронных пар вблизи Земли составляет ок. 100/см³. Идея была поддержана Е.Паркером, который назвал этот непрерывный корпускулярный поток "солнечным ветром". По его расчетам, если солнечный ветер действительно существует, земное магнитное поле должно быть сосредоточено в ограниченной области вокруг Земли, размер и форма которой зависят от силы солнечного ветра. Согласно данным магнитометра, установленного на космическом

аппарате "Пионер-1" (1958), граница земного магнитного поля в направлении Солнца находится на расстоянии ок. 80 000 км от Земли (магнитосфера Земли). За пределами этой зоны зарегистрировано магнитное поле интенсивностью порядка 10 нТ. В межзвездном пространстве существует магнитное поле порядка 0,1 нТ. Важное открытие было сделано группой ученых под рук. Дж. Ван Аллена в 1958. С помощью приборов, установленных на первом в США спутнике "Эксплорер-1", они обнаружили, что во внешней атмосфере Земли существует радиация высокой интенсивности. Измерения, сделанные с советских спутников под руководством С.Н.Вернова и А.Е.Чудакова (1958), выявили вторую зону радиации. Эти зоны получили название радиационных поясов, или поясов Ван Аллена. Первый пояс простирается от 960 до 8000 км над земной поверхностью; второй -от 16 000 до 64 000 км. В пределах внутреннего пояса имеются протоны с высокой энергией. Протоны малой энергии и электроны заполняют более обширную область. Захват заряженных частиц земным магнитным полем впоследствии был проверен в экспериментах "Аргус" (1958), когда с помощью ядерного взрыва на больших высотах во внешние слои атмосферы были искусственно введены электроны. Оказалось, что захваченные электроны остаются в тонкой оболочке магнитосферы в течение нескольких дней.

Земные токи. Земные, или теллурические, токи текут в приповерхностном слое земной коры. Косвенно об их существовании можно заключить на основе измерений потенциометром разности потенциалов между двумя электродами, помещенными в грунт. Измеренная разность потенциалов представляет собой электродвижущую силу, возникающую в результате электрических токов, величина которых зависит от сопротивления коры. Величина сопротивления (от 100 до нескольких миллионов и более Ом·см) зависит от геологической структуры и заметно меняется с глубиной. Поскольку верхний слой коры земной обладает электропроводностью, меняющееся магнитное поле индуцирует в нем электрические токи. Например, магнитная вариация S_q индуцирует глобальные земные токи. Поскольку сопротивление Земли не изотропно, земные токи обладают преимущественным направлением. Исследование земных токов в авроральных зонах служит хорошим индикатором полярных возмущений, а также полезны для изучения микропульсаций.

1.4 Вариации магнитного поля Земли.

Амиантов А.С., Зайцев А.Н., Одинцов В.И., Петров В.Г. "Вариации магнитного поля Земли", база цифровых данных магнитных обсерваторий России за период 1984-2000 гг. на CD-ROM. М. Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН. 2001. 44с.
<http://www.izmiran.ru/stp/polar/PAPERS/cdrom.pdf>



Запись вариаций магнитного поля в обсерватории Москва для периода магнитной бури 30 декабря 1999 – 01 января 2000 (длительность записи трое суток). Компоненты H, E(D), Z, чувствительность в нанотеслах, цифровая регистрация в 1-мин. формате на приборе ЦМВС-2/2000, обработка на персональном компьютере IBM-PC.

Луговенко Владислав Николаевич, д.ф.м.н., профессор, экстрасенс, с.н.с. в ИЗМИРАН. Ведет большую работу по изучению "дыхания Земли".

Луговенко В.Н. Атлас графиков временных вариаций космоземного поля (за период 1998-2002 гг. и за период 2003-2007 гг.).+

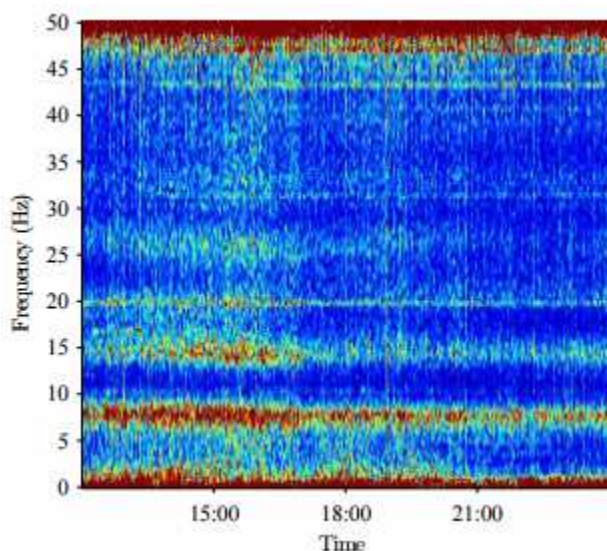
Mantas Landauskas, Minvydas Ragulskis, Research Group for Mathematical and Numerical Analysis of Dynamical Systems, Kaunas University of Technology

Alfonsas Vainoras, Lithuanian University of Health Sciences.

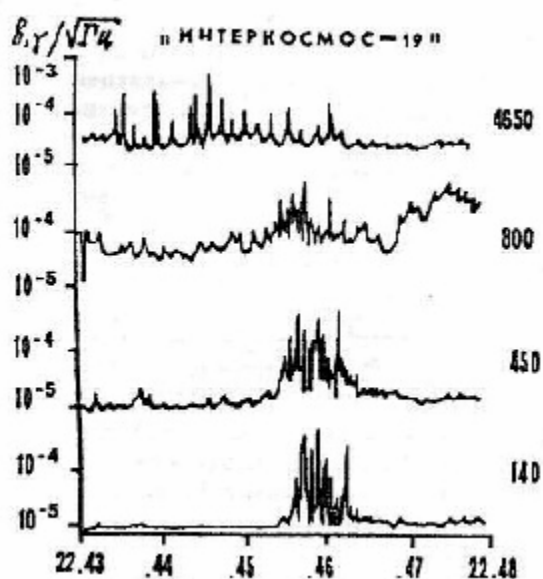
Algebraic and spectral analysis of local magnetic field intensity.

Proc. of the Lithuanian Mathematical Society, Ser. A Vol. 56, 2015, p.54-59.

В результате исследования динамика магнитного поля Земли показано, что основная частота колебаний составляет 8Гц. Максимальная интенсивность колебаний происходит с 14 до 16 часов.



Зависимость интенсивности колебаний магнитного поля Земли от частоты и времени суток.



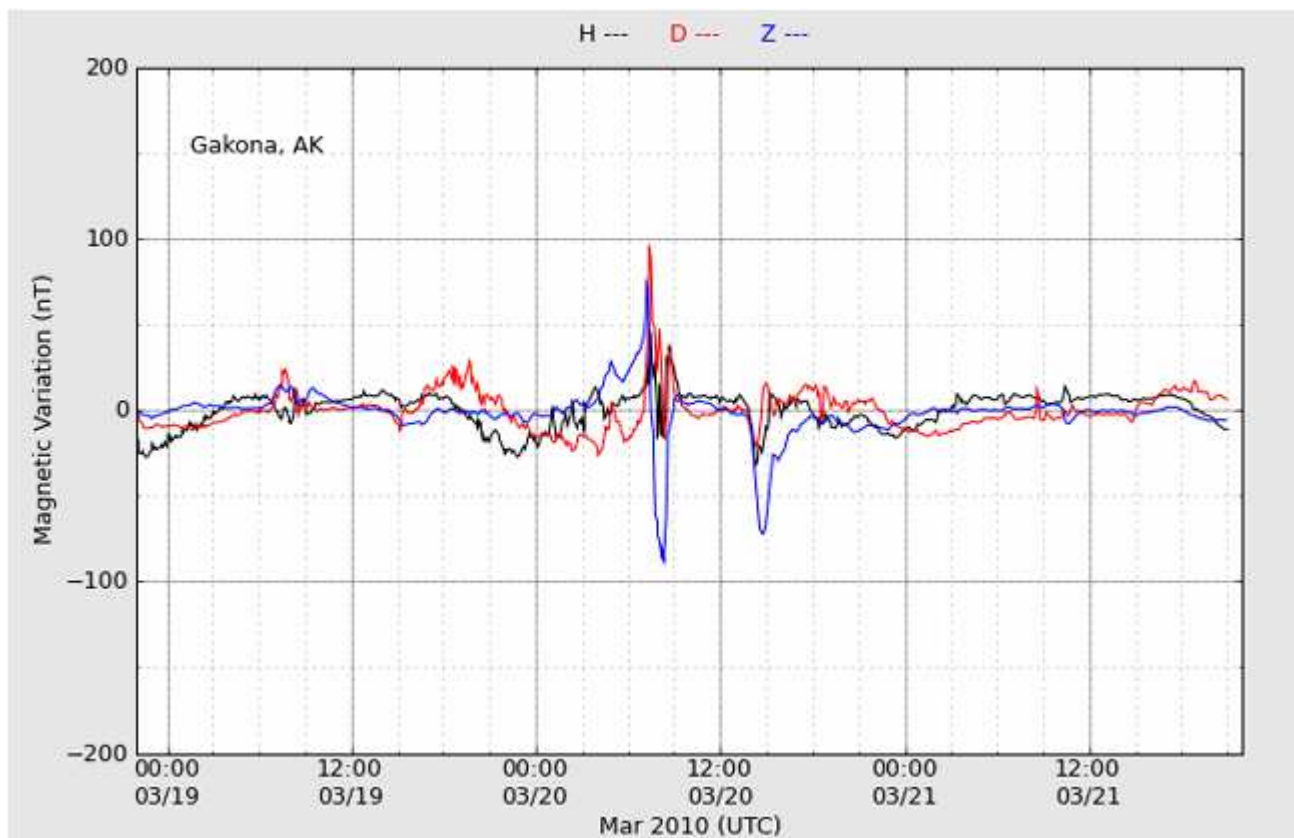
Запись магнитной составляющей излучения Земли, записанная спутником «Интеркосмос-19».

Геомагнитные вариации

Изменение магнитного поля Земли во времени под действием различных факторов называются геомагнитными вариациями. Разность между наблюдаемой величиной напряженности магнитного поля и средним ее значением за какой-либо длительный промежуток времени, например, месяц или год, называется геомагнитной вариацией. Согласно наблюдениям, геомагнитные вариации непрерывно изменяются во времени, причем такие изменения часто носят периодический характер.

Суточные вариации геомагнитного поля возникают регулярно в основном за счет токов в ионосфере Земли, вызванных изменениями освещенности земной ионосферы Солнцем в течение суток.

Магнитное поле Земли описывается семью параметрами. Для измерения земного магнитного поля в любой точке, мы должны измерить направление и напряженность поля. Параметры, описывающие направление магнитного поля: склонение (D), наклонение (I). D и I измеряются в градусах. Напряженность общего поля (F) описывается горизонтальной компонентой (H), вертикальной компонентой (Z) и северной (X) и восточной (Y) компонентами горизонтальной напряженности. Эти компоненты могут быть измерены в Эрстедах (1 Эрстед=1 гауссу), но обычно – в наноТеслах ($1\text{ нТ} \times 100\,000 = 1\text{ эрстеду}$).



Суточная геомагнитная вариация за период 19.03.2010 12:00 по 21.03.2010 00:00.

Нерегулярные вариации магнитного поля возникают вследствие воздействия потока солнечной плазмы (солнечного ветра) на магнитосферу Земли, а так же изменений внутри магнитосферы и взаимодействия магнитосферы с ионосферой.

27-дневные вариации существуют как тенденция к повторению увеличения геомагнитной активности через каждые 27 дней, соответствующих периоду вращения Солнца относительно земного наблюдателя. Эта закономерность связана с существованием долгоживущих активных областей на Солнце, наблюдаемых в течении нескольких оборотов Солнца. Эта закономерность проявляется в виде 27-дневной повторяемости магнитной активности и магнитных бурь.

Сезонные вариации магнитной активности уверенно выявляются на основании среднемесячных данных о магнитной активности, полученных путем обработки наблюдений за несколько лет. Их амплитуда увеличивается с ростом общей магнитной активности. Найдено, что сезонные вариации магнитной активности имеют **два максимума, соответствующие периодам равноденствий, и два минимума, соответствующие периодам солнцестояний**. Причиной этих вариаций является образование активных областей на Солнце, которые группируются в зонах от 10 до 30° северной и южной гелиографических широт. Поэтому в периоды равноденствий, когда плоскости земного и солнечного экваторов совпадают, Земля наиболее подвержена действию активных областей на Солнце.

11-летние вариации. Наиболее ярко связь между солнечной активностью и магнитной активностью проявляется при сопоставлении длинных рядов наблюдений, кратных 11 летним периодам солнечной активности. Наиболее известной мерой солнечной активности является число солнечных пятен. Найдено, что в годы максимального количества солнечных пятен магнитная активность также достигает наибольшей величины, однако возрастание магнитной активности несколько запаздывает по отношению к росту солнечной, так что в среднем это запаздывание составляет один год.

Вековые вариации – медленные вариации элементов земного магнетизма с периодами от нескольких лет и более. В отличие от суточных, сезонных, и других вариаций внешнего происхождения, вековые вариации связаны с источниками, лежащими внутри земного ядра. Амплитуда вековых вариаций достигает десятков нТл/год, изменения среднегодовых значений таких элементов, названы вековым ходом. Изолинии вековых вариаций концентрируются вокруг нескольких точек – центры или фокусы векового хода, в этих центрах величина векового хода достигает максимальных значений.

<https://pandoraopen.ru/2010-04-14/teoriya-magnitnogo-polya-zemli-mexanizm-vozniknoveniya-struktura-magnitnye-buri-perepolyarizaciya/>

1.5 Литература по земному магнетизму.

Книги по магниторазведке.

<https://www.twirpx.org/files/geologic/geophysics/exploration/magnetic/>



1974- Акасофу Сиу Иши, Чепмен Сидей. Солнечно-земная физика, ч. 1-2, М., 1974-1975. Фундаментальный труд одного из крупнейших геофизиков С. Чепмена и его сотрудника С. И. Акасофу подводит итоги достижениям солнечно-земной физики -научного направления, охватывающего многообразные влияния Солнца и его излучений на различные земные явления. В первую часть вошли разделы, посвященные физике солнечно-земных связей для спокойного Солнца. Авторы знакомят читателя с Солнцем как звездой, характером его излучения, особенностями межпланетной среды. Далее следуют разделы, описывающие Землю, ее внутреннее строение, геомагнитное поле, его вариации и происхождение. Затем подробно рассматривается земная атмосфера, происходящие в ней фотохимические реакции, а также поведение ионов и нейтральных частиц в верхней атмосфере. Заключительные разделы посвящены динамике верхней атмосферы, в том числе циркуляции атмосферы, приливным колебаниям и динамо-эффекту.



1983-Белов К.П., Бочкарев Н.Г. Магнетизм на Земле и в космосе. 1983. 192с. Книга содержит научно-популярное изложение современных представлений о магнетизме. Приведены данные о магнитных свойствах микрочастиц, атомов, слабомагнитных (диамагнитных и парамагнитных) и сильномагнитных (магнитоупорядоченных) веществ. Рассмотрен вопрос о магнетизме живых организмов. Приведены примеры некоторых новейших применений магнетизма и электромагнетизма технике. Систематизированы сведения по магнетизму космических объектов: планет, Земли, Солнца, звезд, межпланетной и межзвездной среды и галактик. Показана универсальность магнетизма в природе. В книге имеется большое количество иллюстраций.

Бледнов Вадим Алексеевич (1937-) радиотехник, физик-магнетолог, исследователь аномальных явлений, изобретатель, д.ф.м.н., зав. лабораторией. В 1960 году окончил Ленинградский электротехнический институт им. В.И.Ульянова (Ленина). В 1975 в ИЗМИРАНе защитил кандидатскую диссертацию, в 1991 в Свердловском институте физики металлов-докторскую диссертацию. В 1960-1965 годах работал в НИИ над созданием магнитных систем управления. В 1965-67 учился в аспирантуре Главной геофизической обсерватории (Ленинградской ГГО). С 1967 работает в С-Петербургском филиале Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН (СПФ ИЗМИРАН). Занимается измерением компонент геомагнитных полей с борта движущегося ферромагнитного носителя (с морских и воздушных судов). В этом случае благодаря принципу решения подобной задачи Пуассоном, поля ферромагнитных масс не мешают, а помогают сверхточному измерению магнитного поля Земли и сверхточной магнитной навигации (в том числе и на подводных лодках). В 1998 предлагал применить этот же принцип для дистанционного зондирования с борта самолета технического состояния трубопроводов и подземных кабелей.

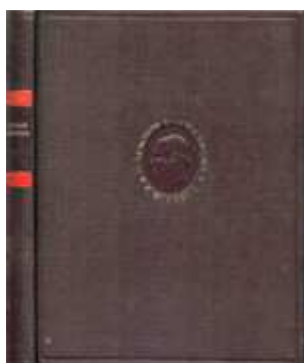
-Бледнов В.А. УФН т.164, 1994, N9, с.1001-1005; ДАН т.341, 1995, N2, с.251-254; ДАН т.355, 1997, N1, с.101-103; УФН т.167, 1997, в.10, с.1113-1118].

E-mail: galina@admin.izmi.as.apb.ru



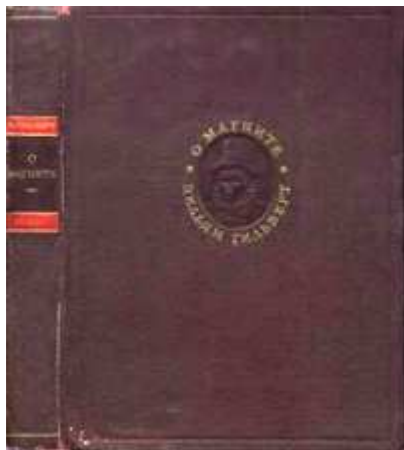
2011-**Бочкарев Н.Г.** Магнитные поля в космосе. М. URSS. 2011. 216с. Без знания строения магнитных полей нельзя понять происходящие в Космосе процессы. Магнитные поля белых карликов и нейтронных звезд очень сильны и искажают атомную структуру вещества, а в межзвездной среде они очень слабы, но важны для образования звезд. Магнетизм - универсальное свойство материи - в Космосе играет особенно важную роль. В настоящей книге описываются магнитные поля и их проявления во всех основных типах космических объектов, начиная с планеты Земля и кончая такими удаленными объектами, как радиогалактики и квазары; рассказывается о происхождении, эволюции и методах изучения магнитных полей. Магнитные поля определяют все проявления солнечной активности и многие процессы солнечно-земных связей. По ходу изложения объясняются некоторые астрономические термины, встречающиеся в работе. Издание дополненное. В начале книги в качестве введения рассказывается о поведении заряженных частиц и плазмы, состоящей из них, в магнитном поле.

Вакье В. Геомагнетизм в морской геологии. Л., 1976.



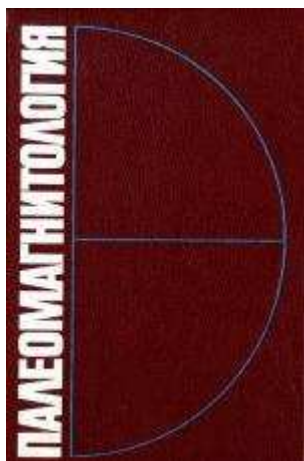
1952-**Гаусс К.Ф.** Избранные труды по земному магнетизму. Издательство Академии наук СССР, 1952. 345с. Из трех элементов, определяющих проявление земного магнетизма в данном месте, -склонения, наклонения и напряженности -прежде всего стал предметом исследования первый, много позднее -второй и, наконец, лишь в последнее время -третий. Это объясняется тем, что склонение представляет непосредственный интерес для мореплавателей и геодезистов и что наклонение могло казаться гораздо ближе к склонению, нежели напряженность.

<http://www.twirpx.org/file/695130/>

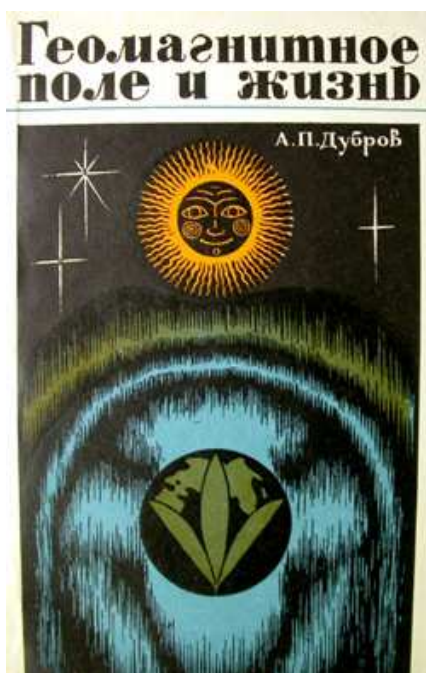


1956-Гильберт В. О магните, магнитных телах и о большом магните -Земле. Новая физиология, доказанная множеством аргументов и опытов. АН СССР. М. 1956. 413с. В труде «О магните, магнитных телах и о большом магните -Земле» ученый впервые последовательно рассмотрел магнитные и электрические явления. В этой книге описано более 600 проделанных Гильбертом опытов и изложены выводы, к которым пришел ученый. Именно в данной работе было сделано предположение, что Земля является гигантским магнитом. Кроме того велико влияние труда на развитие научного познания -впервые в истории, задолго до Бэкона Гильберт провозгласил опыт критерием истины и все положения проверял в процессе специально поставленных экспериментов. <http://www.twirpx.org/file/468148/>

Гнедин Ю.Н., (д.ф.м.н., ГАО РАН) Межгалактическое магнитное поле.
<http://www.inauka.ru/astronomy/article99696/print.html>



1982-Гончаров Г.И., Комиссарова Р.А., Писаревский С.А., Погарская И.А., Ржевский Ю.С., Родионов В.П., Слауцитайс И.П., Храмов А.Н. Палеомагнетизм. Недра, Ленинград, 1982. 312с.



I. Общие сведения о геомагнитном поле	11
Элементы геомагнитного поля	12
Постоянное магнитное поле	13
Переменное магнитное поле и его вариации	16
Спокойные и возмущенные вариации магнитного поля	16
Геомагнитные пульсации	18
Магнитная активность	18
Магнитные возмущения	20
II. Роль геомагнитного поля в жизнедеятельности организмов на Земле	23
Глобальность и универсальность синхронного хода некоторых биологических процессов	25
Прямые и косвенные доказательства влияния ГМП на биологические объекты	33
Опыты с экранированием биологических объектов от влияния ГМП	35
Наблюдения за людьми под водой и в космосе	42
Эксперименты с компенсацией ГМП	44
Биологическое действие искусственных слабых магнитных полей	49
Ориентация биологических объектов относительно геомагнитных полюсов	57
Медико-биологический статистический анализ	60
Коллоидные системы и физико-химические реакции	67
III. Вопросы частной геомагнитобиологии	71
Человек	71
Влияние ГМП на организм здорового человека	71
Организм больного человека	79
Различные виды заболеваний	83
Биологическое действие аномального геомагнитного поля	85
Животный мир	86
Микроорганизмы и вирусы	87
Насекомые	87
Ориентация насекомых	90
Птицы и ГМП	95
Возможные механизмы ориентации у птиц	100
Рыбы	103
Различные представители животного мира	106
Растения	108
IV. Возможные механизмы биологического действия геомагнитного поля	118
Приложение	127
Список литературы	135

1974-Дубров А.П. Геомагнитное поле и жизнь. Гидрометеиздат. 1974. 176с. В книге впервые в отечественной литературе собраны обширные и разносторонние данные о действии магнитного поля Земли на живые организмы, в частности на такие фундаментальные свойства их, как ритмичность, полярность, диссимметрия, ориентация в пространстве, и даже наследственность и ее изменчивость. Тщательно рассматриваются доказательства, подтверждающие роль геомагнитного поля для гомеостаза живых организмов, много внимания уделено вопросу о влиянии геомагнитной активности на состояние здоровых и больных людей. Книга содержит обширную библиографию (647 источников) по биологическому действию геомагнитного поля в самых различных аспектах. https://www.phantastike.com/other/geomagnetic_field/djvu/
<http://www.booksshare.net/index.php?author=dubrov-ap&book=1974&category=biol&id1=4>

А. И. Дьяченко

МАГНИТНЫЕ ПОЛЮСА ЗЕМЛИ



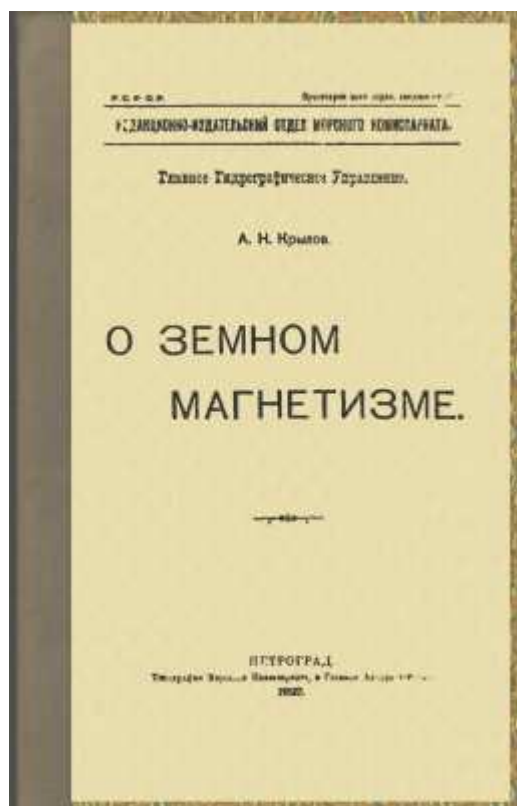
Издательство Московского центра
непрерывного математического образования
Москва • 2003

2003-Дьяченко И.А. Магнитные полюса Земли. М.: Издательство Московского центра непрерывного математического образования. 2003. 48с. Географические полюса нашей планеты располагаются в Арктике и Антарктиде. А куда мы в конце концов придём, если будем идти по компасу точно на север? На северный географический полюс? Нет, магнитный северный полюс не совпадает с географическим. И в разные годы стрелка компаса может привести нас в разные места: магнитные полюса, в отличие от географических, не стоят на месте! В брошюре рассказывается о магнитном поле Земли, об истории изучения магнитных полюсов, а также об истории перемещения полюсов и нынешнем их движении. <https://www.twirpx.org/file/1232206/>





1987-Касьяненко Л.Г., Пушков А.Н. Магнитное поле, океан и мы. 1987. 192с. Авторы книги, геофизики-магнитологи, много лет посвятили изучению магнитного поля Земли на акватории Мирового океана. В книге рассматриваются те возможности, которые открываются для решения задач океанологии при проведении морских магнитных съемок. Авторы показывают трудности и романтику морских экспедиционных исследований, а также проблемы, возникающие перед морской геофизикой при расшифровке сложной и еще не до конца познанной связи между магнитным полем Земли и историей происхождения океанов.



1922-Крылов Алексей Николаевич. О Земном магнетизме. Петроград. Типография морского комиссариата. 1922. 196с. Краткое историческое введение. Необходимые сведения из учения о магнетизме вообще. Основания учения о земном магнетизме и начало математической теории его. Основания устройства и общее описание приборов, служащие для определения элементов земного магнетизма. Общие указания и правила пользования переносными магнитными приборами при определении элементов земного магнетизма. О магнитной съемке.



1962-Куликов Константин Алексеевич. Движение полюсов Земли. 2-е издание. М. 1962. 87с. (первое издание 1956 год) <https://www.twirpx.org/file/2230815/>



-Заболотная Н.А. Индексы геомагнитной активности.

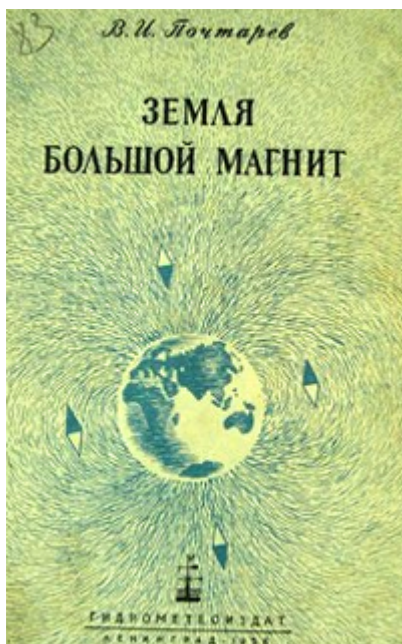


1959-Малинина Наталья Е. Магнитное поле Земли. М. Связьиздат. 1959. 40с. В настоящей лекции изложены основные сведения о земном магнетизме, о магнитном поле Земли. Изучение земного магнетизма имеет большое практическое и теоретическое значение. Магнитный компас до сих пор является одним из основных навигационных приборов как на морских судах, таи и на самолетах. Пользование компасом вызывает потребность в "магнитных" картах, на которых представлено географическое распределение земного магнетизма. Изучая пространственное распределение магнитного поля Земли, геологи получают сведения о строении земной коры, в частности, о местонахождении некоторых полезных ископаемых (железных руд и др.). Изучение магнитных бурь помогает понять закономерности явлений в ионосфере, влияющих на распространение радиоволн. Теоретическое значение исследования земного магнетизма определяется тем фактором, что, как выяснено в настоящее время, не только земной шар, но и Солнце и многие звезды обладают собственными магнитными полями, имеющими много общего. Поэтому изучение земного магнетизма необходимо для правильного понимания основных вопросов происхождения Земли, Солнца и звезд.

Пальчиков Николай Дмитриевич. Материалы к вопросу о месячных аномалиях земного магнетизма. Диссертация. 1886. Харьков.

Петров Н.В. (СПб.) Решение проблемы изменения климата Земли с позиции закона магнитных ритмов в космосе. <http://www.shut-ki.net/nauk/read/Reshenie-problemy-izmenenija-klimata.html>
Магнитные ритмы космоса управляют электрическими циклами эволюционных процессов, в том числе и циклами климата Земли. В статье представлены материалы исследования причины изменения климата Земли, и установлено, что циклы изменения климата Земли напрямую связан с ходом эволюции планеты и регулируется сменой полярности магнитного поля Галактики Млечный Путь через регулирование вспышечной активности Солнца и его магнитные ритмы. Земля является электромагнитной автоколебательной системой, и потому ход её эволюции связан с потреблением энергии Солнечного ветра. Солнце и Земля объединены электрическим резонансом, что даёт возможность автоматическому регулированию эволюции планеты. Современные аномальные процессы таяния льдов полярных шапок, а также предыдущий процесс образования льдов Северного Ледовитого океана, вечной мерзлоты на его дне и углеводородов, напрямую связаны с изменением вспышечной активности Солнца, от которой зависит энергетическое дыхание планеты. Динамика движения Солнечной системы приводит к тому, что через каждые 13 000 лет система планет переходит через экваториальную плоскость между двумя магнитными полушариями Млечного Пути, периодически оказываясь в пространстве с разной полярностью магнитного поля, с разной

плотностью и разными электрическими зарядами космических частиц. Последовательная череда нарастающих по длительности циклов Маундеровских минимумов (спокойного Солнца) завершается в эпоху Стрельца длительным минимумом (в несколько тысяч лет) вплоть до начала эпохи Льва зодиакального года.



1958-Почтарев Виктор Иванович. Земля большой манит. Гидрометеоиздат. Л. 1958.



1966-Почтарев В.И. Магнетизм Земли и космического пространства. М. Наука. 1966. 144с. В книге изложены основные сведения о магнитном поле Земли и связанных с ним явлениях, а также о магнитных полях других планет. Рассказывается о практическом использовании земного магнетизма в геологии, в навигации, в связи. Приведены достижения, полученные в этой области знаний в течение Международного геофизического года и Года спокойного Солнца.



1974-Почтарев Виктор Иванович. Земля -большой магнит. Л. Гидрометеиздат. 1974. 160с.++
В книге рассказывается об истории развития науки о магнетизме, приводятся основные сведения о магнитном поле Земли в свете современных исследований, о магнетизме космического пространства, планет (и Луны), о структуре и внешней границе магнитосферы Земли.



1986-Почтарев В.И., Михлин Берка З. Тайна намагниченной Земли. М. Педагогика. 1986. 112с.
В книге рассказывается о современных исследованиях природы магнитного поля Земли. Читатели узнают о физической сущности земного магнетизма, его изменениях в пространстве и времени, что не только поможет школьникам в изучении физики, но и существенно расширит их представление о нашей планете.



1961-Пушков Н.В. Магнетизм в космосе. М. Знание. 1961. 48с. В брошюре директора Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн Академии наук СССР, Лауреата Ленинской премии Н.В.Пушкова рассказано об исследованиях магнетизма Земли и космических тел при помощи спутников и космических ракет. Автор знакомит с результатами измерений магнитных полей Земли и Луны, проведенных на спутниках и ракетах, и их значением для науки о космическом магнетизме.



Родионов Борис Устинович (1939-), д.ф.м.н., профессор кафедры микро-и космофизики МИФИ, Москва. Организатор двух последних московских конференций по Тунгусской проблеме, в 2003 г. возглавил международную научную экспедицию в эпицентр. Активный участник московского коллектива исследователей Тунгусской проблемы.

[http://wiki.mephist.ru/wiki/Родионов Борис Устинович](http://wiki.mephist.ru/wiki/Родионов_Борис_Устинович)

- Тунгусский метеорит,
- Новая теория атома, флюксы-атомы в виде нитей, флюоны-атомы в виде тора.
- измерение ноосферных токов, прибор фамметр (флюксовый амперметр).

Ноосферные токи.

Более ста лет в геофизике существует проблема так называемых «вертикальных токов», якобы, текущих вдоль земного радиуса и проходящих через недра и атмосферу Земли [1-4]. Геофизики рассматривали “вертикальные токи” в связи с необходимостью объяснения региональных пространственных изменений горизонтальной составляющей геомагнитного поля (склонений). Уже первые карты распределения “вертикальных токов”, рассчитанных Рюккером для Британских островов (1891 г. [1]), дали парадоксально большую величину плотности этих гипотетических токов -до 2 А/км² на севере Шотландии. Эта величина приближается к средней плотности подземных -теллурических -токов, но почти в миллион раз превосходит среднюю плотность ионного тока в атмосфере на уровне земли [5]. К настоящему времени ситуация ещё более обострилась -с увеличением точности магнитных измерений и с уменьшением расстояний между измерительными станциями до метров выяснилось, что величины “вертикальных токов” в разных точках Земли могут быть значительно выше, чем это следовало из первых работ [1-3]. По геомагнитным измерениям на площадках с поперечниками в десятки

метров Н.В.Куланин определил, что плотности “вертикальных токов” могут достигать фантастических величин -порядка 100 А/м²! На более или менее контрастном рельефе по данным Н.В.Куланина они обычно варьируются в пределах от 10 мкА/м² до 10 мА/м² (от 10 А/км² до 10 кА/км² [4]).

Сегодня эти таинственные “вертикальные токи” по именам первых исследователей иногда называют токами Шмидта-Бауера, а саму проблему странных локальных изменений магнитного склонения на местности, для чего эти токи и были “придуманы”, называют проблемой “непотенциальности геомагнитного поля”. Поскольку средняя плотность ионного тока в атмосфере определяется плотностью ионизации воздуха радиоактивными излучениями и космическими лучами, а также средней напряженностью электрического поля у поверхности земли (130 В/м [5]), которые относительно постоянны, то нет никаких оснований с помощью обычного дрейфа атмосферных ионов объяснить столь сильные “вертикальные токи”. Значительно большие плотности токов наблюдаются только при грозах, но приведенные выше данные характерны для условий обычной (хорошей) погоды.

Аппаратура.

Мы использовали схему измерений с неподвижными кольцами из магнитного материала, магнитная индукция в которых изменяется не за счет их механического вращения, а с помощью импульсов тока, периодически перемагничивающих неподвижный магнитный материал колец. Магнитная индукция колец при подаче «считывающего» импульса тока всякий раз изменялась бы от неизвестной величины, зависящей от измеряемого тока i , до заранее известной (например, до полного насыщения магнитного материала). Эта чисто электронная схема, некогда предложенная профессором М.В.Немцовым для определения свойств ферромагнетиков, показалась нам предпочтительнее электромеханической, поскольку она исключала дорогостоящую высокоточную механику и артефакты, связанные с неизбежными механическими вибрациями быстро вращающегося ротора детектора. Такая схема была нами реализована в детекторе, способном к прямому (бесконтактному) измерению плотности тока любой природы в любых средах по создаваемой этим током циркуляции магнитного поля [7]. Разработанный и испытанный нами прибор назван фамметром (флюксовым амперметром, от лат. fluo, fluxi -течь, fluctus -волна, англ. flux -поток). Датчик фамметра представляет собой полый стальной тор высотой 30 мм с наружными внешним диаметром 150мм и внутренним 80мм.

Артефакты.

При испытаниях фамметра оказалось, что основная доля наблюдаемых нами спонтанных сигналов помимо «дрожания» с характерной для верхней частотной границы фамметра частотой $\sim 0,3$ Гц и амплитудой, обычно соответствующей изменению плотности тока j менее 1 мА/м², непрерывно и существенно изменяется во времени со средними характерными частотами порядка 10-2 Гц на величину, характерную для самих средних плотностей измеряемых токов $j \sim (1-10)$ мА/м². Именно эти крупные и сравнительно медленные изменения мы связываем с искомыми токами неионной природы и только их далее будем называть «спонтанными». Другие возможные изменения сигналов фамметра от любых других воздействий известной природы, которые мы назовем «случайными», нами учитывались и устранялись. «Спонтанные» сигналы, полученные по вышеприведенной методике, сначала кажутся совершенно хаотическими. Однако при последующих многочисленных экспериментах оказалось, что эти «хаотические» сигналы явно зависят от времени суток и даже закономерно реагируют на восход солнца.

Модель явления.

Из наших экспериментальных данных несомненно следует, что “вертикальные токи” связаны не с подвижностью обычных ионов в атмосфере, а текут в неких токопроводящих структурах самого “физического вакуума” (если говорить о вакууме как о материальной среде, с древнейших пор именуемой эфиром [8]). Наличие в пространстве таких нитевидных вихревых структур с необходимостью вытекает из самых общих и, казалось бы, самых абстрактных - математических -соображений.

В Хопрской «аномальной зоне» была зарегистрирована аномально высокая плотность тока 75мА/м².

Экстрасенсорика. По результатам измерений 11:45-13:12 от 8 декабря нельзя исключить, что В.А.Лебедев и Э.А.Садыгов, обладающие ярко выраженными экстрасенсорными способностями (таково общее мнению воронежцев -участников экспедиции), действительно каким-то образом “видят” места с повышенным “вертикальным током”. Во всяком случае смещение фамметра в соседнюю “контрольную” точку после 12:41 сразу же понизило измеренный ток.

Психофизика. В присутствии В.А.Лебедева в 21:56-22:15 9 декабря и 9:47-10:06 10 декабря “вертикальный ток” фамметра неизменно возрастал, приближаясь к рекордным величинам. Так, 9 декабря 2006 г. в 21:56 плотность тока достигла 60, а в 22:05 -63 мА/кв.м. Требуется проверки фантастическое (“лженаучное”) предположение о возможности воздействия экстрасенсов на измеряемый ток.

Литература:

1. Rücker A.V. Recent Researches on Terrestrial Magnetism. Nature, 1897. V.57, No 1468. P.160-163.
2. Bauer L.A. On Vertical Electric Currents and the Relation Between Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity. Terr.Magn., 1920.V.25, No 4. P.145-162
3. Schmidt A.F.K. Zur Frage der elektrischen Vertikalströme. Z.Geophys., 1924, V.1, S.281-284
4. Nicolas V.Kulanin. New Aspects of the Magnetogeomorphological Effect. Gravitation & Cosmology. V. 8. Supplement, 2002. Moscow. P.225-226.
5. Григорьев И.С. Мейлихов Е.З. Физические величины. Справочник. М., Энергоатомиздат, 1991, 1232с.
6. Б.У.Родионов. Гипотетические вихри темной материи. IV-я Всероссийская конф. «Университеты России -фундаментальные исследования. Физика элементарных частиц и атомного ядра». М., МИФИ, 2003, с.70-71.
7. B.U.Rodionov, M.V.Nemtsov, A.I.Zaitzev Registration of a Non-Ion Electrical Current In an Atmosphere. Proc. Second Int. Symp. on Uncondentional Plasmas -ISUP-06, Eindhoven, The Netherlands, p.151-154
8. Э.Уиттекер. История теории эфира и электричества. Классические теории. Ижевск: НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”, 2001, 512с.
9. Г.Корн, Т.Корн Справочник по математике для научных работников и инженеров. Изд. «Наука», М., 1973, с. 418-419.
10. Ю.И.Кулаков. Теория физических структур. Изд. ООО “Компания Юниверс Контракт”, М. 2004, 847 с.
11. Ю.С.Владимиров. Метафизика. Изд. БИНОМ. Лаборатория знаний. М 2002, 550с.
12. Ю.С.Владимиров. Геометрофизика. Изд. БИНОМ. Лаборатория знаний. М 2005, 600с.
13. Э.Келли Уравнения Максвелла как свойство вихревой губки. Статья в сборнике «Джемс Клерк Максвелл». Изд. «Наука», М., 1968, с. 326-338
14. B.U.Rodionov. Thready (linear) Dark Matter Possible Displays. Gravitation & Cosmology. V. 8. Supplement, 2002. Moscow. P.214-215.
15. А.Ольховатов и Б.Родионов “Тунгусское сияние”, изд. “Лаборатория базовых знаний”, М., 1999, 240с.
16. Б.У.Родионов «Атомы на нитях темной материи». Материалы 10-й Росс. конф. по хол. трансм. ядер хим. элементов и шаровой молнии, Дагомыс -Сочи. 2002, М., 2003, с.50-63.
17. S.E. Shnoll, I.A. Rubinshtejn, K. I. Zenchenko, V.A.Shlekhtarev, A.V Kaminsky, A.A. Konradov, N.V. Udaltsova “Experiments with rotating collimators cutting out pencil of alpha-particles at radioactive decay of Pu-239 evidence sharp anisotropy of space”, Progress in Physics 2005 V.1, No 1, pp. 81-84
18. V.A. Panchelyuga, V.A. Kolombet, M.S. Panchelyuga and S.E. Shnoll “Experimental investigations of the existence of a local-time effect on the laboratory scale and the heterogeneity of space-time”. <http://arxiv.org/abs/physics/0612055>
19. Simon E. Shnoll " Changes in Fine Structure of Stochastic Distributions as a Consequence of Space-Time Fluctuations", Progress in Physics, V. 2, April, 2006, p.39-45

20. Дубров А.П. “Когнитивная психофизика: Основы.” Второе издание, “Феникс”, Ростов на Дону, 2006. 301с.

2015-Родионов Б.У. Обнаружены ноосферные токи?+

2016-Родионов Б.У. Мировой компьютер решает наши проблемы. Доклад на семинаре в РУДН 27 октября 2016.



1989-Русаков О.М. Магнитное поле Земли в мезозое. Киев. Наукова Думка. 1989. 143с. В работе впервые изложены результаты палеомагнитных исследований мезозойских отложений северо-западной окраины Донбасса и Крыма. Детально изучен вопрос о происхождении естественной остаточной намагниченности этих отложений. Построен рекогнисцировочный палеомагнитный разрез исследования толщ. Реконструированы положения мезозойских виртуальных полюсов, рассмотрена методика количественного анализа палеомагнитных и палеоклиматических данных. Изучена конфигурация магнитного поля Земли в мезозое. Сделана попытка объяснить разброс одновозрастных палеомагнитных полюсов разных континентов влиянием древних материковых аномалий без привлечения гипотезы крупных горизонтальных перемещений материковых глыб. Приведены факты, свидетельствующие о реальности палеомагнитного обоснования стабильности континентов.

МАГНИТНЫЯ НАБЛЮДЕНИЯ

въ

ВЫБОРГѢ И С.-ПЕТЕРБУРГѢ

1867 г.

М. РЫКАЧЕВА.

ПРИЛОЖЕНИЕ КЪ XIV^{му} ТОМУ ЗАПИСОКЪ ИМП. АКАДЕМІИ НАУКЪ.
№ 1.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГЪ, 1868.

ПРОДАТСЯ У КОМПОНОВЕРОВЪ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ:
А. Базунова, въ С. П. Б. Этереса и Кош., въ С. П. Б.
Н. Глазунова, въ С. П. Б. Г. Шмидтзон, въ С. П. Б.
Н. А. Исакова, въ С. П. Б. Н. Кеммеля, въ Ригѣ.
Этюдженца и Кош., въ Тифлисѣ.

Цена 30 коп. сер.

1868-Рыкачев М. Магнитные наблюдения в Выборге и С.-Петербурге, 1867 г. СПб., 1868. 71с.
<http://gpntb.dlibrary.org/ru/nodes/5585-rykachev-m-magnitnye-nablyudeniya-v-vyborge-i-s-peterburge-1867-g-spb-1868>

Сидоренков Николай Сергеевич, д.ф.м.н., г.н.с. Гидрометцентра России. Москва.

Он открыл, что самым горячим местом в атмосфере планеты являются полярные области, зоны над полюсами Земли. Именно там работает магнитосферный генератор электрической энергии, в основе которого лежит обработка Солнечного ветра, связанная с расщеплением его целостности. А в этом случае всегда выделяется тепло. А в районе пояса экватора идёт синтез поля направленных излучений, и потому над экватором в атмосфере холоднее, чем над полюсами. Теплее там, где идёт расщепление (анализ, окисление), холоднее там, где идёт восстановление или синтез.

2004-Сидоренко.Н.С. Нестабильность вращения Земли. //Вестник РАН, 2004, т.74, №8, с.701-715.

2017-Сидоренко Н.С. О синхронизации частот земных и небесных процессов. Конф. Москва. 22 марта. 2017.



2012-Тарасов Лев В. Земной магнетизм. Долгопрудный. Интеллект. 2012. 192с. В учебно-популярной форме рассказывается о земном магнетизме. Рассматриваются как геомагнитное поле на земной поверхности (элементы земного магнетизма, магнитные карты, дрейф и инверсия магнитных полюсов), так и магнитосфера Земли (радиационные пояса, полярные сияния, магнитные бури). Обсуждается современная гипотеза происхождения магнитного поля Земли (гипотеза гидромагнитного динамо). Дополнительно читатель знакомится с палеомагнетизмом и современными представлениями о строении земного шара.

<https://www.twirpx.org/file/1080138/>



1872-Тилло Алексей Андреевич. Земной магнетизм Оренбургского края: магнитные наблюдения, произведенные А.А. Тилло и А.И. Оводовым, в Оренбургском крае, в 1869, 1870 и 1871 годах / исследование Алексея Тилло. Санкт-Петербург: Издание Оренбургского отдела Императорского Русского Географического Общества, 1872 (Типография Императорской Академии Наук). 66 с.

<https://elibrary.orenlib.ru/index.php?dn=down&to=open&catid=127&id=3076>

Д. В. ФРОСТЬ.
горный инженер.

ИЗЫСКАНИЯ МАГНИТНЫХЪ РУДЪ.



ВАРШАВА
Печ. въ Тип. Ляц. Общ. С. Оргельбранда С-ей.
1910.

1910-Фрост Д.В. Изыскания магнитных руд. Варшава. Тип. С.Оргельбранда. 1910. 113с.
<https://www.twirpx.org/file/1108999/>

Шмелев Михаил И., изобретатель-исследователь, Москва m_shmelev@bk.ru

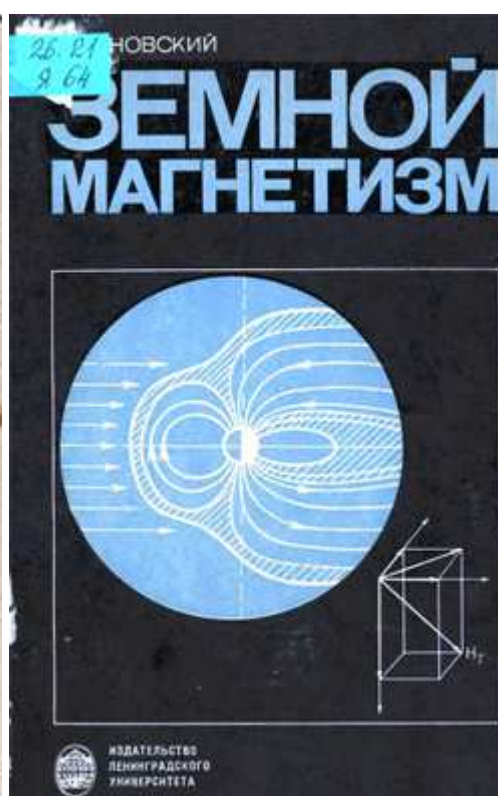
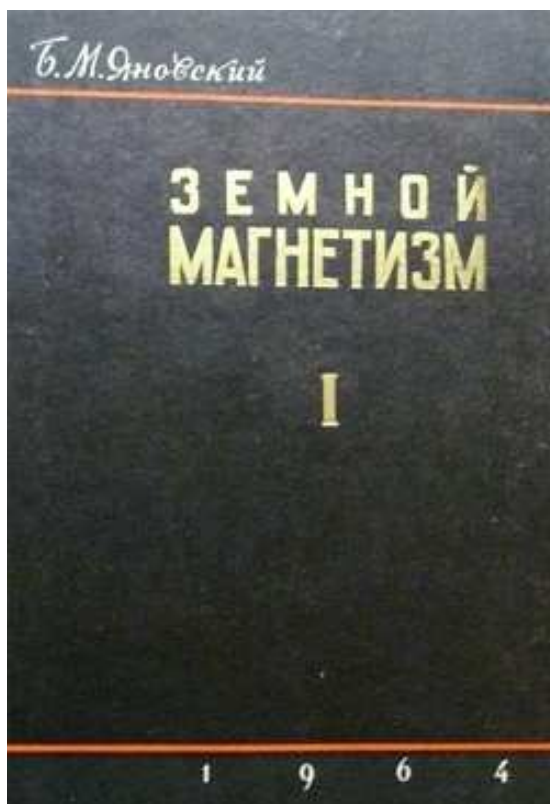
Савельев А.В., изобретатель-патентовед, Москва.

2009-Шмелев М.И., Савельев А.В. Смещение магнитного полюса земли отражает компенсацию неравномерности нагружения земной коры. 4-я конф по торсионным полям. М. 2014. с.110-114. В статье приведены результаты аналитических исследований возможных причин смещения магнитных полюсов Земли и динамики изменения этого процесса. С одной стороны, это явление рассмотрено как физический природный механизм взаимодействия вращательного движения Земли с ее специфическим строением, с другой — влияние на смещение магнитных полюсов антропогенных факторов. Положение магнитного полюса является указателем, насколько неравномерно загружена кора относительно всей поверхности. Вклад в неравномерность распределения массы коры по ее поверхности может вносить нефтегазодобыча. <http://second-physics.ru/moscow2014/moscow2014.pdf>

М.В. Шмелев, А.В. Савельев. Смещение магнитного полюса земли компенсирует неравномерность нагружения земной коры.

<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/12828.html>

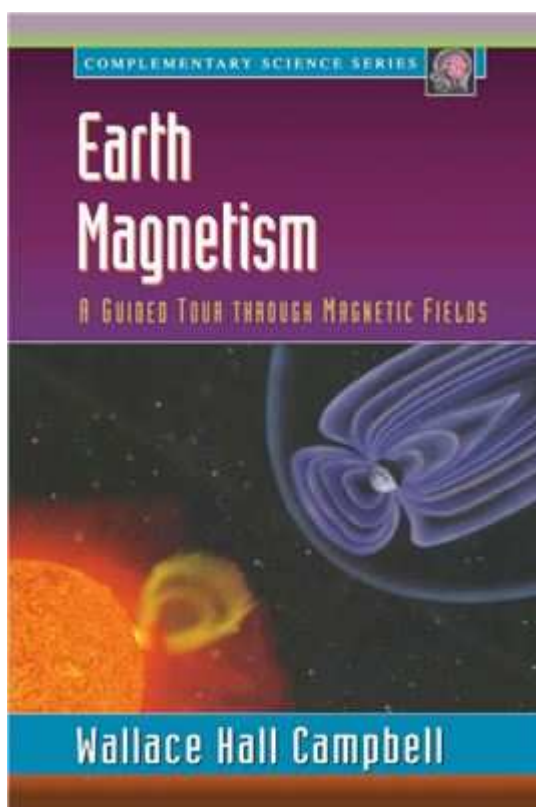
11. <http://mosday.ru/forum/viewtopic.php?t=1138>



1978-Яновский Б.М. Земной магнетизм. Л., 1978. (1963, т.2). Учебное пособие содержит теоретические основы магниторазведки, а также методы измерения элементов земного магнетизма, которые являются ее основой. Кроме того, в нем рассматривается ряд вопросов вспомогательного характера: магнитные свойства горных пород, магнитные поля тел различной формы, методы интер-претации магнитных аномалий и др. <https://www.twirpx.org/file/533981/>

1978-Яновский Б.М. Земной магнетизм. Учебное пособие. 4-е издание. Л. Ленингр. ун-т, 1978. 592с. Настоящее учебное пособие является четвертым переработанным изданием. В пособии излагаются морфология и теория главного магнитного поля Земли, его вариаций и связанных с этим явлений -полярных сияний, ионосферных процессов. Учебное пособие выпускается с

рекомендательным грифом Министерства вузов СССР и предназначено для студентов и аспирантов физических и геологических факультетов. Оно может быть также использовано научными работниками -магнитологами и геофизиками. <https://www.twirpx.org/file/65416/>



2000-Campbell W.H. Earth Magnetism: A Guided Tour through Magnetic Fields. San Diego: Harcourt/Academic Press, 2000. 178 p. <https://www.twirpx.org/file/1616501/>

Глава 2. Приборы для измерения магнитного поля, магнитометры.

Дополнительные материалы по регистрации направления магнитного поля находятся в Книге 5. Часть 7. Детекторы на основе крутильных весов. Глава-2. Магнитная стрелка.

Магнитометр это прибор для измерения характеристик магнитного поля и магнитных свойств веществ (магнитных материалов). В зависимости от определяемой величины различают приборы для измерения различных величин:

- напряжённости поля (эрстедметры),
- направления поля (инclinаторы и деклинаторы),
- градиента поля (градиентометры),
- магнитной индукции (тесламетры),
- магнитного потока (веберметры, или флюксметры),
- коэрцитивной силы (коэрцитиметры),
- магнитной проницаемости (мю-метры),
- магнитной восприимчивости (каппа-метры),
- магнитного момента.

В более узком смысле магнитометры это приборы для измерения напряжённости, направления и градиента магнитного поля. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Магнитометр>

Магнитное поле объекта убывает пропорционально третьей степени от расстояния, а электромагнитное поле объекта убывает пропорционально шестой степени расстояния.

<http://pribory-magic.narod.ru/raznoe3/Ferr7lit/Ferr7lit.htm> База данных по феррозондовым магнетометрам.

Единицы измерения магнитных величин:

Тесла (в система СИ),

Гаусс (в системе СГС).

Тесла (русское обозначение: Тл; международное обозначение: Т) -единица измерения индукции магнитного поля в Международной системе единиц (СИ), равная индукции такого однородного магнитного поля, в котором на 1 метр длины прямого проводника, перпендикулярного вектору магнитной индукции, с током силой 1 ампер действует сила 1 ньютон. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Тесла_\(единица_измерения\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Тесла_(единица_измерения))

Гаусс, единица магнитной индукции в СГС системе единиц (гауссовой и СГСМ). Названа в честь К. Гаусса. Сокращённое обозначение: русское гс, международное Gs. 1 гс равен индукции однородного магнитного поля, в котором прямой проводник длиной 1 см, расположенный перпендикулярно вектору индукции поля, испытывает силу в 1 дин, если по этому проводнику протекает ток в 1 единицу тока СГСМ. Г. также можно определить как магнитную индукцию, при которой через сечение площадью в 1 см, нормальное к направлению линий индукции, проходит магнитный поток в 1 максвелл. Соотношение между единицами магнитной индукции СГС и СИ: 1 тл = 10⁴ гс. На практике применяют ещё единицу килогаусс = 1000 гс. До 1930 Г. называли также единицу напряжённости магнитного поля, равную 79,577 а/м. В 1930 решением Международной электротехнической комиссии для напряжённости магнитного поля была принята особая единица эрстед.

2.1 Разработчики магнитометров.

Гордин Валерий Михайлович. Очерки по истории геомагнитных измерений, учебное пособие по курсам "магниторазведка" и "история и методология геол. наук" для студентов по специальности "геофизика". Рос. акад. наук, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта. М. ИФЗ РАН, 2004. 161с.

1997-Ломаев Г.В. Водеников С.К. Васильев М.Ю. Портативный магнитометр для обнаружения магнитопатогенных зон // Медицинская техника. 1997. №6. с.39-41.



Любимов Владимир Валерьевич, с.н.с. отдела ЭПОС ИЗМИРАН, Троицк, радиоинженер, с 1965 года занимается разработкой магнитометрической аппаратуры, которая применяется в геофизических, медицинских и магнитобиологических исследованиях.

-Рагульская М.В. Любимов И.В. Любимов В.В. Приборное изучение воздействия естественных магнитных полей на БАТ человека. Методы, средства, результаты. ИЗМИР РАН.

1992-Любимов В.В. Компонентные вариометры с низким потреблением энергии на базе феррозондового датчика // Исследования по проблемам главного и аномального магнитных полей Земли. М.: ИЗМИРАН, 1992. с.108-114.

1992-Любимов В.В. Малогабаритные, экономичные и дешевые компонентные вариометры для нужд науки и медицины. Препринт №60 (1007) М.: ИЗМИРАН, 1992. 21с.

1993-Любимов В.В. Гурфинкель Ю.И., Ораевский В.Н. Опыт применения диагностических магнитометров в условиях города и в клиниках. Препринт №99 (1046) М. ИЗМИРАН, 1993. 28с.

1994-Любимов В.В. Союз геофизики и медицины. "Крымская газета" (Ялта) от 19 мая 1994. с.4.

1994-Любимов В.В. Феррозондовые диагностические магнитометры, созданные в ИЗМИРАН в период с 1989 по 1994 гг. (Обзор). Препринт №15 (1065) М.: ИЗМИРАН, 1994. 18с.

1994-Любимов В.В. Выдрин В.В. Малогабаритный цифровой компонентный феррозондовый магнитометр MAGIC МФ-03-М. Препринт №14 (1064) М.: ИЗМИРАН, 1994. 18с.

1995-Любимов В.В. Компонентные магнитометры для науки и медицины // Крымский международный семинар: "Влияние солнечной активности на медицинские, биологические и физико-химические процессы"// 11-14 октября 1995, Фрунзенское, Крым. 1995. с.71.

1995-Любимов В.В. Компонентные магнитометры для науки и медицины // Всероссийская научно-техническая конференция "Экология и геофизика"//Сборник материалов, Дубна. 1995. с.55-56.

1995-Любимов В.В. Выдрин В.В. Малогабаритный цифровой компонентный магнитометр // Приборы и техника эксперимента. М. Наука, 1995. №5. с.206-207.

1996-Любимов В.В. Использование городской пейджинговой сети как средства персонального многопараметрического мониторинга окружающей Среды // Четвертый международный Пушкинский симпозиум "Корреляции биологических и физико-химических процессов с космическими и гелио-геофизическими факторами" посвященный 100-летию со дня рождения основателя гелиобиологии А.Л.Чижевского (1897-1964). Пушкино, 1996. с.108-109.

1996-Любимов В.В. Феррозондовые "HAND-HELD"-магнитометры для проведения диагностических и исследовательских работ // Конференция-школа "Технические средства изучения и освоения океанов и морей. Состояние и перспективы". М.: ИО РАН, 1996. с.29-30.

1996-Любимов В.В. Электромагнитная погода и мониторинг окружающей среды: опыт исследования и визуализации электромагнитной обстановки в производственных и жилых

помещениях // Четвертый международный Пушинский симпозиум "Корреляции биологических и физико-химических процессов с космическими и гелио-геофизическими факторами" посвященный 100-летию со дня рождения основателя гелиобиологии А.Л.Чижевского (1897-1964). Пушино, 1996. с.109-110.

1996-Любимов В.В. Гурфинкель Ю.И., Канониди Х.Д. О возможности слежения за электромагнитной погодой и контроля окружающей электромагнитной обстановки в условиях клиник города Москвы // Четвертый международный Пушинский симпозиум "Корреляции биологических и физико-химических процессов с космическими и гелио-геофизическими факторами" посвященный 100-летию со дня рождения основателя гелиобиологии А.Л.Чижевского (1897-1964). Пушино, 1996. с.32.

1996-Любимов В.В. Гурфинкель Ю.И., Канониди Х.Д. Опыт и результаты исследования окружающей электромагнитной обстановки в некоторых клиниках города Москвы при помощи диагностических магнитометров типа MAGIC // Международный симпозиум "Мониторинг окружающей среды и проблемы Солнечно-Земной физики", посвященный 60-летию регулярных ионосферных исследований в России (18-21 июня 1996-г. Томск) // Томск, С.89-90.

1996-Любимов В.В. Заруцкий А.А. Диагностический магнитометр-индикатор магнитной бури // Приборы и техника эксперимента. М.: Наука, 1996. No.2. с.171.

1996-Любимов В.В. Шарыгин С.А. Применение диагностических магнитометров для проведения непрерывного электромагнитного мониторинга на прогностическом герпетологическом полигоне в Никитском Ботаническом саду // Четвертый международный Пушинский симпозиум "Корреляции биологических и физико-химических процессов с космическими и гелио-геофизическими факторами" посвященный 100-летию со дня рождения основателя гелиобиологии А.Л.Чижевского (1897-1964). Пушино, 1996. с.76-77.

1997-Любимов В.В. Биотропность естественных и искусственно созданных электромагнитных полей: результаты создания инструментария для их регистрации и визуализации в условиях города // Крымский Международный семинар: "Космическая экология и ноосфера" / Под ред. Б.Владимирского и В.Бержанского // 6-11 октября 1997-Партенит, Крым Украина. 1997. с.103.

1997-Любимов В.В. Вопросы экологии человека: электромагнитные микродозы и современные приборы для их обнаружения в производственных и жилых помещениях // Крымский Международный семинар: "Космическая экология и ноосфера" / Под ред. Б.Владимирского и В.Бержанского // 6-11 октября 1997-Партенит, Крым Украина. 1997. с.106-107.

1997-Любимов В.В. Феррозондовые магнитометры для проведения диагностических и исследовательских работ // Международный конгресс "Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине" // Санкт-Петербург, 1997. с.203-204.

1997-Любимов В.В. Перспективные методы визуализации результатов проводимого мониторинга окружающей среды: пути их реализации // Международный конгресс "Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине" // Санкт-Петербург, 1997. с.232-233.

1997-Любимов В.В. Шарыгин С.А. Приборное изучение воздействий в магнитобиологии // Крымский Международный семинар: "Космическая экология и ноосфера" / Под ред. Б.Владимирского и В.Бержанского. 6-11 октября 1997. Партенит, Крым Украина. 1997. с.64-65.

1997-Любимов В.В. Биотропность естественных и искусственно созданных электромагнитных полей. Аналитический обзор. Препринт №7(1103). М. ИЗМИРАН, 1997. 85с.+

1999-Любимов В.В. Искусственные и естественные электромагнитные поля в окружающей человека среде и приборы для их обнаружения и фиксации: учеб. пособие / Препринт №11 (1127). Троицк: ИЗМИРАН, 1999. 28с.

Павлова Т.А.

1981-Заболотнов В.Н., Павлова Т.А., Саркисова А.Т., Тупицын А.П. Современное состояние и тенденции развития магнитоизмерительной аппаратуры//Приборы, средства автоматизации и системы управления. ТС-5. М.: ЦНИИТЭИприборостроения, 1981. Вып.6. 56 с.

1985-Заболотнов В.Н., Павлова Т.А., Тупицын А.П. Феррозондовые тесламетры// Средства измерений параметров магнитных полей и характеристик магнитных материалов/ Приборы, средства автоматизации и системы управления. ТС-5. Электроизмерительные приборы, геофизические и гидрометеорологические приборы. М., 1985. Вып.5. с.7-11.

1990-Павлова Т.А., Полторапавлова Г.С., Саркисова А.Г. Феррозондовые приборы// Современная магнитоизмерительная аппаратура. Обзор/Приборы, средства автоматизации и системы управления. ТС-5. Средства электроизмерительной техники, геофизическая и гидрометеорологическая аппаратура. М. ВНИИ информации и экономики (ИНФОРМПРИБОР), 1990. Вып.3. с.19-21.

1996-Павлова Т.А. Геофизическая аппаратура для оценки факторов неблагоприятного воздействия на биологические объекты // Приборы и системы управления. 1996. №5. с.53-55.



1987-**Фишман Виктор Петрович**, Урсов Алексей Андреевич. Приборы смотрят сквозь Землю. М. Недра. 1987. 176с.++ Под землей на поверхности Земли и в воздухе с помощью специальных приборов геофизики ловят невидимые сигналы. Расшифровав их, можно предупредить шахтеров о надвигающейся опасности, продлить жизнь трубам и кабелям, обнаружить скрытые от глаз места загрязнения рек и водоемов, месторождения лечебных минеральных вод. Об этом рассказано в книге. Она знакомит читателей с малоизвестными областями применения геофизических методов поиска и исследований. Рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся науками о Земле.

Harvalik, Z.V. (1970). A biophysical magnetometer-gradiometer. The Virginia Journal of Science, 21, No. 2, 59-60.

Фантом магнитного поля.

Эффекте, который был зарегистрирован в лаборатории НГОИ (Николаевское Городское Общество Исследователей). На высоте 1,5 м над столом закреплён микротесламетр с выходом на осциллограф. На столе находится специальная катушка со взаимно-перпендикулярной ориентацией магнитного поля (четырёхкратная). При подключении катушки к сети 50 Гц, через микротесламетр на осциллографе будет зафиксировано изображение магнитного поля. После отключения катушки от сети длительное время наблюдается изображение магнитного поля. Это явление названо электромагнитным фантомом.

2.2 Различные модели магнитометров.

Приборы для измерения магнитного поля.

<http://www.ndtrade.ru/page246.html?yclid=7295983302032006840>

РИМП 50/2,4 Прибор-регистратор интенсивности магнитного поля.

Прибор предназначен для регистрации уровней интенсивности магнитного поля низкой частоты.

- количество регистрируемых уровней поля: 10.
- напряженность регистрируемых уровней А/м: от 1,5 мГс до 30 мГс.
- питание: 1,5В, одна батарейка.

РИЭП-50/20 Прибор для регистрации интенсивности электрического поля (переменного и электростатического).



Модель **AS1392**, EMF -Tester Electromagnetic Field (1.058руб).

- Измерение частоты: **30 Гц до 300 Гц**,
 - Диапазон: **200/2000 милли gauss 20/200 микро тесла.**
 - Разрешение: 0.1μT(микро Тесла)
 - ширина Полосы: 30 Гц до 300 Гц,
 - Точность: ± 5%(50μT к 200μT) μT в 50 Гц или 60 Гц.
-



Цифровой магнитометры серии Bell 5170 (пр-во США).
<http://www.ndtrade.ru/page246.html?yclid=7295983302032006840>



Модель **EM556** фирмы All-Sun (1.3230руб). All-sun EM556 High Sensitivity EMF Tester **0.1-199.9mG 30HZ-400HZ** Test the Magnitude of Electromagnetic Field Radiation.
 -Диапазон измерения: **0.1 ~ 199.9 мГ (МГС)(mG, milligauss)**.
 -Точность: $\pm$ (10% от чтения + 8 цифр), на 50 Гц/60 Гц
 -Частотный диапазон: 30 Гц ~ 400 Гц



Модель **EMF-823**, Electromagnetic Field Radiation Tester (7.428руб).

Range(Tesla)	20 micro Tesla x 0.01 micro Tesla 200 micro Tesla x 0.1 micro Tesla 2,000 micro Tesla x 1 micro Tesla <i>* 1 micro Tesla = 10 milli-Gauss</i>
Range(milli-Gauss)	200 milli Gauss x 0.1 milli Gauss 2,000 milli Gauss x 1 milli Gauss 20,000 milli Gauss x 10 milli Gauss
Band width	30 Hz to 300 Hz.
Number of Axes	Single axis.
Accuracy (23 5 辨)	$\pm (4 \% + 3 d)$ - 20 micro Tesla/200 milli Gauss range. $\pm (5 \% + 3 d)$ - 200 micro Tesla/2,000 milli Gauss range. $\pm (10 \% + 5 d)$ - 2,000 micro Tesla/20,000 milli Gauss range. <i>* Spec. accuracy tested under 50 Hz or 60 Hz.</i>



Модель **EMF828**. Low Frequency Digital LCD Field Intensity Meter Indicator **EMF828** (4.301py6). The field intensity meter is designed to detect low frequency electromagnetic waves strength of particular objects or devices. With high sensitivity, quick response and wide frequency range from 30Hz-400Hz, its testing result is reliable. With data hold and peak hold functions, low battery indicator, convenient to use.

-Measuring Range: 0.1-400mG, 1-4000mG / 0.01-40μT, 0.1-400μT

-Accuracy: $\pm 4\% \text{rdg} + 3 \text{dgt}$ 50Hz/60Hz

-Frequency: 30Hz-400Hz

-Sampling Rate: 2 times/s



Модель **HT20** Tesla Meter (7.989руб). HT-20 Huntoon Digital Gauss Meter Tesla Meter Tester HT20 Fluxmeter For Magnetic Field Detector.

-диапазон измерений: **0/200/2000mT**;

-разрешение: 0.1mT/1mT;

-точность: $-< 1\text{ T}$, $\pm 2\%$ + 3 цифры; $-> 1\text{ T}$, $\pm 5\%$ + 3 цифры;

Magnetic field nature: DC/Static;



Модель **EMF Meter** (60\$) модель **K-2 (KII)** (Safe Range Meter). Прибор для измерения напряженности переменного магнитного поля вдоль одной оси. Прибор имеет светодиодную индикацию в соответствии с напряженностью магнитного поля. Easy to read 5-Segment LED Display, Covers the ELF range & VLF range (50 to 20,000Hz), Uses one 9V battery (included), Single Axis, Accuracy of $\pm 5\%$ at 50-60Hz. <http://www.lessemf.com/ghost.html>



Тестера серии TES (TES Electrical Electronic Corp.)



Модель EMF Tester **TES 1390**. 30-300Hz. (6.693pyб)



Модель TES-1392 (7.603руб).

Range	200 / 2000 milli Gauss 200 micro Tesla
Resolution	0.1 / 1 milli Gauss 0.01 / 0.1 micro Tesla
Number of Axis	Single axis
Band Width	30 Hz to 300 Hz
Accuracy	+/- (3% + 3d) at 50Hz / 60Hz



Модель TES1393 (12.170руб). Triaxial ELF magnetic field meter.

Display	3-1/2 digits. Max. indication 1999
Range	20/200/2000 milli Gauss 2/20/200 micro Tesla
Resolution	0.01/0.1/1 milli Gauss 0.001/0.01/0.1 micro Tesla
Number of Axis	Three axis
Band Width	30 Hz to 2000 Hz
Accuracy	$\pm(3\%+3d)$ at 50Hz or 60HZ, $\pm(5\%+3d)$ at 40Hz to 200HZ, -3dB at 30Hz to 2000HZ



Модель **TES1394** (13/884руб).

Range	20/200/2000 milli Gauss 2/20/200 micro Tesla
Resolution	0.01/0.1/1 milli Gauss 0.001/0.01/0.1 micro Tesla
Number of Axis	Three axis
Band Width	30 Hz to 2000 Hz
Accuracy	$\pm(3\%+3d)$ at 50Hz or 60HZ, $\pm(5\%+3d)$ at 40Hz to 200HZ, -3dB at 30Hz to 2000HZ



Модель **TENMARS TM-191**, EMF/ELF meter (6.564руб).

-диапазон: 200/2000 мГ, 20/200 Т.

-разрешение: 0.1/1 мГ или 0.01/0.1 Т.

-частотный диапазон: 30 Гц до 300 Гц.



Модель **TECMAN TM1390** Electromagnetic Field Strength Detector EMF Meter (2.941 руб).

Measurement wide frequency: **30Hz~300Hz**; Measurement frequency: 200/2000mG, 20/200uT;

Measurement error: $\pm 3\% + 3\text{dgt}$ s; 50/60Hz, precision 0.1mG/0.01uT; Powered by 2xAA batteries.

Model	TM1390
Frequency Bandwidth	30Hz~300Hz
Measuring Range	200/2000mG (Gauss)
	20/200uT (Tesla)
Accuracy	±3%+3dgt 50/60Hz
Resolution	0.1mG/0.01uT



Магнетометр (тесламер) **Novotest МΦ-1** (19.900 руб). Фирма Novotest, Санкт-Петербург. Прибор используется для измерения уровня магнитной составляющей промышленных помех, магнитной индукции разнообразных устройств, компонентов, изделий. Кроме того, с помощью данного прибора можно проводить замеры постоянных полей. Измерение импульсных и переменных полей производится по специальному заказу.

<http://novotest-russia.ru/content/blogcategory/31/157/>



Измеритель магнитной индукции АТЕ-8702 предназначен для измерения параметров магнитных полей в промышленности, материаловедении, электротехнике, а также в лабораторных исследованиях. (22.361 руб), производитель фирма АКТАКОМ.
Сенсор-датчик Холла с автоматической температурной компенсацией. Диапазоны измерений:
Постоянное поле 300мТл, 3000 Гс.
Переменное поле 3000мТл, 30000Гс.
Частота измерений-1 измерение в 1 сек.



Модель **MFM-2**, Geomagnetometer (1160 Евро).
-measuring ranges: 0-60 μ T, 60-120 μ T, 120-240 μ T
http://www.priggen.com/MFM-2-Geomagnetometer_1



Модель **TM-191** (5.760 руб), измеритель напряженности магнитного поля (по одной оси) в низкочастотном диапазоне (**30Гц-300кГц**).
Напряженность магнитного поля: **0,1-2000 мГс, 0,01-200 мкТл**.

Скорость измерений: 2,5 изм/сек. Производитель фирма Tenmars, Тайвань.



Модель Feldmeter FM 6T. www.rayonex.co.uk
Electric alternating field/1-5 V/m
Magnetic alternating field/1-50 nT



Модель Feldmeter FM 10L Fausel. www.rayonex.co.uk
-Isotropic magnetic field measurement Potential related and floating electric fields
-Frequency range from 10 Hz to 400 kHz Resolution from 1 nT and 0.1 V/m, resp. without measuring range change
-Data logger for continuous recording and single point measurement with huge 1 GByte memory capacity
-Filters for 16.6 Hz, 50 Hz and 2 KHz



Модель **MAG-TEMP Mel-8704R®**, Simultaneous EMF and Temperature Readout with Red Illuminated Display (110\$). Прибор измеряет напряженность переменного магнитного поля вдоль одной оси и температуру. EMF Bandwidth: 30-300 Hz, 3 EMF Ranges: 200 mG (0.1 mG resolution), 2000 mG, 20,000 mG, Temp:-40 to 482 °F (0.1° resolution).

<http://www.lessemf.com/ghost.html>



Модель **True-RMS 3 Axis AC Gaussmeter** (270\$). Трехкоординатный измеритель магнитного поля.

Flat frequency response: ± 1 dB 30 to 5000 Hz, -3 dB 15 to 5500 Hz. Range 0-250 mG on any axis

Maximum resolution 0.01 mG. <http://www.lessemf.com/ghost.html>



Модель **DC Gaussmeter Model 1-ST** (415\$). Чувствительность 0,01 гаусс. Диапазон до 800 гаусс.

http://altered-states.net/index2.php?cart/index.php?main_page=product_info&products_id=1689



Модель **DC Gaussmeter Model GM-1-ST**.

<http://www.ndtrade.ru/page246.html?yclid=7295983302032006840>

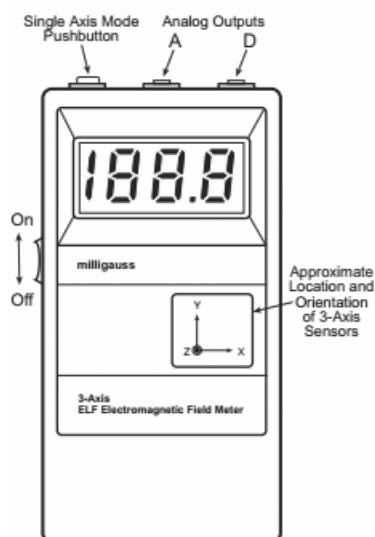


Модель **DC Gaussmeter Model GM2.**

<http://www.ndtrade.ru/page246.html?yclid=7295983302032006840>



Модель DC Гауссметр векторных величин VGM (пр-во США) (3 компоненты).
<http://www.ndtrade.ru/page246.html?yclid=7295983302032006840>



Модель **Model 413** ELF Magnetic Field Meter фирмы LakeShore. www.lakeshore.com
 Ranges: 199.9 mG, 1999 mG (Autoranging)
 Resolution: 0.1 mG on 199.9 mG Range; 1 mG on 1999 mG Range

Accuracy: 1% ± 1 digit typical from 50 to 60 Hz.

The instrument is RMS responding and calibrated to sine wave at 60 Hz.

Accuracy Over Expanded Frequency Range:

>60 Hz. but <300 Hz: $\pm 5\%$;

40 -50 Hz. and 300 -400 Hz: $\pm 10\%$;

20 -40 Hz. and 400 -2000 Hz.: +10% to -30%.

Analog Output, Z-Axis waveform only: 5 mV/mG; 1 volt. full scale at 199.9 mG.

DC Output: 10 mV/mG; 2 volts full scale at 199.9 mG. Output impedance is 4 k Ω .

Directionality: $\pm 1\%$ (typical) for all measurement angles (triaxial mode).

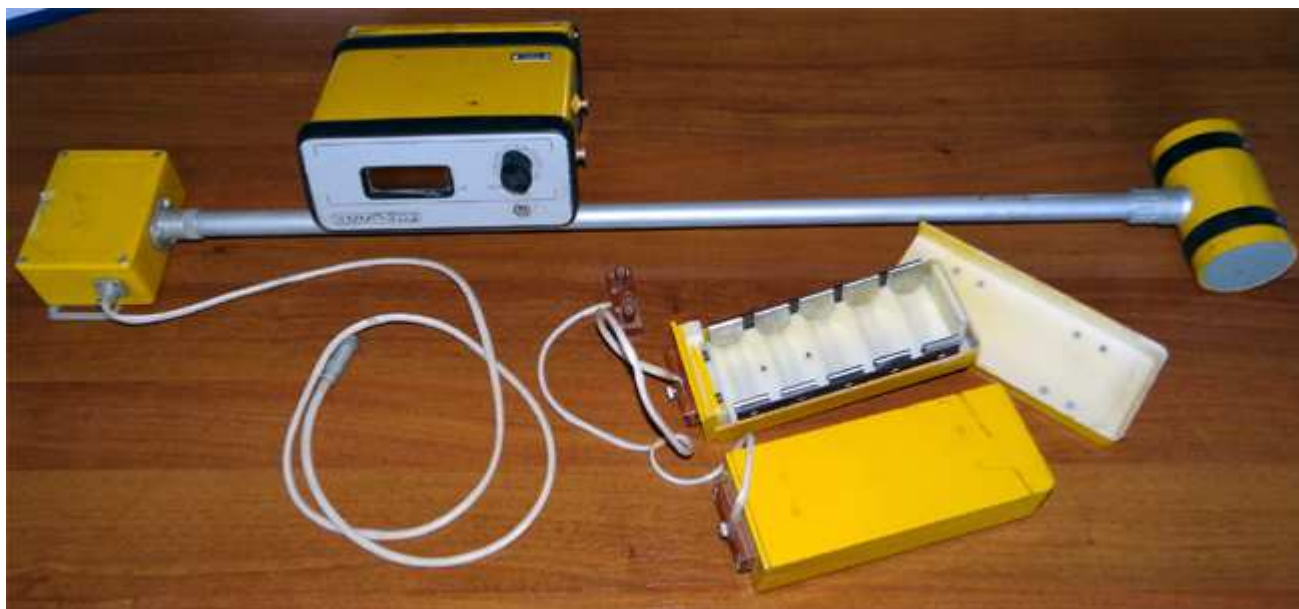
Sensor Type: 3 $\times$

Специализированные магнетометры.

Фирма «Магнетометры», Минск, Беларусь. <http://www.magnitometr.com/> Выпускаются следующие модели: Магнетометр МГ-400, МГ-205, МГ-200, Магнум, Магнум М.



Феррозондовый **магнитометр-градиентометр МГ-400**. Рабочий диапазон ± 1250 нТл/м, разрешение дисплея 0,1 Тл, частота измерений 2 изм/сек.



Пешеходный протонный магнитометр **ММП-203-М**, предназначен для измерения абсолютного значения магнитной индукции толя Т или приращения Т. Протоносодержащее вещество - керосин.

<https://infourok.ru/prezentaciya-po-predmetu-obschiy-kurs-geofizicheskikh-metodov-poiskov-i-razvedki-mpi-na-temu-apparatura-i-oborudovanie-dlya-izmer-1846326.html>

Компания «Weis EE UG, Технологии биофизики», Германия. <http://www.biophysik.de>



Модель Geo-Magnetometer **ВРТ 2010**.



Модель Geo-Scanner **BPT 3010**.

Ludger Mersmann. Руководство по эксплуатации Geo-Magnetometer BPT 2010.

Ludger Mersmann, биофизик, разработал высокочувствительный комплексный геофизический прибор. Прибор представляет собой сочетание радиометра и геомагнитометра, и дает трехмерную пространственную картину состояния геофизических параметров измеряемого участка или помещения. Прибор удобен для использования в полевых геологических, геофизических и экологических экспедиций.



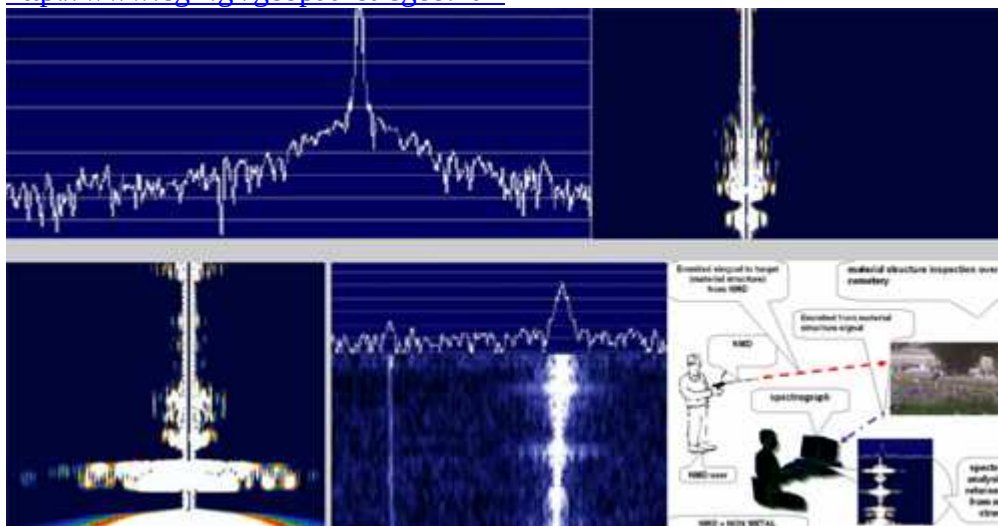
Модель 3D-Geo-Magnetometer, High-Resolution Isotropic Magnetic DC Field Sensor (3.722 Евро).
<http://www.priggen.com/3D-Geo-Magnetometer-High-Resolution-Isotropic-Magnetic-DC-Field-Sensor>



Модель GEOPATHETIC AL-6G. Портативный прибор для регистрации геопатогенных зон на основе измерения величины низкочастотного магнитного поля.

GEOPATHETIC FIELDS, NODES & RADIATION DETECTION USING WMTS TECH.

<http://www.cgri.gr/geopathicgeo.htm>



Результаты измерения величины и спектра сигнала.

Magnetic tune phenomenon, as implemented for inspection, detection and localization any living or not material structure is a GEOMENT'S original tech , copyright by A particular patent (FIGURE 7) 'LONG DISTANCE INSPECTION AND 6 MATERIALS STRUCTURE DETECTION SYSTEM' (PAT. No 10050224) and the upgradeable of the method relative patent 'LONG DISTANCE DETECTION AND LOCALIZATION METHOD USING MAGNETIC TUNE IN

DISTINGUISHABLE MATERIAL STRUCTURES ' (PAT. No 10060352) patented at the Industry Property Organization (OBI)

Переносной феррозондовый магнитометр канадской фирмы E.J.Sharpe Instruments of Canada Ltd.//Геофизическая аппаратура. Л. Недра, 1966. Вып.27. с.8-10.



Цифровой USB-датчик магнитного поля (1950 руб).

Технические характеристики: диапазон измерения индукции в пределах от -100 до +100 мТл, Чувствительность 1 Тл. <http://skale.ru/magazin/product/usb-datchik-magnitnogo-polya>



Magnetic Pickup (5\$). Детектор переменного магнитного поля. Под действием переменного магнитного поля генерирует сигнал с частотой 60Гц, и амплитудой, пропорциональной величине магнитного поля, 1мВ на 20mG. <http://www.lessemf.com/ghost.html>

Трехкоординатные магнетометры.



Многофункциональный магнитометр 100XE (пр-во США). Данная аналоговая модель представляет собой 3-х векторный магнитометр AC с дополнительными функциями измерения электрических AC и радио/микроволновых полей. 3-х векторный магнитометр обнаруживает и измеряет магнитное поле AC, **независимо от его направления**, электрический измеритель обнаруживает электрические поля AC, которые могут существовать независимо от магнитного поля AC. третий измеритель обнаруживает радио/микроволновое поле (например: от прохуdivшейся микроволновой печи).

<http://www.ndtrade.ru/page246.html?yclid=7295983302032006840>



МТМ-01 магнитометр **трехкомпонентный** малогабаритный (измеритель **постоянного магнитного поля**) (88.500руб). Диапазон измерения напряженности магнитного поля $\pm 0,5$ до ± 200 А/м. <http://np0-proma.ru/katalog/priboreko/15073/?pos=430672>



DC Гауссметр векторных величин VGM (пр-во США) (3 компоненты).
<http://www.ndtrade.ru/page246.html?yclid=7295983302032006840>



Модель PE-UHS2, 3-Axis Milligauss Meter (540 Евро)

- measuring ranges: 0.01 to 1999.99mG (1 to 199,999nT)
 - resolution: 0.01mG (1nT)
 - accuracy: $\pm 3\%$ from 45 to 5000Hz
 - frequency ranges: 13 Hz to 75kHz (3-axis), 1kHz to 75kHz (3-axis), 13Hz to 75kHz (1-axis)
- <http://www.priggen.com/PE-UHS2-3-Axis-Milligauss-Meter>
-



Модель **Tenmars Triaxial** ELF Magnetic Field Meter TM-192/TM-192D.

<http://www.lessemf.com/494.pdf>

- Range: 20/200/2000 mG, 2/20/200 μ T.
 - Resolution: 0.01/0.1/1 mG or 0.001/0.01/0.1 μ T.
 - Frequency response: 30Hz to 2000Hz.
 - Sensor: Triple Axis (X, Y, Z).
 - Accuracy: 20 mG / 2 μ T $\pm (3.0\% + 30\text{dgt})$ at 50Hz/60Hz.
 $\pm (2.5\% + 5\text{dgt})$ at 50Hz/60Hz.
 $\pm (5\% + 5\text{dgt})$ at 30Hz/2000Hz.
-



Модель **TES1393** (12.170руб). Triaxial ELF magnetic field meter.

Display	3-1/2 digits. Max. indication 1999
Range	20/200/2000 milli Gauss 2/20/200 micro Tesla
Resolution	0.01/0.1/1 milli Gauss 0.001/0.01/0.1 micro Tesla
Number of Axis	Three axis
Band Width	30 Hz to 2000 Hz
Accuracy	$\pm(3\%+3d)$ at 50Hz or 60HZ, $\pm(5\%+3d)$ at 40Hz to 200HZ, -3dB at 30Hz to 2000HZ



Модель **TES1394** (13/884руб).

Range	20/200/2000 milli Gauss 2/20/200 micro Tesla
Resolution	0.01/0.1/1 milli Gauss 0.001/0.01/0.1 micro Tesla
Number of Axis	Three axis
Band Width	30 Hz to 2000 Hz
Accuracy	$\pm(3\%+3d)$ at 50Hz or 60HZ, $\pm(5\%+3d)$ at 40Hz to 200HZ, -3dB at 30Hz to 2000HZ

Магнитометрический способ регистрации поля, эффект Джозефсона

Используют магнитометры и магнитоградиентометры на основе явления сверхпроводимости и **эффекта Джозефсона**. Главный конструктивный элемент включает наличие датчика, построенного на основе оптической накачки и магнитного резонанса.

1984-Козлов А.Н. Синельникова Е.Е. Фомин И.О. Квантовый градиентометр для измерения магнитных полей биообъектов. В кн. Электромагнитное поле в биосфере. М. 1984, т.1, с.279-285.

Перспективным методом регистрации сверхслабого электромагнитного излучения, генерируемого человеком, является предложенный Е.Г. Бондаренко и В.Н. Сочевановой метод с использованием специального датчика-сильно нелинейного элемента с **эффектом Джозефсона**. Измерение воздействующего на датчик электромагнитного излучения производится посредством измерения электрического сопротивления датчика с помощью цифрового омметра (поскольку была установлена зависимость между электрическим сопротивлением датчика и величиной электромагнитного воздействия). Эксперименты с применением этого метода показали, что человек в состоянии сознательно управлять изменением (увеличением или уменьшением) электрического сопротивления датчика. А степень такого управления зависит как от индивидуального психоэнергетического потенциала

человека, так и от умения целенаправленно его использовать, что делает этот метод одним из наиболее предпочтительных среди “физических” методов при исследовании психоэнергетических возможностей человека (особенно если учесть его простоту и удобство в использовании). К незначительным недостаткам датчика относится то, что приборы такого типа обладают некоторой инерционностью (2-3 минуты).

1990-Бондаренко Е.Г., Сочеванова В.Н. Исследование взаимодействия интегрального излучения человека с объектами живой и неживой природы. Сборник работ по прикладной парапсихологии. Л. ЛЦНТИ, 1990. с.27-28.

Степанов Н.П. Магнитография -перспективное направление медицинской диагностики с использованием приборов на эффекте Джозефсона. М. ЦНИИ электрон. 1975.

Афанасьев Ю.В., Студенцов Н.В., Хорев В.Н., Чечурина Е.Н., Щелкин А.П. Средства измерений параметров магнитного поля. Л.: Энергия. Ленинградское отделение, 1979. 320с. Книга посвящена основам теории методов и средств магнитных измерений. Наряду с рассмотрением принципов действия, функциональных схем и конструктивных особенностей современных магнитоизмерительных преобразователей и приборов, значительное внимание уделено расчету и проектированию мер магнитных величин, включая эталоны, а также изложению принципов метрологического обеспечения данной области измерений.

<http://www.twirpx.org/file/2050558/>

Викулин И.М. и др. Гальваноманнитные приборы. М. Радио и связь, 1983. 104с. Описываются физические основы работы полупроводниковых гальваноманнитных приборов датчиков Холла, магниторезисторов, магнитодиодов, биполярных и полевых магниторезисторов, магнитотиристоров, комбинации этих приборов и магнитометров на основе эффекта Джозефсона. Приводятся основные теоретические соотношения, определяющие их параметры, а также конструкции большинства магниточувствительных приборов из различных материалов. Отмечены основные направления их использования. <https://www.twirpx.org/file/131168/>



1960-Хомич В.И. Приемные ферритовые антенны. Массовая радио библиотека. Выпуск 0370. Москва; Ленинград: Госэнергоиздат, 1960. 66с. В брошюре изложены основные принципы расчета и конструирования приемных ферритовых антенн. Помимо широкоизвестных антенн

для портативных приемников, особое внимание в ней уделено ультракоротковолновым ферритовым антеннам. Рассмотрены также возможные пути совершенствования ферритовых антенн и описана методика измерения их параметров. <https://www.twirpx.org/file/2331705/>



Модель SD GPS Магнитометр пешеходный. <http://deepgeotech.ru/index.php>

Как построить детектор “летающих тарелок”.

http://www.gasaw.com/mirvokrug/anomal/rufo_01.htm

В тысячах зарегистрированных случаях НЛО производили нарушение магнитного поля. Останавливались автомобили. Выходили из строя компасы и другие чувствительные приборы. Таким образом, вам остается только построить устройство достаточно чувствительное, чтобы обнаружить внезапные изменения в окружающих вас магнитных полях; вы сможете предвидеть приближение НЛО. Этот прибор больше похож на увеличенный компас с приделанным звонком.

1. Толстые изолированные провода;
2. Плоскогубцы, которыми можно зачистить и перекусить провод;
3. Около полуметра изолированного медного провода;
4. Мощный круглый магнит;
5. Старый дверной звонок способный работать от небольшой девятивольтовой батарейки;
6. Девятивольтовая батарейка (она подходит лучше всего) и крепление для нее;
7. Небольшая деревянная подставка (или подставка из любого другого изоляционного материала), на которой вы смонтируете ваше устройство.

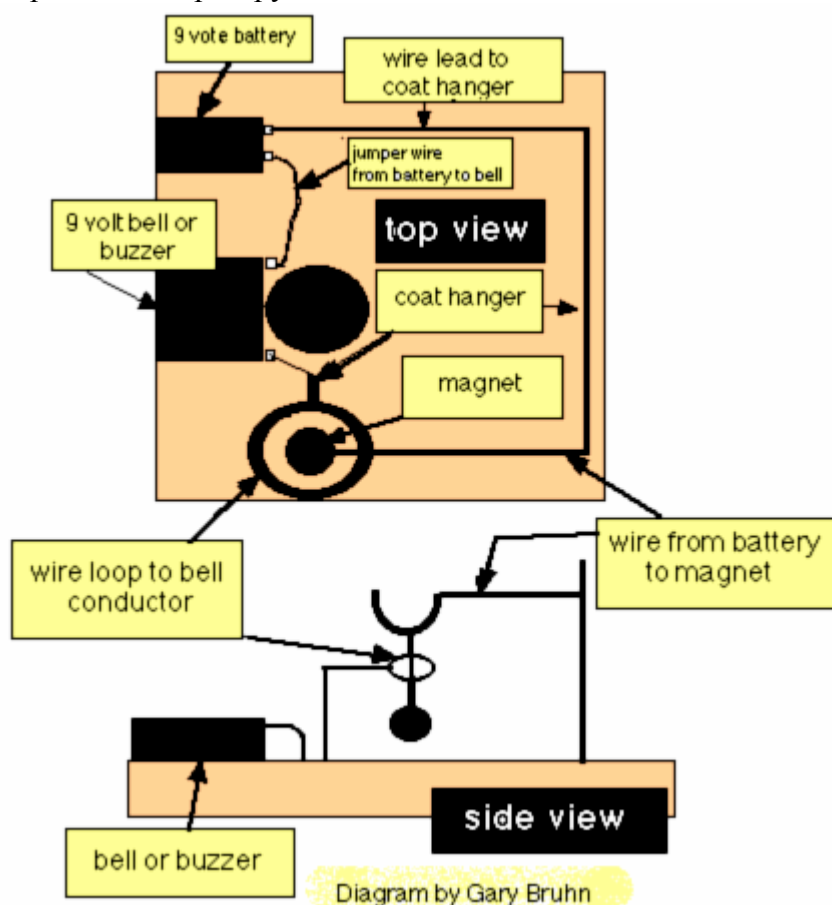
Возьмите плоскогубцы и согните из толстой проволоки С-образную фигуру с длиной опоры примерно в 25 сантиметров (как показано на рисунке). Теперь отрежьте от медного провода примерно 10 см. Один конец прикрепите к С-петле (предварительно зачистив провода и обеспечив электрический контакт), а к другому концу привяжите ваш магнит. Из другого куска толстой проволоки сделайте петлю примерно 2,5-3см в диаметре и проденьте в нее магнит (см. иллюстрацию). Закрепите вашу конструкцию на подставке как изображено на рисунке. Теперь вам остается соединить проводами батарею, звонок и магнито-маятниковую конструкцию в соответствии с рисунком. Когда магнит будет колебаться, он должен касаться петли, вызывая замыкание цепи - звенит звонок! (Чтобы экономить ресурс батареи, снимайте ее когда не используете датчик).

Теперь все что вам нужно, это - НЛО! Поставьте ваш датчик туда, где ему не будут мешать естественные колебания (например порывы ветра). Некоторые исследователи накрывают датчик большим стеклянным колпаком. Когда НЛО будет поблизости от вашего, местечка мощные электромагнитные возмущения, которые они обычно вызывают, заставят ваш электромагнитный маятник качаться и задевать сигнальное кольцо. Будьте готовы к тому, что подобный звонок может раздаться в три часа утра и разбудить всю вашу семью.

Если в вашем доме водится нечистая сила, приготовьтесь к ложным звонкам! парапсихологи установили, что компасы и другие электрические устройства также реагируют на присутствие призраков и привидений!.. Если же вы живете в большом городе, где много посторонних электромагнитных полей, также возможно ложное срабатывание прибора. Его может вызвать, например, обычный лифт.

Читатели, разбирающиеся в электронике, могут построить более совершенный магнитный датчик на транзисторах и конденсаторах. Есть несколько подобных проектов. Я могу порекомендовать вам книгу Роберта Ианнини “Постройте ваш собственный лазер, фазер ионное лучевое оружие. И другие работающие космические штуковины” (Tab Book, 1983).

Данная статья взята из журнала “FATE” (март 1996), автор - Джон Кил. Схема устройства нарисована Гари Брухном.



Конструкция детектора.

2.3 Измерение магнитного поля Земли.

Геомагнетизм. <http://enc-dic.com/print/colier/Geomagnetizm-2189.html>

Магнитные измерения. В магнитных обсерваториях через регулярные интервалы времени определяют абсолютные значения магнитных элементов (а не их вариаций) с возможно большей точностью. Магнитное склонение D определяется путем измерения азимута (горизонтального направления) стрелочного магнита, свободно подвешенного на некрученой нити таким образом, что магнит располагается горизонтально. Азимут отсчитывается от направления на географический север, который устанавливается с помощью астрономических или геодезических наблюдений. Стандартными приборами магнитное склонение определяется с точностью $0,1'$. Первоначально магнитное наклонение I определялось путем измерения наклона магнитной стрелки, центр которой закреплен на горизонтальной оси; эта ось ориентируется перпендикулярно магнитному меридиану таким образом, что стрелка может поворачиваться в плоскости меридиана. Однако точность этих измерений была невысокой, поэтому стали пользоваться индукционным наклономером, состоящим из круглой многовитковой катушки, которая вращается с большой скоростью вокруг оси, проходящей вдоль диаметра катушки. Ось прикрепляется к рамке таким образом, что ее ориентация может быть измерена. Этот метод основан на возникновении в катушке индуцированного электрического тока при изменении проходящего через нее магнитного потока. Если направление оси катушки не совпадает с

направлением магнитного поля, то внутри катушки индуцируется переменный ток. Направление магнитного поля определяется в момент, когда гальванометр не показывает индуцированного тока во вращающейся катушке. С помощью индукционного наклонметра магнитное наклонение может быть установлено с точностью до $0,1'$. Интенсивность горизонтальной составляющей измеряется методом, который разработал Гаусс. Измерения выполняются в два этапа. Вначале измеряется период крутильных колебаний свободно вращающегося в горизонтальной плоскости магнита; этот период зависит от напряженности геомагнитного поля H , а также от магнитного момента M и момента инерции магнита. Затем к магниту прикрепляют немагнитную полоску с известным моментом инерции, после чего эксперимент повторяют. Благодаря добавлению момента инерции период колебаний изменяется, что позволяет вычислить произведение MH . На втором этапе измеряют отклонение магнитной стрелки под влиянием земного магнитного поля и под действием поля магнита, использованного в первом эксперименте, получая отношения M/H . Комбинируя обе величины, MH и M/H , можно установить H . Сходным образом измеряют вертикальную компоненту Z . Если определено H и Z , магнитное наклонение может быть найдено из соотношения $\operatorname{tg} I = Z/H$.

Протонный магнитометр. Его действие основано на ядерной прецессии (изменении ориентации оси вращения) вокруг направления магнитного поля. Ядра водорода (протоны), находящиеся в воде, под влиянием искусственного магнитного поля, ориентированного примерно под прямым углом к земному магнитному полю, поляризуются. Затем поляризующее магнитное поле внезапно выключается. Протоны начинают свободно прецессировать вокруг направления земного магнитного поля F до тех пор, пока ядерные спины не достигнут нового равновесного состояния. Прецессия протонов индуцирует небольшую электродвижущую силу в катушке. Частота f этого сигнала такая же, как частота прецессии протонов и связана с величиной магнитного поля F соотношением $2\pi f = gF$, где g -гиромагнитное отношение протона, известное с высокой точностью. Измерение частоты сигнала в катушке позволяет определить общую магнитную интенсивность. Сконструированы также протонные магнитометры для измерения H и Z . При измерении каждого из этих компонентов используется пара колец Гельмгольца (катушки для создания чрезвычайно однородного магнитного поля) с тем, чтобы привести к нулевому значению компонент, который в данный момент не подлежит измерению.

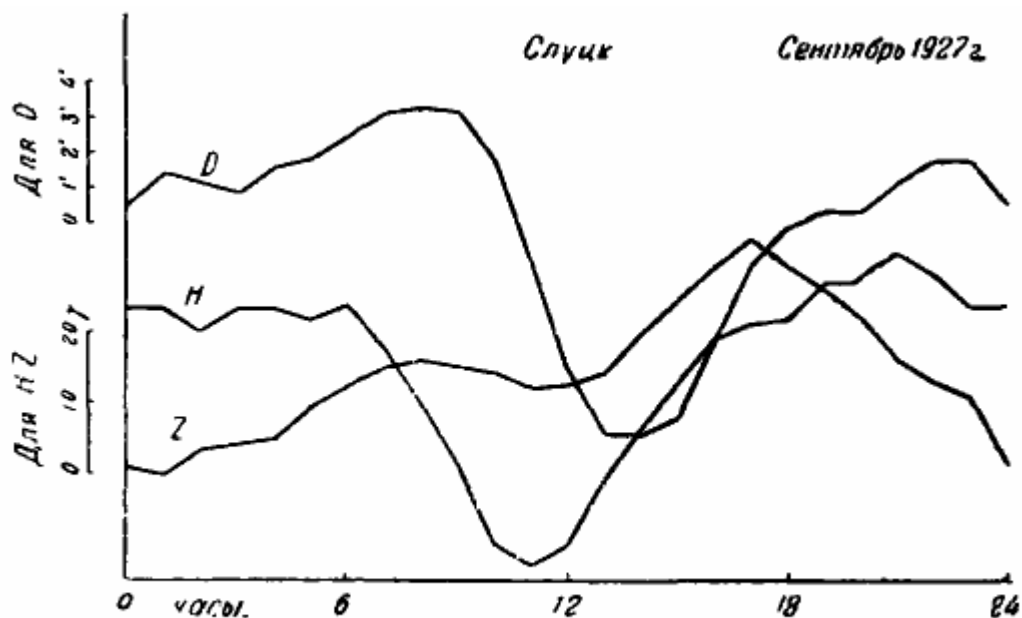
Вариометры. В дополнение к абсолютным измерениям геомагнитного поля магнитные обсерватории ведут непрерывную запись компонентов H , D и Z , поскольку происходят регулярные и нерегулярные вариации магнитного поля. Амплитуда этих вариаций гораздо меньше, чем напряженность постоянного магнитного поля. Приборы для измерения вариаций называются вариометрами. Их действие основано на том, что изменения каждого магнитного элемента вызывают соответствующее отклонение магнитной стрелки, к которой прикрепляется зеркальце, а на него направляется свет от маленькой лампы. Отраженный луч падает на поверхность покрытого фотобумагой цилиндра, который вращается с постоянной скоростью вокруг своей оси. В вариометрах, одновременно измеряющих три компонента поля, фиксируются сразу три кривых на одной магнитограмме. Для регистрации вариаций различной амплитуды и частоты используют разные типы вариометров.

Квантовый магнитометр. Для наблюдений за быстропротекающими вариациями разработан магнитометр на парах рубидия. Этот прибор использует оптическую накачку (см. также ЗЕЕМАНОВ ЭФФЕКТ). Свет от рубидиевой лампы проходит через камеру, содержащую пары рубидия, и падает на фотоземлет, регистрирующий интенсивность света. Магнитометр ориентируют так, чтобы луч света располагался почти параллельно магнитному полю. Если приложить переменное магнитное поле, создаваемое катушкой и имеющее частоту, соответствующую одному из зеемановских переходов в атомах рубидия, то увеличится поглощение за счет магнитного резонанса. Частота, соответствующая зеемановскому переходу, представляет собой известную функцию напряженности магнитного поля. Резонансная частота определяется частотой прилагаемого магнитного поля, что позволяет установить интенсивность магнитного поля. Магнитометр на парах рубидия приемлем для точных измерений быстро меняющихся вариаций магнитного поля, поскольку с его помощью может быть достигнута

чувствительность порядка 0,02 гаммы ($1 \text{ гамма} = 10^{-5} \text{ гаусс} = 10^{-9} \text{ тесла} = 1 \text{ нТ}$). Для измерения абсолютных значений интенсивности используют протонный магнитометр.

Для исследования магнитного поля таких областей разработана специальная аппаратура (**магнитометр Тиберга-Талена, локальвариометры** и т.д.), позволяющая быстро получить нужные результаты измерений. Изучение магнитного поля земли в каком-либо одном пункте обнаруживает факт изменений этого поля с течением времени. Детальное исследование этих временных вариаций элементов земного магнетизма привело к установлению их связи с жизнью земного шара в целом. В вариациях находят свое отражение вращение земли около оси, движение земли по отношению к солнцу и еще целый ряд явлений космического порядка. Изучение вариаций ведется специальными магнитными обсерваториями, снабженными, кроме точных приборов для измерений элементов магнитного поля земли, еще специальными установками для непрерывной записи временных изменений магнитных элементов. Такие приборы носят название вариометров, или магнитографов, и служат обычно для записи вариаций D, H и Z. Прибор для записи вариаций склонения (**вариометр D, или унифиляр**) имеет магнит с прикрепленным к нему зеркальцем, свободно висающий на тонкой нити. Вариации склонения, заключающиеся в поворотах плоскости магнитного меридиана, заставляют подвешенный таким способом магнит поворачиваться. Брошенный из специального осветителя луч, отразившись от зеркальца магнита, дает перемещающееся световое пятно, которое оставляет след в виде кривой на светочувствительной бумаге, накрученной на вращающийся барабан или опускающейся вертикально. Линия, прочерченная лучом, отраженным от неподвижного зеркальца, и отметки времени позволяют по полученной магнитограмме найти изменение D для любого момента времени. Если закручивать нить, вращая верхнюю точку ее прикрепления, то магнит выйдет из плоскости магнитного меридиана; надлежащим закручиванием можно поставить его в положение, перпендикулярное первоначальному. В новом положении равновесия на магнит, с одной стороны, будет действовать H, с другой - момент закрученной нити. Всякое изменение горизонтальной составляющей вызовет изменение положения равновесия магнита, и такой прибор будет отмечать вариации горизонтальной составляющей (вариометр H, или бифиляр, если магнит подвешен на двух параллельных нитях). Запись этих вариаций ведется таким же образом, как и запись изменений склонения. Наконец, третий прибор, служащий для записи вариаций вертикальной составляющей (весы Ллойда, вариометр Z), имеет магнит, колеблющийся, подобно коромыслу весов, около горизонтальной оси. Надлежащим перемещением центра тяжести с помощью передвигного грузика магнит этого прибора приводят в положение, близкое к горизонтальному, и устанавливают обычно так, чтобы плоскость движений магнита была направлена перпендикулярно плоскости магнитного меридиана. В таком случае положение равновесия магнита определяется действием Z и веса системы. Изменение первой величины вызовет некоторый наклон магнита, пропорциональный изменению вертикальной составляющей. Эти изменения наклона регистрируются, подобно предыдущему, фотографическим путем и дают материал для суждений о вариациях вертикальной составляющей.

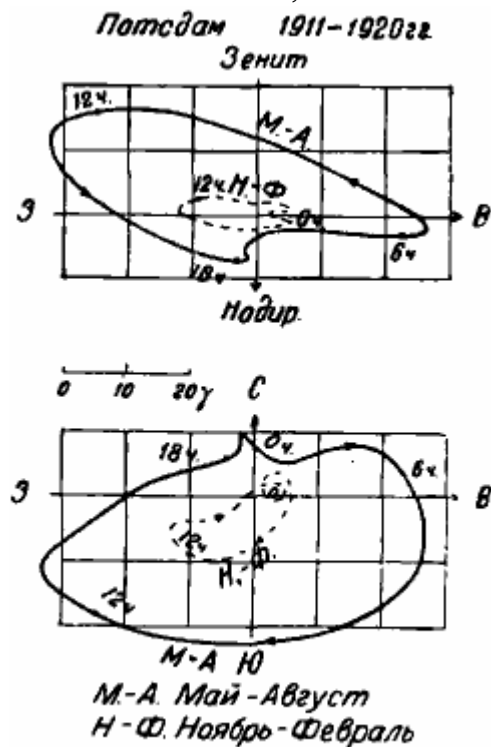
Если подвергнуть кривые, записанные магнитографами (магнитограммы), анализу, можно найти на них целый ряд особенностей, из которых прежде всего бросится в глаза отчетливо выраженный суточный ход. Положение максимумов и минимумов суточного хода, а равно и их значения изо дня в день меняются в небольших пределах, и поэтому для характеристики суточного хода составляются некоторые средние кривые за какой-либо интервал времени. На фиг. 5 даны кривые изменения D, H и Z для обсерватории в Слуцке за сентябрь 1927 г., на которых хорошо заметен суточный ход элементов.



Фиг. 5.

Изменение магнитного поля.

Наиболее наглядным способом изображения вариаций является т. н. векторная диаграмма, представляющая движение конца вектора F с течением времени. Две проекции векторной диаграммы на плоскости yz и xz даны на фиг. 6. Из этой фиг. видно, как отражается на характере суточного хода время года: в зимние месяцы колебания магнитных элементов значительно меньше, чем в летние.



Фиг. 6.

Векторная диаграмма.

Кроме вариаций, обусловленных суточным ходом, на магнитограммах иногда замечаются резкие изменения, достигающие нередко весьма больших значений. Такие резкие изменения магнитных элементов сопровождаются рядом других явлений, как то: полярных сияний в арктических областях, появлением индуцированных токов в телеграфных и телефонных

линиях, и т. д., и называются магнитными бурями. Между вариациями, обусловленными нормальным ходом, и вариациями, вызванными бурями, существует коренное различие. В то время как нормальные изменения протекают для каждого пункта наблюдений по местному времени, вариации, причиной которых являются бури, протекают одновременно для всего земного шара. Это обстоятельство указывает на различную природу вариаций обоих типов.

Среди гипотез, предложенных для объяснений суточного и годового хода геомагнитных элементов, надо отметить гипотезу, предложенную Бальфур-Стюартом и развитую Шустером. По мысли этих исследователей, в высоких электропроводящих слоях атмосферы под термическим действием солнечных лучей возникают перемещения газовых масс. Магнитным полем земли в этих движущихся проводящих массах индуцируются электрические токи, магнитное поле которых и проявляется в виде суточных вариаций. Эта теория хорошо объясняет уменьшение амплитуды вариаций в зимние месяцы и выясняет преобладающую роль местного времени. Что касается магнитных бурь, то ближайшее исследование показало их тесную связь с деятельностью солнца. Выяснение этой связи привело к следующей общепризнанной в настоящее время теории магнитных возмущений. Солнце в моменты наиболее интенсивной своей деятельности выбрасывает потоки электрически заряженных частиц (например, электронов). Такой поток, попадая в верхние слои атмосферы, ионизирует ее и создает возможность протекания интенсивных электрических токов, магнитное поле которых и является теми пертурбациями, которые мы называем магнитными бурями. Такое объяснение природы магнитных бурь хорошо согласуется с результатами теории полярных сияний, развитой Штермером.



2005-Спичак В.В. Электромагнитные измерения земных недр. М. 2005. 245с. Книга подготовлена на основе лекций, прочитанных ведущими учеными России участникам I Всероссийской школы-семинара по электромагнитным зондированиям Земли. Центральное место в издании занимают методы решения прямых и обратных задач геоэлектрики в трехмерных средах. Приведены результаты региональных ЭМ зондирований, выполненных как на суше, так и на море, а также электромагнитной томографии вулканов и геотермальных зон. Большое внимание уделяется малоглубинным высокоразрешающим методам зондирования земных недр, и приводятся примеры их применения для исследования окружающей среды. Рассмотрены теоретические основы сейсмоэлектрических исследований, всесторонне исследуются вопросы электромагнитного зондирования в скважинах, и дается их гидродинамическая интерпретация.

2.4 Космические магнетометры.



Фатеев Вячеслав Филиппович (1948-), генерал-майор, Военно-инженерная космическая академия имени А.Ф.Можайского (ВИКА).

Заместитель начальника по учебной и научной работе Военного инженерно-космического университета им. А.Ф. Можайского с 1994 г.; родился 20 июля 1948 г. в с. Птичьем Ставропольского края; окончил Ростовское высшее военное командно-инженерное училище им. М. И. Неделина в 1972 г., ВАК Академии Генерального штаба ВС РФ в 1994 г., доктор технических наук, профессор, академик РАЕН, действительный член Академии военных наук, Академии инженерных наук, Российской академии естественных наук, член-корреспондент Академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, генерал-майор;

1987-1991 -начальник кафедры космической радиолокации и радионавигации,

1993-1994 -начальник научно-исследовательского центра Военного инженерно-космического университета им. А. Ф. Можайского; председатель двух докторских советов, руководитель научной школы по проблемам радиолокации и радионавигации, а также школы по созданию и применению СМКА; лауреат премии МО "За лучшую научную работу; награжден орденом "За военные заслуги" (1996), знаками "Почетный радист" и "За освоение космоса"; автор более 180 научных трудов и 38 изобретений.

Вихревые образования имеющие форму тангенциальных цилиндров, с осями параллельными оси вращения Земли регистрировали сотрудники Военно-инженерной космической академии имени А.Ф.Можайского (ВИКА) в околоземной среде с помощью магнитометров?" Работы проводились в 90-х годах 20 века под руководством зам.начальника академии по научной работе профессора, генерала В.Ф.Фатеева и были доложены начальником отдела полковником В.Л.Грошевым 12 ноября 1997г. Сотрудниками ВИКА было установлено, что в районах тектонических разломов, где наблюдается интенсивное электромагнитное и гравитационное энергетическое взаимодействие между жидкой магмой Земли и темной материей, образуются тороидальные светящиеся вихри размером от микрочастиц до десятков метров (ротатор, торсион, ядрон). Было установлено, что плотность темной материи в околоземной среде зависит от гравитационного поля (потенциала V), в котором находится ИСЗ. Это было экспериментально доказано в опытах с часами и магнитометрами.

Результаты экспериментов Военно-инженерной космической академии (ВИКА) с часами и магнитометрами, установленными на искусственных спутниках земли (ИСЗ), со всей очевидностью подтверждают реальность существования **неоднородной, поляризованной, дипольной** космической среды, обладающей электрическим и магнитным восприятием (аналогом сверхтекучей жидкости $^3\text{He-B}$).

1997-Грошев В.Л. (начальник отдела, полковник) Доклад о результатах эксперимента.



2002-Грошев В.Л. От гравитации – через ядрон, Тунгусский феномен, Чернобыль и Сасово – до литосферных катастроф. Основы естествознания XXI века. СПб. ВИКА. Сударыня. 2002. 221с.

2004-Хотеев В.Х. "Дискуссия о Вселенной". СПб.: Сударыня, 2004.

Фатеев Вячеслав Филиппович, д.т.н., профессор; Всероссийский НИИ физико-технических и радиотехнических измерений; начальник НТЦ-82; E-mail: fateev@vniiftri.ru

2015-Фатеев В.Ф. Космические измерители параметров гравитационного поля // Альманах современной метрологии. 2015. № 3. С. 32-62.

2017-Фатеев В.Ф. Релятивистская метрология околоземного пространства. Менделеево. ВНИИФТРИ. 2017. 438с.

2018-Фатеев В.Ф., Давлатов Р.А., Лопатин В. П. Применение навигационной аппаратуры ГНСС на борту наноспутника // Изв. вузов. Приборостроение. 2018. Т. 61. № 5. С. 437-445.

2019-Фатеев В.Ф., Давлатов Р.А. Многоспутниковый кластер для определения параметров гравитационного поля Земли. Известия Вузов. Приборостроение. 2019.

<https://cyberleninka.ru/article/n/mnogosputnikovyy-klaster-dlya-opredeleniya-parametrov-gravitatsionnogo-polya-zemli>

Безняков А.М., Гурьев И.С., Рыжова И.П. Уменьшение влияния помех магнитного поля космического аппарата на магнитометрические измерения. Авиационная и ракетно-космическая техника.

<https://cyberleninka.ru/article/n/umenshenie-vliyaniya-pomeh-magnitnogo-polya-kosmicheskogo-apparata-na-magnitometricheskie-izmereniya>

Магнитометр цифровой трёхосный МЦТ-4. Технические характеристики // Каталог продукции электронного направления ОАО «Раменское Приборостроительное Бюро». 2013. С. 97.

http://mniirip.ru/sites/default/files/articles/katalog_elektronnogo_napravleniya_rpkb.pdf

1967-Орлов В.П. (ред.). Каталог измеренных и вычисленных значений модуля напряженности геомагнитного поля вдоль орбит спутника "Космос-49". 24 октября-4 ноября 1964 г. Части I, II, III.- ИЗМИР АН СССР, Москва, 1967.

1976-Долгинов Ш.Ш., Козлов А.Н., Колесова В.И., Косачева В.П., Наливайко В.И., Струнникова Л.В., Тюрмин А.В., Тюрмина Л.О., Фастовский У.В., Черевко Т.Н., Алексашин Е.П., Вельчинская А.С., Гаврилова Е.А., Покрас В.И., Сеницын В.И., Яговкин А.Р.

Каталог измеренных и вычисленных значений модуля напряженности геомагнитного поля вдоль орбит спутника "Космос-321". /20 января-13 марта 1970. (ИЗМИР АН СССР, Институт космических исследований АН СССР), Наука, Москва, 1976. 179с.

Мировой центр данных.

Данные о главном магнитном поле Земли.

http://www.wdcb.ru/sep/magnetic_measurements/magnetic_measurements.ru.html

Ссылки на международные ресурсы, содержащие геомагнитные данные

- Мировой центр данных по Солнечно-Земной физике, Москва (Россия)
- Мировой центр данных по геомагнетизму, Боулдер (США)
- Мировой центр данных по геомагнетизму, Копенгаген (Дания)
- Мировой центр данных по геомагнетизму, Эдинбург (Великобритания)
- Мировой центр данных по геомагнетизму, Киото (Япония)
- Международная сеть магнитных обсерваторий в реальном времени (INTERMAGNET)
- Интерактивный ресурс данных по космической физике (SPIDR)

Мировые данные и глобальные аналитические модели.

http://www.wdcb.ru/sep/magnetic_measurements/magn_publ_world.ru.html

Глава 3. Детекторы Естественного Импульсного Электромагнитного поля Земли.

3.1 Приборы для регистрации ЕИЭМПЗ.

Измерения и аппаратура в методе ЕИЭМПЗ

Методика определения естественного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ).

Метод основан на эффектах излучения и изменения электромагнитного поля в диэлектриках в связи с изменением действующих механических напряжений.

В методе естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) диагностика напряженного состояния производится путем дистанционного измерения параметров электромагнитного поля вблизи исследуемой поверхности.

Функциональная схема прибора чрезвычайно проста. В качестве датчика используется магнитная антенна. После усиления и селекции, сигнал поступает на схему измерения частоты. Приборы, как правило, выполнены в переносном варианте, содержащем измерительный блок и антенну. Полевые наблюдения осуществляются оператором с помощником, ведущим полевой журнал.

Приборы выпускаются по заказам мелкими сериями. В Украине до последнего времени наибольшей известностью пользовался прибор производства Западно-Украинской геофизической экспедиции (ЗУГРЭ) РВИНДС-П-03 (радиоволновой индикатор напряженно-деформированного состояния). В Крыму популярны местные приборы «Апогей», ИПП-2, «Симеиз». Известны российские разработки, например, комплекс «Икар». Также используется прибор «Шторм», имеющий конструктивные и функциональные особенности.

По данным измерений в различных точках строится профиль или карта распределения частоты ЕИЭМПЗ. Такую карту геофизики называют картой интенсивности напряженного состояния грунтов. В общем случае напряженное состояние характеризуется многомерным объектом, тензором напряжений. Формально, выражение интенсивности напряженного состояния в кило-герцах аналогично, например, в джоулях на кубический метр.

Но есть еще один аргумент в пользу измерений напряженного состояния в единицах частоты, имеющий непосредственную физически содержательную связь с методом ЕИЭМПЗ.

В инженерно-геологической интерпретации, возможно, более уместно говорить о степени уплотнении грунтов, нежели о величине напряженного состояния, поскольку именно при уплотнении происходит перестройка (упорядочение) их структуры. За исключением задач исследования напряженного состояния конструкций, это положение повсеместно находит подтверждение в приводимых примерах анализа напряженно-деформированного состояния глинистых грунтов.

Геофизики, имеющие дело с естественными электромагнитными полями, знают, что существуют участки, в которых практически всегда средняя частота вариаций не превышает 2 Кгц. В то же время, независимо от «магнитной погоды», несложно встретить зоны, в которых наблюдаемая частота вариаций всегда больше 10 Кгц. В таких зонах происходит резонансное усиление не только естественных вариаций, но и техногенных полей, в избытке имеющихся в современном мире.

Термин "естественные импульсные электромагнитные поля Земли" (ЕИЭМПЗ) ввел **Воробьев А.А.** в конце 1960-х годов прошлого столетия. Им же была высказана гипотеза, что импульсы могут возникать не только в атмосфере, но и в земной коре в результате механоэлектрических преобразований тектонической энергии в электрическую.

Среди множества преобразований механических воздействий на среду в изменение электрического поля среды (механо-электрических преобразований), А.А. Воробьев выделяет явление эмиссии электрических импульсов (разрядов) в поляризованном механическом напряжении диэлектрике. Импульсы возникают на различных уровнях организации вещества, от дислокаций в кристаллической решетке, до видимых глазом трещин. Интенсивность

дислокаций и частота их возникновения пропорциональны напряжениям, действующим в материале диэлектрика.

В модели Воробьева уместно говорить об аналогии с «треском» в напряженном материале, который все слышали в акустическом диапазоне, но который, оказывается, возникает также и в электромагнитном поле. Напряженный материал в модели Воробьева является активным излучателем электромагнитной энергии. В силу случайности образования дислокаций, процесс генерации импульсов считается случайным потоком.

Ожидалось, что повышенная интенсивность потока импульсов будет наблюдаться накануне и в момент сильных землетрясений, вначале за счет накопления энергии, а затем разрушения горных пород в эпицентральных районах очага события. Эта идея достаточно энергично развивалась в конце прошлого столетия. В настоящее время число публикаций стало падать, так как не подтвердились надежды на высокую эффективность метода ЕИЭМПЗ для прогноза землетрясений. Приходится констатировать, что к настоящему времени отсутствуют эффективные методы прогноза стихийных природных явлений. Необходимы принципиально новые пути и способы решения этих задач.

1980-Воробьев А.А. Равновесие и преобразование энергии в недрах, Томск, изд. Томского университета, 1980. 211с.

Естественное Импульсное Электромагнитное Поле Земли (ЕИЭМПЗ).

Метод ЕИЭМПЗ применяется в Инженерной геологии, Горном деле, Поисковой разведочной геологии, Структурной геологии, Строительном деле, При медико-биологических исследованиях

Метод развивается, совершенствуется, расширяется круг областей его применения. Постоянно улучшается аппаратура с учетом современных требований, элементной базы и накопленного опыта. Реализация метода осуществляется по специально разработанным методикам с применением аппаратуры преимущественно в виде переносных малогабаритных индикаторного типа приборов. Малые опытные серии таких приборов выпускались в разные годы и в разных городах:

СЭМИ, Москва
ИКАР, Россия.
Шторм, Россия.
МГР-01, Томск.

РВИНДС 1-3, Львов
РВИНДС-П-03 (радиоволновой индикатор напряженно-деформированного состояния), прибор производства Западно-Украинской геофизической экспедиции (ЗУГРЭ).

АПОГЕЙ, Киев
ДЭМОН 1-2, Феодосия

ИПП 1-2, Симферополь
ИПП-2, Симферополь
РВИГ, Симферополь
КОМФОРТ 1-3, Симферополь
КАРАДАГ 1-2, Симферополь
«Симеиз», Симферополь.

«Одонис-3», произведенный АО «Фиолент»
Адонис-32М, НАПКС.



Различные приборы.



Прибор ЕИЭМПЗ «Одонис-3», произведенный АО «Фиолент» и размещение антенн при испытании фундамента.

Для измерений импульсов ЕИЭМПЗ использовался прибор типа «Адонис-32М», опытная серия которого выпущена в 2001 г. в КАПКС. Прибор является новой модификацией, имеет объем памяти 32 Кб, подключается к компьютеру для последующей обработки данных. Предшествующая модификация прибора «Адонис-32» прошла аттестационные испытания в 2000г на полигонах Великобритании. На каждой точке наблюдений производилась серия отсчетов из 7 значений. Параметры регистрации (время дискретизации, диапазон чувствительности, направленность антенны) во время всей работы оставались одинаковыми. Направленность антенны определялась при выборе нуля-пункта путем круговой развертки вне активных помех.

прибор торсионных гравитационных электромагнитный измерений волн определитель ПТИ-1-ГП напряжений ДЭМОН-1

В настоящее время используется новая модификация аппаратных разработок. Для обследования конструкций стен зданий и сооружений используется прибор с выносной антенной. Популярными среди населения являются бытовые карманного типа индикаторы (КОМФОРТ 1-3), с помощью которых легко и четко с точностью до 1см фиксируются зоны вредного для здоровья электромагнитного излучения.

<http://method.narod.ru/second.html?oprd=1>

1997-в г. Зеленограде проходила апробацию методика косвенной оценки патогенных воздействий по изменениям естественных электромагнитных полей вблизи патогенных факторов, источников таких воздействий. Для этой цели разработан ряд уникальных приборов ДЭМОН (Феодосия), РВИНДС (Львов), СЭМИ (Москва), позволяющих фиксировать малейшие изменения уровня напряженности и количества импульсов (выбросов) поля. Методика оценивает степень патогенности как интегральную величину отклонения по фону уровня и градиента естественного электромагнитного поля. Оригинальные программно-аппаратные средства позволяют получить на цветных топокартах и трехмерных диаграммах распределение и локализацию патогенных зон на участке строительства и в пределах зданий и сооружений. Разработана оценочная шкала уровня патогенности по корреляции с данными медицинской статистики, что позволяет вплотную подойти к нормированию патогенных явлений.

0.1.1 Прибор ДЭМОН, ДЭМОН 1-2 (Феодосия).

Прибор позволяет проводить измерение уровня потока ЕИЭМПЗ в частотном диапазоне 3-50 кГц с временной выборкой подсчета количества импульсов от 0,1 до 10 сек.

Богданов Юрий Алексеевич.

Испытан опытный образец прибора "Демон" (г. Москва), позволяющий определять границы геопатогенных зон, интенсивность их излучения (в условных единицах) и параметры электромагнитных полей, например, компьютера. При проведении эксперимента в гидрокорпусе МГУ после фиксации геопатогенной зоны была предпринята попытка воздействия на нее "энергетическим полем" Бипирамиды. При измерении, после воздействия, указанный прибор показал отсутствие излучения.

Испытания прибора «ДЭМОН» в НИИТП показали, что его показания на уровне 0,8 коррелируют с результатами измерений лозоходцев.

2014-Боданов Ю.А. Прогнозирование опасных геологических явлений и процессов.

<http://www.kosmopoisk.ru/adv/236/945/>

Одним из многих специалистов, которые откликнулись на проект "Golden Ball" и предложили для использования при полевых экспедиционных работах в районе Великих пирамид Египта, свои разработки, является Юрий Богданов. Юрий Алексеевич, кандидат технических наук, директор Феодосийского института инженерной экологии и ресурсосбережения. Он автор 15 изобретений и более 80 публикаций в научно-технической печати. В течение последних трех лет основное направление его научной и практической работы - идентификация динамических систем (естественных геологических и искусственных инженерных сооружений) и распознавание образов методом естественного импульсного электромагнитного поля Земли, методы сжатия информации, разработка аппаратуры для этих целей. Данные методы успешно использовались, в частности, в народно-хозяйственных работах в Комсомольске (Полтавская область), Феодосии (Крым), в шахтных выработках ПО "Луганскуголь". Приборы серии ДЕМООН (в одноканальном и многоканальном вариантах) зарекомендовали себя прекрасно.

Предлагаются способы и аппаратура для изучения напряженно-деформированного состояния массивов горных пород путем регистрации импульсов естественного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ). Метод основан на явлении электромагнитной эмиссии и возбуждения сильных электрических и магнитных полей при переменных механических напряжениях в минералах-диэлектриках и содержащих их не пьезоэлектрических горных породах. На основе анализа кинетических и амплитудно-частотных характеристик сигналов получают информацию о наличии и местоположении в горном массиве напряженно-опасных зон и готовящихся геодинамических явлений (горных ударов, оползней и т.д.).

Метод позволяет фиксировать деформации пород на молекулярном уровне их развития, что и создает его прогностическую направленность. Осуществляется это с помощью малогабаритных переносных устройств со встроенными специальными датчиками. Выносные датчики могут также устанавливаться на поверхности исследуемого объекта, в скважинах на разной глубине и в горных выработках.

С помощью метода решаются следующие геологические задачи:

- оценка характера распределения поля напряжений в массиве горных пород;
- оконтуривание удароопасных и оползнеопасных участков, прослеживание и характеристическое описание зон разломов;
- прогнозирование геодинамических явлений;
- изучение реологических свойств горных пород;
- оконтуривание и прослеживание зон гидротермально измененных пород при поисках полезных ископаемых.

Для обработки информации предлагается программа Лаггер-спектрального анализа случайных процессов. Метод и аппаратура позволяют решать задачи, связанные с медикобиологическими проблемами, в частности, определение степени электромагнитного загрязнения окружающей среды, установление геопатогенных зон, влияющих на здоровье

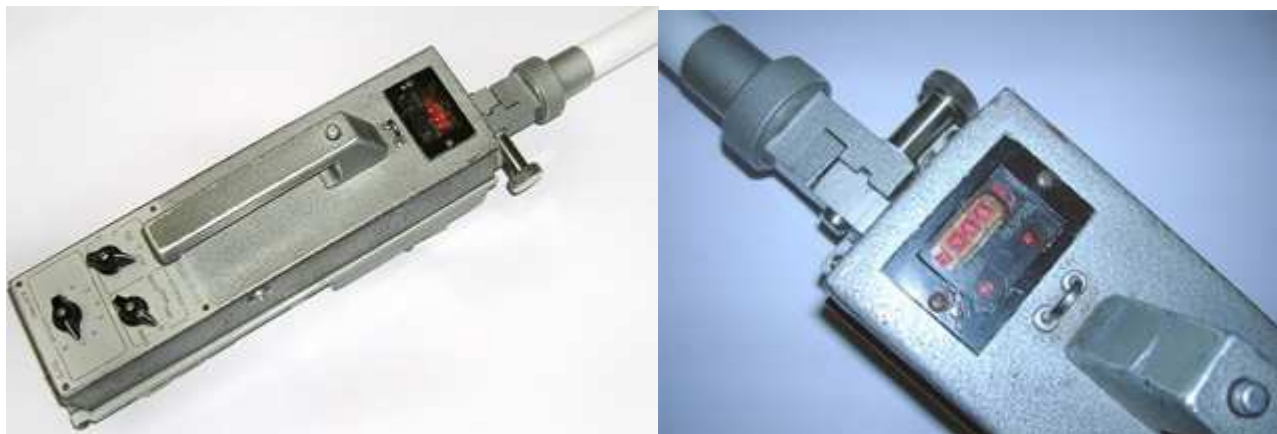
людей, обследование жилых и рабочих помещений. Рыбалка, охота, отдых, зимняя рыбалка в дельте также становятся возможным, если использовать прибор в качестве эхолота.

Аппаратура обеспечивается методикой проведения работ, которая апробирована на блоковых оползнях г. Москвы, Одесского побережья в Крыму и др. местах. Применяется для оценки напряженно-деформированного состояния (НДС) на разнотипных оползнях в Крыму, западных областях Украины, внедрен на тоннелях трассы БАМ для выделения характеристик зон разломов и для опережающей разведки разломов впереди забоя (глубиной 20-30 м). Применен для оценки НДС пород, прогнозирования горных ударов на руднике "Таштагольский" и на Кольском полуострове. Используется для картирования карстовых полостей в Крыму и в Предкарпатье. Метод включен в СНиП. Внедрен на объектах водоканализационного хозяйства для контроля за усталостной долговечностью и оценки живучести конструкции (резервуаров чистой воды, очистных сооружений и др.), а также для прогноза степени накопления микрповреждений и трещин. Используется для качественной оценки поля напряжений на строительных площадках при производстве инженерно-геологических изысканий, а также при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений. Рекомендуются применять при количественной оценке реологических параметров грунтов (сдвиговая ползучесть, длительная прочность при сдвиге). Выделяется стадия затухающей ползучести, устанавливающая ползучесть, и стадия разрушения.

Применен для выявления особенностей перераспределения или накопления напряжений в зонах поднятия или опускания геологических блоков или неоднородностей в виде систем микротрещин в приразломных или приконтактных зонах. В комплексе с биолокационными методами применен для поиска источников подземных вод в районах городов Севастополь, Феодосия. В сочетании с традиционными методами сокращает затраты на проведение инженерно-изыскательских работ в 1,5-2 раза.

Исследования проводились в институте Укрвостокгеология (Харьков) кандидатом технических наук Ю.А. Богдановым, Д.О. Крамаренко совместно с авторами прибором ДЭМОН по фиксации изменения количества импульсов естественных электромагнитных полей.

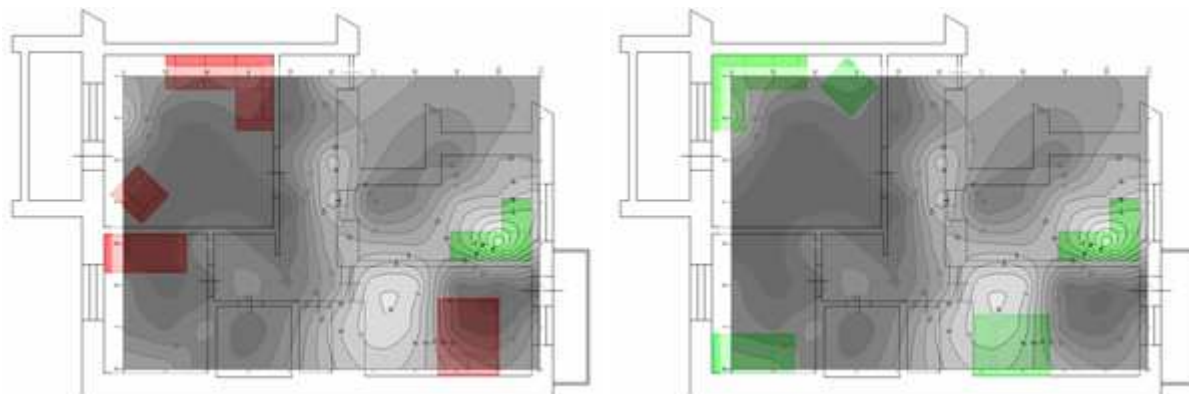
0.1.2 Прибор РВИНДС-П-03.



Прибор РВИНДС-П-03, радиоволновой индикатор напряжённно-деформированного состояния.
<https://geopatogen.wordpress.com/2011/08/04/methods-of-work/>

Прибор позволяет измерять напряжённное состояние в стенах готовых зданий и сооружений. По данным измерений по всем точкам исследуемого объекта строиться профиль или карта распределения частоты ЕИЭМПЗ называемой картой интенсивности напряжений состояния поверхности. Используя метод ЕИЭМПЗ мы с уверенностью выявляем неоднородности напряжённного состояния в условиях горизонтального залегания, где казалось бы, нет естественных силовых источников. Неоднородное напряжённное состояние провоцирует неравномерное течение инженерно-геологических и гидро-геологических процессов, что приводит к просадкам фундаментов, образованию трещин в стенах различного уровня

распространения. Исследования напряжённого состояния позволяет глубже вникнуть в суть механизма взаимодействия основания сооружения и самого сооружения с вмещающими грунтами, и на качественном уровне прогнозировать характер деформаций в будущем. Данные несущей способности грунтов, определённые методом ЕИЭМПЗ, позволяют на этапе проектирования предусмотреть конструктивные элементы сооружений, например деформационные швы в местах сочленения геодинамических блоков, либо по возможности размещения основания сооружения целиком в едином блоке.



Исходное расположение спальных мест до перестановки и после перестановки на основе результатов измерений.

0.1.3 Прибор МГР-01.

Регистратор многоканальный геофизический МГР-01

Изделие зарегистрировано в Госреестре под номером 31892-06.



Регистратор МГР-01.

Характеристики измерительных каналов

Два идентичных канала для измерения магнитной составляющей ЕИЭМПЗ:

Датчик -ферритовая антенна с частотой резонанса $14,5 \pm 1$ кГц;

Диапазон коэффициентов усиления: от 20 до 96 дБ;

Диапазон изменений опорного напряжения на компараторах: от 0 до 5В;

Число ступеней изменения опорного напряжения -4096.

Канал для измерения электрической составляющей ЕИЭМПЗ:

Емкостной дифференциальный датчик;

Диапазон коэффициентов усиления: от 20 до 96 дБ;

Диапазон изменения опорного напряжения на компараторах: от 0 до 2,5 В;

Число ступеней изменения опорного напряжения -2048;

Полоса пропускания усилительного тракта: от 500 Гц до 100 кГц.

Контактная информация:

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,
просп. Академический, 10/3, г.Томск, 634055.

Ученый секретарь к.т.н. **Яблокова Ольга Васильевна**.

Тел.: (3822) 49-29-46, факс: (3822) 49-19-50. E-mail: post@imces.ru <http://www.imces.ru>

0.1.4 Прибор «УРГА-1».

По ТЗ, согласованному Департаментом архитектуры Минстроя РФ, и по контракту с Росавиакосмосом в 1997-1999 была проведена опытно-конструкторская разработка прибора «УРГА-1» (10-100кГц), метод измерений которого основан на принципе: магнитная антенна - усилитель -индикатор. Для уменьшения азимутальной зависимости антенна была расположена вертикально. Для повышения помехоустойчивости применено тщательное экранирование элементов схемы и принята дифференциальная схема усилителя с полосой до 100кГц. Кроме того, антенна помещена в электрический экран. Индикатором служит жидкокристаллический индикатор. В приборе имеется встроенная память на 20.000 отсчетов. Имеется интерфейс связи с компьютером.

2000-Смирнов С.Н. Опыт разработки индикатора геопатогенных зон. Вестник биолокации. 2000. №14. с.27-30.++

2001-Смирнов **Станислав Николаевич**, старший научный сотрудник НИИ точных приборов Росавиакосмоса. Опыт приборной реализации индикатора геопатогенных зон («УРГА-1»). 22-е Зигелевские чтения. М. 2001.

0.1.5 Приборы Д2-03 и Д2-04.

Титов Ю.Ф., разработчик приборов.

Прибор модели Д2-03 предназначен для использования в полевых условиях наряду с биолокационными методами для:

-обнаружения протекания подземных вод,

-обнаружения мест прохождения подземных газопроводов,

-обнаружения мест прохождения электрических кабелей,

Обнаружения подземных пустот любого происхождения.

Прибор Д2-03

(Опытный)

Паспорт

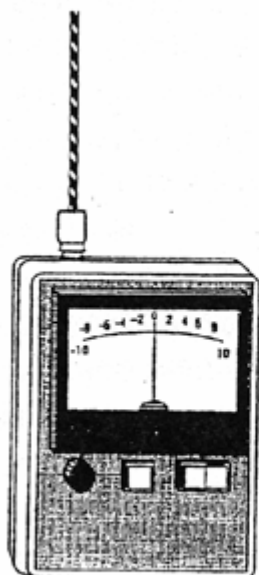
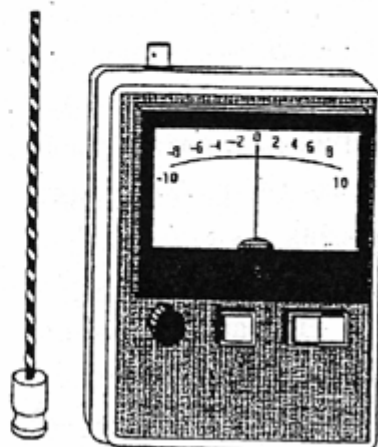


Рис.1. Внешний вид прибора "Д2-03".



Прибор Д2-03.

2000-Бондарчук С.Н., Титов Ю.Ф., Ланда В.Е., Дубовик Р.А. Результаты апробирования прибора Д2-04 и Д2-03 при регистрации ГПЗ и поисках подземных вод. Вестник биолокации. М. 2000. №15. с.14-16.++



2003-Разорёнов Г.Н., Бахрамов Э.А., Титов Ю.Ф. Системы управления летательными аппаратами (баллистическими ракетами и их головными частями). М. Машиностроение. 2003. 584с. <https://www.twirpx.org/file/98792/>

Малышков Сергей, с.н.с. ИМКЭС.

Ученые **Томского** Института мониторинга климатических и экологических систем (ИМКЭС) СО РАН разработали геофизический регистратор, с помощью которого можно прогнозировать землетрясения, оценивать сейсмоопасность территории и даже определять положение земного ядра, сообщает во вторник пресс-служба инновационных организаций Томской области.

Многоканальный геофизический регистратор МГР-01 представляет собой небольшой "чемоданчик" весом около трех килограммов. Он был разработан для измерения электромагнитных полей, излучаемых Землей. Устройство имеет широкий спектр применения - от разведки месторождений до мониторинга опасных геологических процессов.

<https://www.riatomsk.ru/article/20160906/registrator-zemletryasenij-tomsk-institut-monitoringa/>

Гордеев Василий Федорович, Малышков Сергей Юрьевич, Малышков Юрий Петрович, Поливач Виталий Игоревич, Шталин Сергей Георгиевич. Регистратор импульсных электромагнитных полей для мониторинга геодинамических процессов и геофизической разведки. Sensors & Systems.2012 №4. <http://naukarus.com/registrator-impulsnyh-elektromagnitnyh-poley-dlya-monitoringa-geodinamicheskikh-protsessov-i-geofizicheskoy-razvedki>

Приведено описание регистратора естественного импульсного электромагнитного поля Земли в диапазоне очень низких частот. Показаны возможности его использования для изучения глубинного строения земной коры, обнаружения в земной коре скрытых геологических разломов, разрывных нарушений, поиска месторождений полезных ископаемых, включая месторождения нефти и газа, анализа и оценки сейсмической ситуации в сейсмоактивных районах и активности геодинамических процессов.

Термин "естественные импульсные электромагнитные поля Земли" (ЕИЭМПЗ) ввел Воробьев А.А. в конце 1960-х годов прошлого столетия. Им же была высказана гипотеза, что импульсы могут возникать не только в атмосфере, но и в земной коре в результате механоэлектрических преобразований тектонической энергии в электрическую. Ожидалось, что повышенная интенсивность потока импульсов будет наблюдаться накануне и в момент сильных землетрясений, вначале за счет накопления энергии, а затем разрушения горных пород в эпицентральных районах очага события. Эта идея достаточно энергично развивалась в конце прошлого столетия. В настоящее время число публикаций стало падать, так как не подтвердились надежды на высокую эффективность метода ЕИЭМПЗ для прогноза землетрясений. Приходится констатировать, что к настоящему времени отсутствуют эффективные методы прогноза стихийных природных явлений. Необходимы принципиально новые пути и способы решения этих задач.

Почти одновременно с поиском предвестников землетрясений метод ЕИЭМПЗ начал применяться и в геофизической разведке. В основном он использовался при изучении оползневых процессов, так как считалось, что на частотах в несколько килогерц можно принимать сигналы с глубины не более нескольких сотен метров.

В базовом варианте МГР-01 содержит два канала измерения магнитной составляющей электромагнитного поля 2, 4 и один канал измерения электрической составляющей 6. Каналы оснащены антеннами 1, 3, 5 и подключены к устройству управления 11, которое, в свою очередь, может быть подключено к последовательному порту компьютера 12 (ЭВМ). В зависимости от решаемых задач регистратор может быть оснащен дополнительным каналом 8 с датчиком 7 и GSM-модемом, совмещенным с блоком управления питанием (БУП) 10. К GSM-модему подключается внешняя антенна 9.

Модем предназначен для передачи данных на сервер по GPRS каналу. Блок управления питанием отключает питание регистратора при снижении внешнего питания до 10 В для защиты аккумуляторной батареи от переразряда. Питание регистратора может осуществляться внешним источником питания с постоянным напряжением 12 В или аккумуляторной батареей с аналогичным напряжением.

Антенны для приема магнитной составляющей ЕИЭМПЗ 1 в направлении север-юг и 3 в направлении запад-восток представляют собой магнитные ферритовые антенны, принимающие сигнал в диапазоне очень низких частот. Взаимно ортогональное расположение этих антенн позволяет получить диаграмму направленности системы, близкую к круговой. В качестве

антенны для приема электрической составляющей ЕИЭМПЗ 5 используется дифференциальный емкостной датчик, работающий в ближней зоне приема в диапазоне частот 0,5...100 кГц. Регистратор параметров естественного импульсного электромагнитного поля Земли работает следующим образом. Импульсные электромагнитные поля, генерируемые массивом горных пород в точке расположения устройства, принимаемые антеннами 1, 3 и 5, поступают на входы соответствующих каналов 2, 4, 6, где происходит фильтрация.

Регистраторы многоканальные геофизические МГР-01.

<http://www.td-str.ru/file.aspx?id=7756>

Разработка автоматизированного комплекса для мониторинга геодинамических процессов в земной коре на базе двух регистраторов «МГР-01» и одного терминала сбора и хранения данных «Архив». <http://meteosap.ru/projects/razrabotka-kompleksa-dlya-monitoringa-geodinamicheskix-processov-v-zemnoj-kore/>

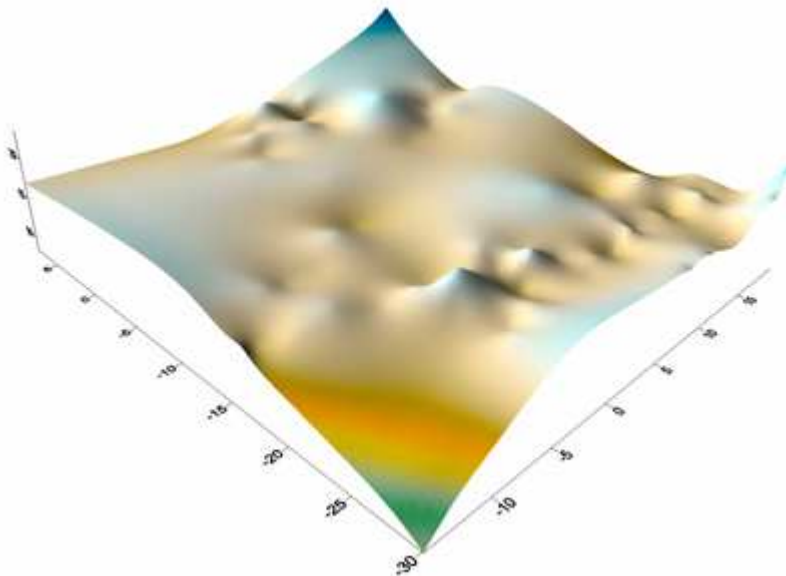
Многоканальный геофизический регистратор МГР -01.

<http://www.sbras.nsc.ru/expo/expo/doc/350.pdf>

0.1.4 Прибор Geosense-500.



Прибор Geosense-500.



Представление результатов измерений.

Серия приборов Geosense-500 позволяет измерять параметры Естественного Импульсного Электро -Магнитного Поля Земли (ЕИЭМПЗ), и накапливать результаты в своей памяти, которые, затем могут быть выгружены в персональный компьютер для последующей обработки и анализа. Прибор применяется при изучении и прогнозировании оползней, обвалов, селей, горных ударов в шахтах, тоннелях и выработках; для контроля устойчивости грунтов-оснований под фундаменты зданий, плотин и других сооружений. В поисковой геологии для прослеживания и характеристики зон разломов, контактов между неоднородными толщами горных пород. Для предсказания землетрясений, извержений вулканов. Основное применение прибор получил для изучения и предсказания гео-динамических явлений.

Основные характеристики:

- 2 синхронных канала регистрации импульсов ЕИЭМПЗ
- 2 синхронных канала регистрации уровня амплитудной огибающей ЕИЭМПЗ.
- 3 различных режима работы: -режим измерений по точкам, режим автоматических измерений по точкам, или режим стационарных наблюдений.
- Встроенный GPS навигатор MediaTek MT3329, 66-канальный, способен «видеть» спутники даже в помещении.
- «Неограниченный» объем памяти -2 Гб.
- Высокая чувствительность, и сниженный уровень собственных шумов.
- Соединение с компьютером через USB. Прибор «виден» как съемный диск, не требуется специального ПО для извлечения данных.
- Большой контрастный дисплей.
- Удобная герметизированная мембранная клавиатура.
- Компактный пыле и влаго-защищенный, ударопрочный корпус.
- Встроенная Li-ion батарея, обеспечивающая до 12 суток непрерывной работы, в режиме стационарных наблюдений. Можно заряжать батарею, не извлекая ее из прибора.
- Возможность удаленного обновления встроенного ПО.
- Габариты 120 x 80 x 85 мм. Вес 450 Г. Цена 95000 Руб.

3.2 Применение метода ЕИЭМПЗ.

Соломатин Валерий Николаевич. Национальный научно-природоведческий музей НАН Украины. Киев. e-mail: miha.yandex@mail.ru
 1983-Мастов Ш.Р., Соломатин В.Н., Яворович Л.В. Выявление степени деформации участков оползня методом регистрации импульсов электромагнитного поля. Инженерная геология, 1983, №2, с.98-101.

1987-Саломатин В.Н. Закономерности геологических процессов и явлений, их связь с импульсной электромагнитной эмиссией: диссертация доктора геол.-мин. наук: 04.00.07 / Саломатин Валерий Николаевич. Симферополь, 1987. 412с.

1991-Саломатин В.Н., Матов Ш.Р., Защинский Л.А. Методические рекомендации по изучению напряженного состояния пород методом регистрации естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ). Симферополь: КИПКС, КОС-НИО, 1991. 88с

1999-Бессмертный А.Ф., Саломатин В.Н. Решение инженерно -геологических задач на основании результатов наблюдений естественного импульсного электромагнитного поля Земли. Геофизический журнал, АН Украины, т.21,№1, 1999. с.119-126.

-Зубенко М.Я., Саломатин В.Н. Исследование оползнеопасного участка методом ЕИЭМПЗ с использованием ГИС технологий.

<http://geopolitika.crimea.edu/arhiv/2014/tom10-v-1/092zubenko.pdf>

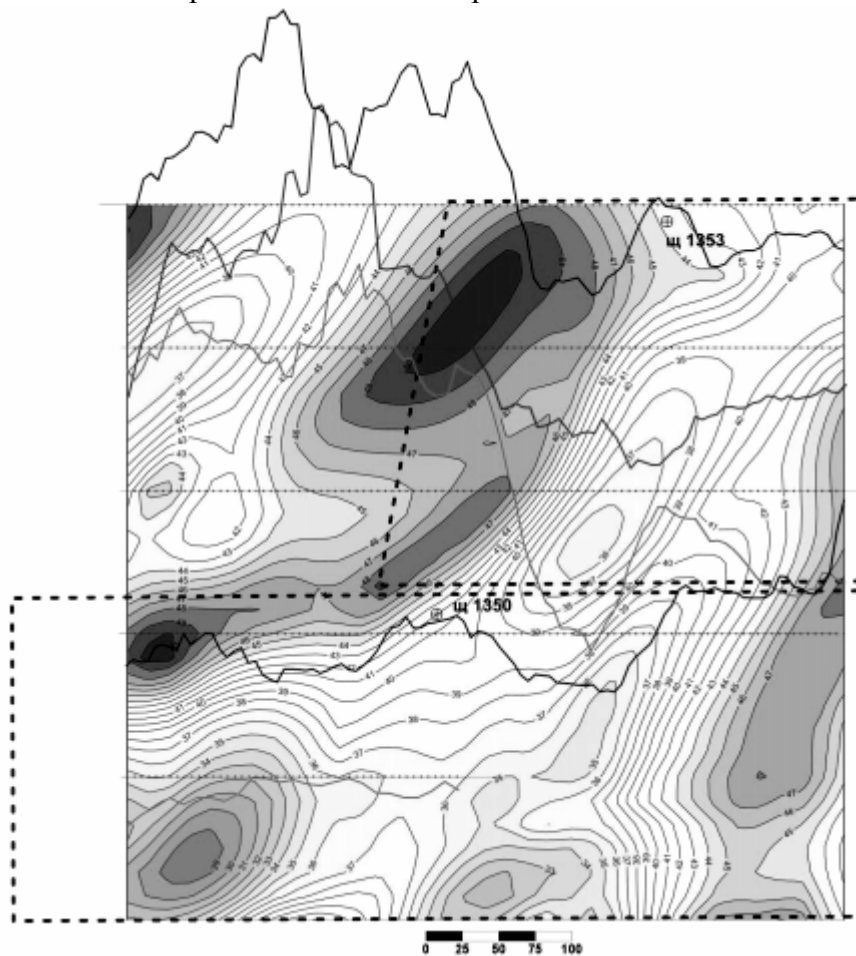
Спостереження піемпз і вертикального градієнту магнітного поля землі на полі шахти ім. О.Ф.Засядька. http://www.ranimi.org/Transactions/VOL10/Files/UkrNDMI_10_2012.pdf

Довбніч М.М. (Національний гірничий університет, м. Дніпропетровськ, Україна)

Стовас Г.М. (Дніпропетровське відділення УкрДГРІ, Україна)

Канін В.О. (УкрНДМІ НАНУ, м. Донецьк, Україна).

Впервые в горной практике результаты полевых исследований методами ЕИЭМПЗ и наблюдений магнитометрии сопоставлены с реальной конфигурацией очистных выработок, расположенных на глубине 1300 м. Полученные данные примерно отображают характер изменения напряжений в зонах опорного давления.



Результаты измерений.

1. Методические рекомендации по изучению напряженного состояния горных пород методом ЕИЭМПЗ. Симферополь: ИМР, 1991. 27с.

2. Некоторые результаты применения метода наблюдения ЕИЭМПЗ в подземных сооружениях (в выработках шахт, метро, тоннелях) [Текст] / И.С. Белый, М.М. Довбнич, Г.П. Кузина, Г.М. Стовас // Горная геология, геомеханика и маркшейдерия: сб. науч. докл. Донецк: УкрНИМИ НАН Украины, 2004. с.161-164.
3. Оптимальное решение задач техногенной безопасности геофизическими методами. / В.В. Туманов, Я.М. Юфа, А.С. Трифонов, А.И. Архипенко, Ю.А. Балакин // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: Изд-во МГУ, 2005. № 6. с.75-78.
4. Туманов В.В., Савченко А.В., Богак М.Ю., Ялпуга Е.А. // Оценка геодинамического строения шахтных полей геофизическими методами / Наукові праці УкрНДМІ НАН України. Донецьк, 2007. № 1. с.115-127.
5. Деклараційний патент на винахід № 64221 А, Україна, Білий Й.С., Довбніч М.М., Кузіна Г.П., Стовас Г.М. Спосіб виділення на площі ділянок неоднорідної будови ґрунтового масиву. 2004.
6. Деклараційний патент на винахід № 30587 А, Україна, Білий Й.С., Довбніч М.М., Кузіна Г.П., Стовас Г.М. Спосіб вибору точок закладання свердловин на воду. 2008.

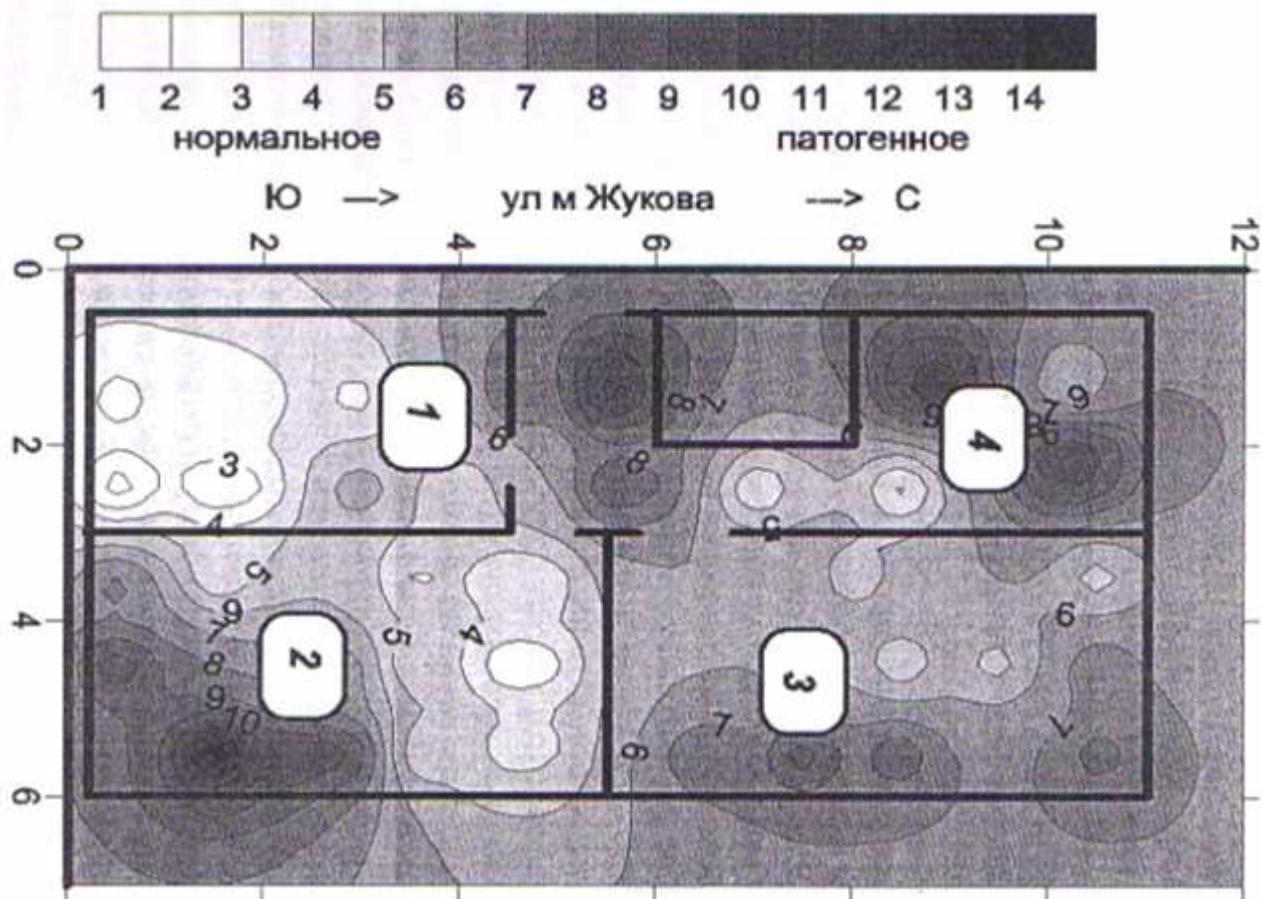
2012-Грицай Е.Ю., Цибульская Н.В., Волков А.Г. Применение метода еиэмпз при изучении природной и техногенной тектоники кривбасса.

Метод естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИМПЗ) применялся для изучения массивов горных пород опытных объектов и действующих горнодобывающих предприятий Криворожского бассейна. Высокую эффективность показало использование низкочастотной (0-1 кГц) области излучений для выделения зон разломов с регистрацией сигналов, поступающих с глубины до 300-400 м. В диапазоне 1-2 кГц регистрируются сигналы от тех же объектов, но с меньшей глубины - несколько десятков метров. В обводненных зонах сигналы в этих интервалах частот интенсивно гасятся. В средне-и высокочастотной областях (диапазоны 2-7 кГц и 7-50 кГц) фиксируются «микросдвиговые» электромагнитные излучения, возникающие при незначительных по амплитуде, но значительных по площади приповерхностных деформациях горных массивов, в том числе при техногенном механическом воздействии. Поглощение высокочастотной части спектра электромагнитного излучения в обводненных зонах не выявлено. Во всех случаях импульсное электромагнитное излучение связано с «живущими» разломами, микросдвигами, зонами трещиноватости горных пород. http://knu.edu.ua/Files/GMV/GMV_28_12/5.pdf

Определение мест для жизни и геопатогенных зон.

<https://geopatogen.wordpress.com/2011/08/02/geology/>

шкала биологического воздействия излучений частот ЕИЭМПЗ



Карта частот ЕИЭМПЗ квартиры, г. Одесса, 1997г.

-Чебан В.Д., Метод естественного импульсного электромагнитного поля Земли. Некоторые аспекты применения. Геофизический журнал, АН Украины, т. 23, №4, 2001. с.112-121.

<http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/13963/09-Tumanov.pdf?sequence=1>

http://xn--80aai1dk.xn--p1ai/images/files/forum5/forum5_398-403.pdf

Глава 4. Компас.

Компас устройство, облегчающее ориентирование на местности путём указания на магнитные полюса Земли и стороны света. Существуют несколько принципиально различных видов компаса: магнитный компас, гирокомпас, астрономический компас, а также компасы, ориентирующиеся на положение искусственных объектов: радиокompас, спутниковый компас.

Мы не видим воздух, но флюгер показывает направление движения воздуха.

Мы не видим силовые линии магнитного поля, но магнитная стрелка показывает их направление.

4.1 История изобретения магнитного компаса.

4.1.0 Китайский компас Цы-ши.

Цы-ши (камень материнской любви) -так называли в древнем Китае куски бурой руды, обладающей свойством притягивать к себе и удерживать легкие куски железа.

Китайцы обратили внимание на то, что такой камень обладает и другим удивительным свойством: если придать ему вытянутую форму и подвесить на нити, он устанавливается одним концом в направлении на север (к Полярной звезде), а другим -на юг. Отклоненный от этого равновесного положения, он после нескольких колебаний снова устанавливается в первоначальное положение. Это свойство камня цы-ши указывать направление навело на мысль путешественников через бескрайние пустыни Гоби использовать его для ориентации, когда не видно ни Солнца, ни звезд. Вот как об этом записано в древней китайской летописи:

“...Идут караваны по бескрайним пескам пустыни Гоби. Солнце скрыто желтой пеленой пыли. Далеко от берегов Янцзы до кушанских царств, и нет к ним видимых хоженов троп. Трудно, ох как трудно пришлось бы караванщикам, если бы они не захватили с собой белый глиняный горшок, который они берегут пуще всех своих дорогих грузов, хотя нет в нем ни золота, ни жемчуга, ни слоновой кости. В сосуде на деревянном поплавке лежит коричневый камень, любящий железо. Он, поворачиваясь, все время указывает путникам сторону юга, а это, когда закрыто Солнце или не видно звезд, спасает их от многих бед, выводя к колодцам и направляя по верному пути”.

Если верить древним летописям, то именно этот глиняный горшок с цы-ши и следует, по-видимому, считать первым прообразом компаса.

На судах, согласно некоторым древним китайским литературным источникам, магнит для определения стран света стал использоваться значительно позже -где-то между 400 и 300 гг. до н.э. Назывался он **чи-нан-тином** и представлял собой натертую магнитным камнем, т.е. намагниченную, железную иглу, подвешенную на тонкой нити из некрученого шелка. Такой компас, якобы, применялся восточными мореходами. Но это также вызывает сомнения.

В литературных источниках сообщается о появлении на китайских судах компасов в I-III вв. н. э. Они представляли собой сосуд с водой или маслом, в котором плавал магнит в виде иглы на стебле камыша. На сосуде было обозначено 24 циклических знака, характеризующих 24 направления. Иногда применяли и “рыбешки”, вырезанные из тонкого листа железа и изогнутые в виде лодочки, чтобы они лучше держались на воде. “Рыбки” специально не намагничивались, они приобретали магнетизм при закалке.

Описание такого компаса обнаружено в сочинениях китайского ученого XI в. Шэнь-Гуа (1030-1094). Он же впервые сообщил о сделанном им открытии, что магнитная стрелка не точно совпадает с направлением север -юг, а несколько отклоняется от него, т. е. магнитный и

географический меридианы не совпадают. Однако тогда мало кто обратил на это внимание - небольшое отклонение никого не беспокоило.

4.1.1 Китайский компас в виде ложки.

Компас был изобретён в Китае при династии Сун (2.000 лет назад) и использовался для указания направления движения по пустыням.

Магнит был известен китайцам с давних времен. Еще в III в. до н.э. им было известно, что магнит притягивает железо. Очень рано узнали они и о его свойстве указывать направление на север и на юг. Предположительно, компас был изобретен еще в III в. до н.э. Тогда компас имел вид **магнитной ложки**, которая могла вращаться вокруг своей оси и помещалась в центре прибора, являвшего собой деревянную или медную подставку, на которой ряд делений обозначал части света. Направление, которая указывала ложка, всегда было южным. Первоначальное название компаса: «ложка, управляющая миром». В XI в. китайцы стали использовать не сам магнит, а намагниченную сталь и железо.



Модель китайского компаса периода династии Хань.



Античный китайский компас.

4.1.2 Китайский водяной компас.

В тот период также применялся водяной компас.

-Компас представлял собой плавающий в сосуде с водой тростник с привязанным к нему кусочком железной руды.

-В чашку с водой помещали намагниченную стальную стрелку в форме рыбки длиной в 5-6 см. Стрелку могли намагничивать посредством сильного нагрева. Голова рыбки всегда указывала на юг. В дальнейшем рыбка претерпела ряд изменений и превратилась в компасную иглу. Свойства компаса описаны в книге астронома **Шэнь Ко (XI в.)**. В том числе отмечается, что магнитная игла не совсем точно указывает на юг, а чуть-чуть отклоняется к востоку. Это явление мы называем магнитным склонением. Оно вызвано тем, что магнитные полюсы земли не совпадают с географическими полюсами. В более поздних китайских сочинениях указывалось, что угол магнитного склонения не превышает 50 и что он различен в разных точках Китая. В Европе угол магнитного отклонения был открыт только в 1492 году Колумбом, т.е. на 400 лет позже, чем в Китае.

В VIII в. в китайских компасах стали применять легкую железную иглу. Ее намагничивали, располагая вдоль магнитной оси куска железняка. В 1086 г. китайский ученый Шэнь Куа (1031-95) написал трактат «Очерки сонного пруда», в котором впервые сообщил о морском магнитном компасе. Через несколько десятилетий (в 1117) Чу Юй в трактате «Застольная беседа в Пинчжоу» описал использование компаса в открытом море. Но понадобился еще целый век, прежде чем европейские мореплаватели увидели в нем незаменимый навигационный прибор.



Водяной компас.

4.1.3 Китайский компас для фэншуй.

Китайский компас (луобань, лопань) -китайский магнитный компас, также известный как компас для фэншуй. Используется мастерами фэншуй для определения точной структуры исследуемого объекта. Школа фэншуй, использующая китайский компас, имеет название «Школа компаса» («Школа луобань»). https://ru.wikipedia.org/wiki/Китайский_компас

Как и обычный компас, лопань -определяет направления. Однако, лопань отличается от обычного компаса несколькими важными моментами:

- Формулы фэншуй, включенные в концентрические кольца на поверхности.
- Металлическая пластина, известная как «солнечные часы». Металлическая пластина размещается на деревянной основе, известной как «земная пластина». Диски небес вращаются свободно на земной пластине.
- Лопань не указывает на Северный полюс Земли. Игла лопань указывает на южный магнитный полюс.

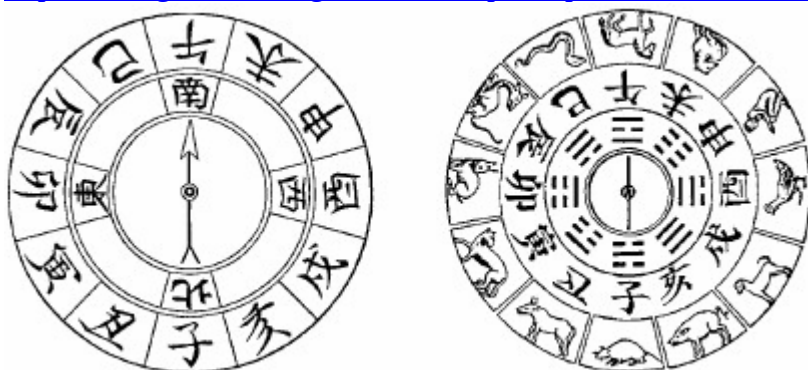
Создание такого компаса приписывается легендарному и полумифическому Желтому императору, жившему в третьем тысячелетии до нашей эры. Согласно мифологии, этот общественный деятель был великим изобретателем, подарившем народу многие полезные вещи: систему 3-х циклов и периодов, календарь, земные ветви и небесные стволы и многое другое. К числу его нововведений можно причислить и лопань, с которым связана следующая история.





Китайский компас лопань.

<http://tutfengshui.ru/fengshui/12-kompas-lopan-luoban-v-fen-shuy.html>



Японский и китайский компасы.



Компас Багуа.

4.1.4 Компас у арабов.

Упоминания о компасе обнаружены и на арабском Востоке. Известный советский арабист, специалист по истории арабского мореплавания Т. А. Шумовский считает, что арабские моряки стали пользоваться магнитной стрелкой еще в первые века хиджры, т. е. в первые столетия после 622 г., и что проник он в западную часть Индийского океана в VII в. Полезно в связи с этим отметить, что именно в этот период арабские посольства часто посещали Китай (651, 711, 712, 798 гг.), после чего между этими народами укрепились торговые отношения. Не в это ли время арабские лоцманы и муллимь (капитаны) познакомились с чи-нан-тином? На такую же мысль наводит и тот факт, что арабские суда, тяжело груженные товарами, возвращаясь из Китая и пройдя Маллакский пролив, шли, как правило, не вдоль берега, а напрямую, пересекая Бенгальский залив через открытое море.

О применении арабскими мореходами компаса с магнитной иглой, проткнутой сквозь пластинку, плавающую в воде, писал в своем сочинении “Сокровище купцов” (1282-1283) каирский ученый Бай-лак аль-Кабайаки. Такой компас он видел в 1242 г. во время своего путешествия по восточной части Средиземного моря. Индийские мореходы и персы, добавляет Байлак, пускают на воду жестяную рыбку.

Более интересные данные находим мы у арабского лоцмана, замечательного ученого-навигатора Ахмад ибн-Маджида, о котором мы упоминали в гл. 1. Он написал свою знаменитую “Книгу пользы об основах и правилах морской науки”, основываясь как на собственном опыте, так и на опыте предшествующих поколений, кропотливо собрав наиболее общие, авторитетные данные из литературных источников X и XI вв. и старых рукописей знаменитых лоцманов XII в., прозванных за свое навигационное искусство “львами моря”, Мухаммеда ибн-Шазана, Сахла ибн-Абана и Лайса ибн-Кахлана. И вот что важно отметить: ни один из этих опытных мореходов не упоминает о времени изобретения компаса и появления его на судах, иначе Ахмад ибн-Маджид непременно отметил бы это и не приписывал бы ему

библейское происхождение: “Что касается магнита, на котором основываются и лишь с которым это ремесло (навигация) совершенно, ибо он указывает на оба Полюса, его добыл Давид, мир ему: это камень, которым Давид сразил Голиафа... Что касается изобретения дома иглы с магнитом, то говорят, что она от Давида, мир ему, так как он основательно знал в железе и его свойствах. Еще, говорят, от Хидра (покровитель мореплавателей), мир ему: когда вышел на поиск воды, вступил во Мрак с его морем (Южный Ледовитый океан) и уклонился к одному из Полюсов настолько, что Солнце исчезло, говорят, что он руководился магнитом (другие говорят, свечением). Магнит -камень, притягивающий только железо; магнит -это так же всяк предмет, притягивающий железо к себе. Говорят, что семеро небес и Земля подвешены посредством мощного магнита”. Ахмад ибн-Маджид описывает компас, в котором игла для защиты от ветра помещена в коробочку - “дом иглы”, имеющую 32 “гнезда”, т. е. 32 румба.

Устройство компаса, применявшегося арабами, описано также у придворного географа и писателя короля Роджера Сицилийского ал-Идриси в “Утехе для жаждущего пересечения горизонтов” (XII в.). Оно мало чем отличается от устройства китайских компасов -та же магнитная игла или пустотелая “рыбка”, плавающие в воде.

4.1.5 Магнитный компас в Европе.

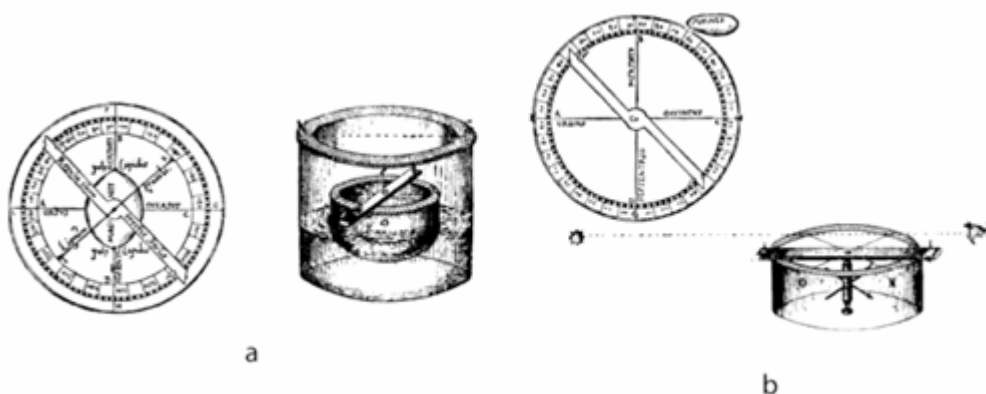
Примерно в конце XII в. арабы вывезли на Запад водяной китайский компас.

В Европе изобретение компаса относят к XII-XIII векам, однако устройство его оставалось очень простым -магнитная стрелка, укрепленная на пробке и опущенная в сосуд с водой. В воде пробка со стрелкой ориентировалась нужным образом.

Первые известия об употреблении компаса у арабов относятся к 1242 году. Араб Байлак рассказывает, что в темные ночи сирийские мореплаватели кладут обыкновенно на воду крест из лучинок, а сверху кладут магнит, который своими концами указывает направление.

1302-**Флавио Джойя (Джири из Амальфи)**, итальянец из Неаполя, значительно усовершенствовал компас. Магнитную стрелку он надел на вертикальную шпильку, а к стрелке прикрепил лёгкий круг -картушку, разбитую по окружности на 16 румбов. Неаполетанцы поставили ему памятник.

В XVI веке ввели деление картушки на 32 румба, и коробку со стрелкой стали помещать в кардановом подвесе, чтобы устранить влияние качки корабля на компас. В XVII веке компас снабдили пеленгатором -вращающейся диаметральной линейкой с визирами на концах, укрепленной своим центром на крышке коробки над стрелкой.



Реконструкция компасов: а-«плавающий», б-«сухой» компасы Марикурта.

Компас Адрианова состоит из корпуса, в центре которого на острие иглы помещена магнитная стрелка. В разарретированном состоянии стрелки её северный конец (обычно красного цвета) устанавливается приблизительно в направлении на Северный магнитный полюс, а южный -на Южный магнитный полюс. В нерабочем состоянии стрелка закрепляется тормозом (арретиром) Внутри корпуса компаса помещена круговая шкала (лимб) 2, разделённая на 120 делений. Цена одного деления составляет 3°, или 50 малых делений угломера (0-50). Шкала имеет двойную

оцифровку. Внутренняя оцифровка нанесена по ходу часовой стрелки от 0 до 360° через 15° (5 делений шкалы). Внешняя оцифровка шкалы нанесена против хода часовой стрелки через 5 больших делений угломера (10 делений шкалы). Для визирования на местные предметы (ориентиры) и снятия отсчетов по шкале компаса на вращающемся кольце компаса закреплено визирное приспособление (мушка и целик) 4 и указатель отсчетов 5.

Принцип действия основан на взаимодействии поля постоянных магнитов компаса с горизонтальной составляющей магнитного поля Земли. Свободно вращающаяся магнитная стрелка поворачивается вокруг оси, располагаясь вдоль силовых линий магнитного поля. Таким образом, стрелка всегда параллельна направлению линии магнитного поля.

Магнитный компас начинает давать неверные значения вблизи магнитов (в частности, вблизи другого компаса), и ферромагнитных (в частности, железных, стальных) предметов.

Свой вклад в изучение и совершенствование магнитного компаса вносили самые передовые ученые своего времени. Теорией компаса и методами его использования занимались В. Гильберт и Г. Кулоуб, А. Гумбольдт и К. Гаусс, А. Эйлер и М. Ломоносов, Х. Эрстед и многие другие.

Магнит и магнитный компас применяются с древних времен. Однако впервые предположение о том, что возможная причина поворота стрелки магнитного компаса связана непосредственно с самой Землей было сделано только в **1269 г. французским ученым Пьером де Мерикур (Перигин)**. Спустя несколько столетий английский ученый Уильям Гильберт сделал заключение, что Земля огромный магнит и причина земного магнетизма находится внутри самой планеты.

Литература.

Компас. Статья из Энциклопедического словаря Брокгауза и Ефрона

<https://ru.wikisource.org/wiki/%D0%AD%D0%A1%D0%91%D0%95/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D1%81>



2004-**Воронов В.В.**, Григорьев Н.Н., Яловенько А.В. Магнитные компасы. СПб.: "Элмор", 2004, 188с. В первом разделе (главы 1-8) изложена теория магнитного компаса и дано обоснование способов компенсации девиации. Во втором разделе (главы 9-11) рассматривается конструкция магнитных компасов, а также (главы 12-19) приведены практические способы уничтожения полукруговой, четвертной, широтной и креновой девиации. Кроме того, рассмотрен вопрос о сроках действия таблицы остаточной девиации. Даны рекомендации, позволяющие поддерживать точностные характеристики магнитного компаса на должном уровне,

достаточном для обеспечения безопасности мореплавания. В раздел "Приложения" включены выдержки из международных и национальных нормативных документов, в которых изложены требования к магнитному компасу, Кроме того, в Приложении приведены полностью два основных документа: Резолюция ИМО А.382 (10) и глава-5.2 "Магнитные компасы" из Правил Российского морского регистра судоходства. <https://www.twirpx.org/file/363897/>

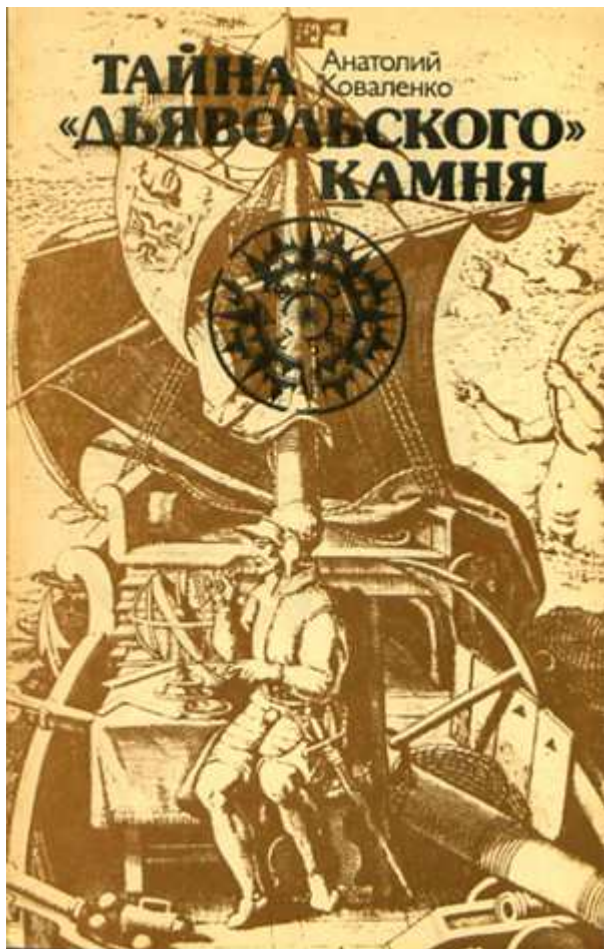
-Дегтерев Н.Д. Стрелочные магнитные компасы. Ленинград: Центральный научно-исследовательский институт «Румб», 1984. 103с. Обзор посвящен вопросам создания и анализа особенностей эксплуатации стрелочных магнитных компасов. В связи с тенденцией последних лет к повышению рациональности конструирования судов, с увеличением их тоннажа и мощности двигательных установок [32] значительно возросли уровни механических возмущений в местах расположения магнитных компасов, что привело увеличению их погрешностей. Поэтому возникла необходимость поиска путей снижения погрешностей за счет выбора конструктивных параметров компасов и защиты их от воздействия возмущающих факторов. В книге приводится классификация компасов, формулируются принципы расчета в целях получения допустимого значения погрешности при различных видах возмущений, в том числе при случайном воздействии дестабилизирующих факторов. Оцениваются диапазоны динамических реакций, и приводится структура основных функциональных элементов. Анализируются причины появления первичных погрешностей, каналы их прохождения, распределение их плотностей вероятностей, приводятся вероятностные оценки суммарных погрешностей. Значительное место уделено статистическому исследованию надежности компасов. Дается описание конструкций современных магнитных компасов, разработанных в соответствии со стандартами ИСО. В обзоре использованы литературные источники с 1959 по 1984 г. <https://www.twirpx.org/file/428338/>

-Кардашинский-Брауде Л.А. Современные судовые магнитные компасы. СПб. ЦНИИ «Электроприбор». 1999.



1991-Коваленко А.П. Приключения путеводной стрелки. Москва: Мысль, 1991. 289с. Описание: Автор в увлекательной форме рассказывает о той исключительной роли, которую сыграл магнитный компас в истории человечества, о жизни и судьбах людей, создававших и использовавших этот чудесный инструмент моряков, путешественников, ученых.

<https://www.twirpx.org/file/2094729/>



1983-Коваленко А.П. Тайна «дьявольского» камня / Рецензент: канд. географ. наук А. В. Шумилов; М.: Мысль, 1983. 104с.

2001-Коваленко А.П. Приключения путеводной стрелки. 2-е издание. М. МАИК «Наука. Интерпериодика», 2001. 256с.

-Кожухов В.П., Воронов В.В., Григорьев В.В. Магнитные компасы. М.: Транспорт, 1981. 212с.

<https://www.twirpx.org/file/512788/>

1971-Кожухов В.П., Воронов В.В., Григорьев В.В. Девиация магнитного компаса. М. Транспорт. 1971. 240с.+

Корякина В.И., Хребтова А.А. "От астрологии к навигационным комплексам".

История магнитного компаса. <http://www.randewy.ru/nav/histor3.html>

Компасы в России. <http://www.randewy.ru/nav/histor4.html>

Краснов В.Н. История навигационной техники: Зарождение и развитие технических средств кораблевождения / Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН. М.: Наука, 2001. 312с.



1983-**Нечаев П.А.,** Григорьев В.В. Магнитно-компасное дело. 1983. 240с.

1986-**Нечаев П.А.,** Григорьев В.В. Магнитно-компасное дело. Издательство: Транспорт, 1986. 238с. Учебник содержит основные теоретические сведения, объясняющие девиацию судовых магнитных компасов, способы ее определения и уничтожения. Приведены описания магнитных компасов некоторых типов, а также изложены принципы действия и практическое использование приборов, применяемых при девиационных работах на судах и даны способы расчета таблицы остаточной девиации. <https://www.twirpx.org/file/495965/>



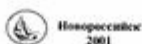
1913-**Павлинов В.Я.** (Капитан 2-го ранга). Магнитный компас на корабле. Типография Морского Министерства в Главном Адмиралтействе, СПб. 1913. 184с.

СУДОВЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

А. И. Студеникин

УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАГНИТНЫХ КОМПАСОВ

Учебное пособие для судоводительской
специальности морских академий



2001-Студеникин А.И. Устройство и эксплуатация магнитных компасов. Учебное пособие. Новороссийск: НГМА, 2001. 148с. Рассматривается устройство магнитных компасов, используемых для решения навигационных задач на судах морского флота. Анализируются основные источники и пути снижения их погрешностей. Приводятся типовые требования к эксплуатации и техническому обслуживанию.



1956-Шур Яков Н. Магнитный компас (Исторический очерк). М. Знание. 1956. 32с. Автор издания рассказывает об истории открытия магнитных свойств, создании и применении компаса, его разновидностях.

4.2 Стрелочные компасы.

Стрелочные компасы бывают разные:

- электронные.
- механические,
- без жидкостного наполнения,

-жидкостные, с жидкостным наполнением.

-индикатор в виде стрелки,

-индикатор в виде шара.

-бытовые (для туристов),

-специализированные (профессиональные), (гирокомпас на судах).

-стрелка в кардановом подвесе.



Компас диаметром 6см. 1300 руб.



Компас жидкостной диаметром 10см. 2000 руб.



Компас жидкостной диаметром 40мм. 55 руб.



Компас диаметр 45мм. 245 руб. <http://ruztour.ru>



Компас с лупой диаметром 9см. 2000 руб. <http://modeli-korabli.ru>



Компас диаметром 40мм. 239 руб.



Компас диаметром 50мм. 1000 руб.

Компасы в виде шара.



Компас жидкостной дорожный С-075 (300руб).



Компас морской 42мм (240руб). <http://www.morkniga.ru/p827831.html>



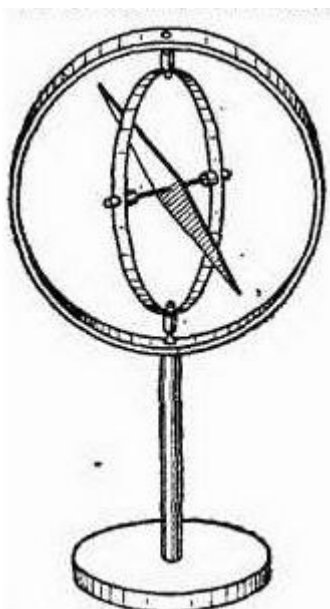
Компас магнитный УС-300 в виде шара (950руб). Диаметр компаса 55мм.



Компас магнитный КМ40-2 (18.498руб). Компас для морских судов.

Стрелка в кардановом подвесе.

Наглядное представление о положении линий магнитной индукции поля Земли даёт магнитная стрелка, закреплённая таким образом, что может свободно вращаться и вокруг вертикальной, и вокруг горизонтальной оси (например, в кардановом подвесе), - в каждой точке вблизи поверхности Земли она устанавливается определённым образом вдоль этих линий.



Магнитная стрелка, укрепленная в кардановом подвесе, устанавливается по направлению магнитной индукции земного магнитного поля.

4.3 Цифровые компасы (digital compass).



Цифровой компас Lefutur LF2230. 1074 руб.

Цифровой компас-это универсальный электронный помощник для туриста или путешественника. Компас сочетает в себе функции трех незаменимых в дальних экспедициях устройств.

-Электронный компас позволяет уверенно ориентироваться в незнакомой местности и работать с картой.

-Высотометр измеряет скорость подъема/спуска и автоматически отмечает экстремума высоты.

-Погодная станция сообщает путешественнику информацию о давлении и температуре воздуха, а также предсказывает изменение погоды на ближайшее время. Этот прибор включает в себя: электронный компас (с указанием азимута и направлением на север), высотометр, цифровой барометр, прогноз погоды, термометр, подсветку; питание батарейки 2шт. типа AAA (не включены); вес 130г, размер:65x25x105 мм.



Цифровой компас, Coleman Digital Compass, 25\$. Показывает время, дату, температуру. Защита от влаги (10м).



Digital Compass model TM337.



Digital Compass Celestron TrekGuide. 35\$. Altitude, Barometer, Weather Forecast Temperature, Time, Calendar, Alarm, Digital Compass-Headings and Degrees.



Digital Compass Konus North-1. (Фирма Konus, Optical& Sport Systems).



Humvee Handheld Digital Compass, 40\$. Показывает время, дату, температуру.



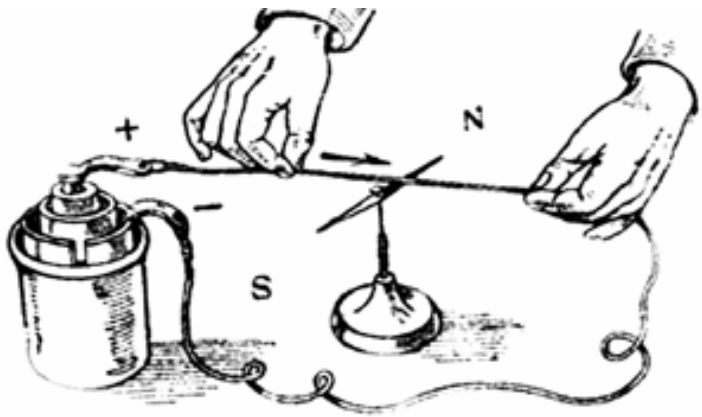
Brunton Nomad V2 Digital Compass.

4.4 Опыты с магнитной стрелкой.

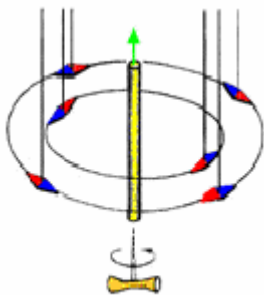
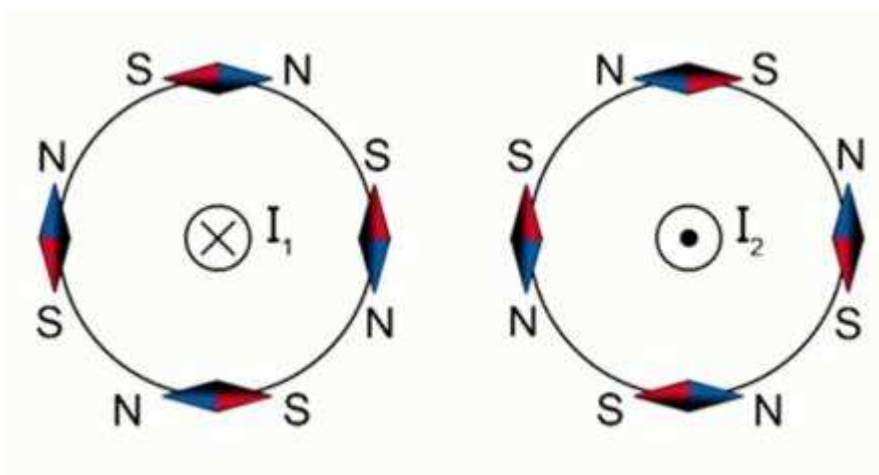
Стрелка в магнитном поле. Опыт Эрстеда.



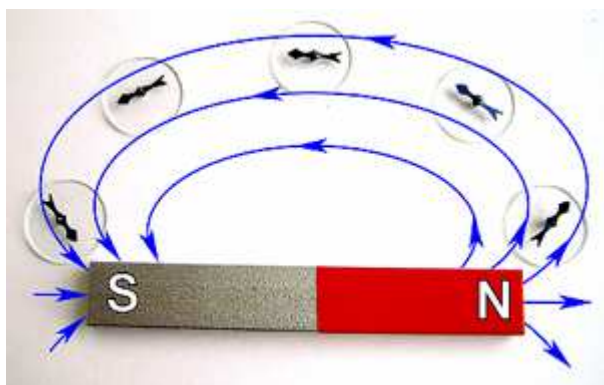
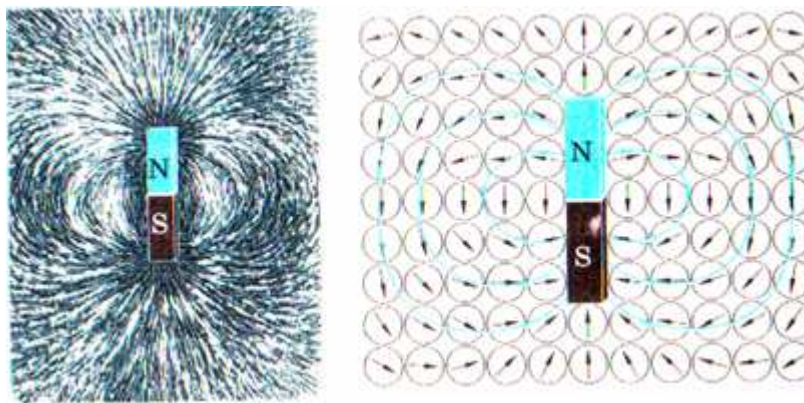
Ганс Кристиан Эрстед (Hans Christian Ersted) датский ученый, впервые обнаружил взаимодействие проводника с током с магнитной стрелкой в 1820 году.



Опыт Эрстеда, Эрстед демонстрирует магнитное поле электрического тока.



Ориентация магнитной стрелки рядом с проводником с током.



Магнитная стрелка рядом с магнитом.

История создания телеграфа на основе магнитной стрелки.

Шиллинг Павел Львович, русский физик.

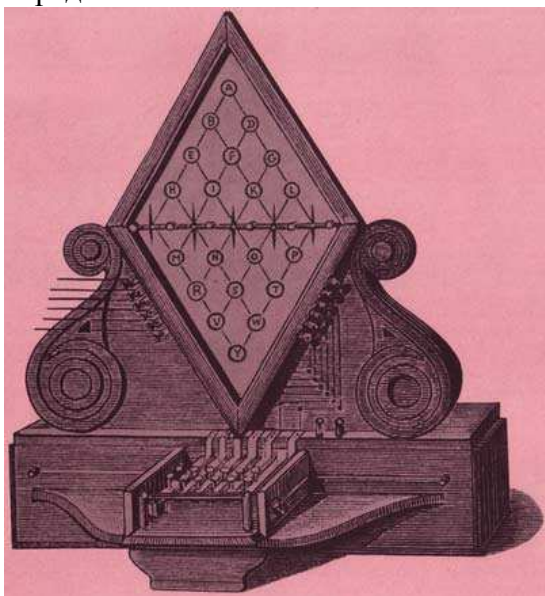
1832-Единственным человеком, сразу понявшим, что открытие Эрстеда можно использовать для телеграфа, был Павел Львович Шиллинг. Через два года после того как были опубликованы сообщения об опытах датского физика, Шиллинг предложил российскому Министерству путей сообщения первый в мире проект электромагнитного телеграфа. Вопреки ожиданиям ученого, его предложение было принято холодно. Конечно, отказать государственному советнику, изобретателю мин, удостоенному благосклоннейшей милости самого царя, было трудно. Поэтому ему предложили представить образец действующего телеграфа, построенного на собственные средства. Шиллинг был небогат. Время было трудное.

И все же талантливый ученый не пожалел своих сбережений на создание телеграфной линии, связавшей Зимний дворец с Министерством путей сообщения. Первая депеша была передана по этому телеграфу в 1832 году. Телеграфный аппарат состоял из шести магнитных стрелок, к которым были прикреплены кружки, окрашенные с одной стороны в белый, а с другой стороны в черный цвет. Телеграфист, нажимая на клавиши, замыкал электрический ток, заставлявший поворачиваться стрелки, а с ними и черно-белые кружки. Шиллинг не только разработал свою телеграфную азбуку из разных комбинаций этих кружков, но и создал сокращенный код, при помощи которого можно было быстро передавать заранее условленные сообщения. Этот телеграф, получивший название «стрелочного» (по магнитной стрелке), безотказно работал до тех пор, пока его обслуживал сам изобретатель. Однако, после того как Шиллинг вернулся на дипломатическую службу в Германию, телеграф попал в руки чиновников, плохо разбиравшихся в технике. Вскоре он испортился и был забыт. Проект и описание нового изобретения затерялись в архивах Министерства путей сообщения.

1835-Двадцать третьего сентября 1835 года в Гейдельберге, на собрании врачей и естествоиспытателей, Шиллинг продемонстрировал свой стрелочный телеграф.

Уильям Фазерхилл Кук приобрел один экземпляр этого телеграфа и отвез его в Лондон.

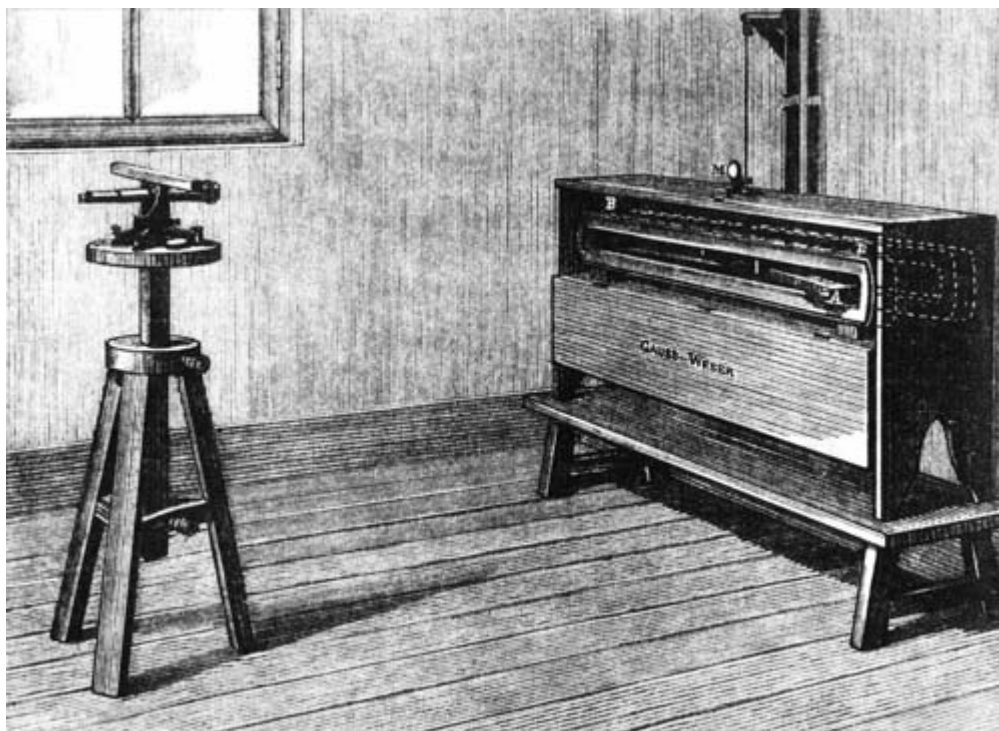
1837-Уитсто и Кук получили патент на изобретение электромагнитного телеграфа системы Уитстон-Кук. По описанию, сохранившемуся в патенте, телеграф Уитстона-Кука мало чем отличался от аппарата Шиллинга. Были изменены только некоторые незначительные детали. В частности, горизонтальные магнитные стрелки были заменены вертикальными. Черно-белые кружки были заменены пятью магнитными стрелками, расположенными на щитовой доске. Манипулируя двумя из этих стрелок, можно было «указать» нужную букву алфавита на «циферблате» (в месте пересечения осей стрелок). Клавиатура также стала проще. Она состояла всего из двенадцати клавиш, из которых два первых служили для оповещения о начале передачи.



Телеграфный аппарат Уитсона.

Телеграфный аппарат Гаусса И.Ц.Ф.

Принцип действия был тот же -отклонения магнитной стрелки под воздействием электричества; прибор оставался стрелочным (визуальным), только магнитная стрелка выросла. Это была большая стальная стрела длиной в 1,21 метра, укрепленная на шелковой подвеске. На ее оси помещалось маленькое зеркальце, поворачивавшееся вместе со стрелкой. При включении тока зеркальце отклонялось то больше, то меньше, в зависимости от длительности воздействия тока. Наблюдение за зеркальцем велось через особую зрительную трубу, снабженную шкалой, с которой можно было непосредственно считывать передаваемые буквы и сигналы.

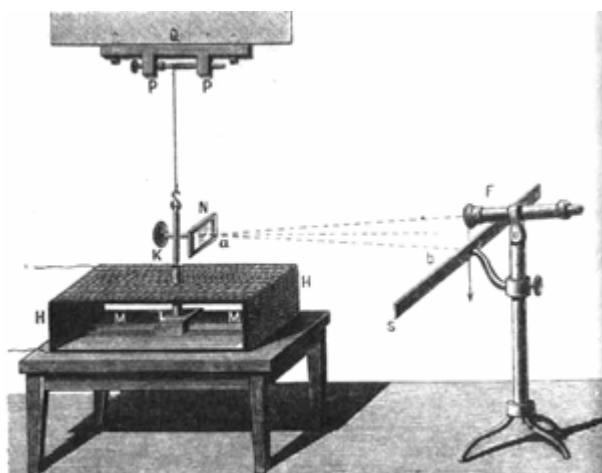


Внешний вид устройства.

<http://e-libra.ru/read/255681-%D1%EE%F3%F7%E5%EA-%CB%FE%E4%E2%E8%EA-%D2%E0%EC,-%E3%E4%E5-%ED%E5-%F1%EB%FB%F8%ED%EE-%E3%EE%EB%EE%F1%E0.html>

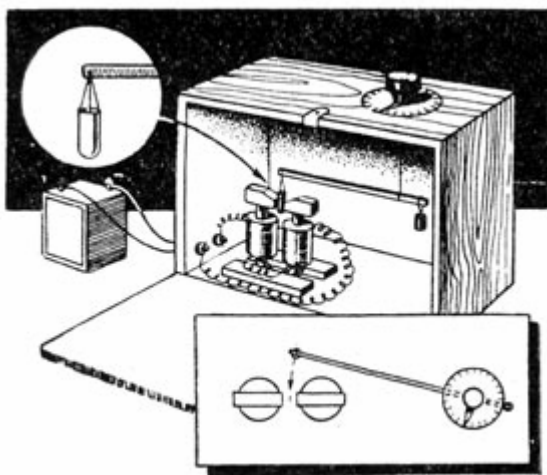
Рамка в магнитном поле.

Томпсон.



Зеркальный гальванометр Томпсона.

Если взять магнитную стрелку, помещенную на острие, и наблюдать за ее концами, то окажется, что эти концы никогда не находятся в покое. Они медленно движутся в ту или другую сторону, -как говорят, они совершают колебания около положения равновесия. Очень наглядными становятся эти колебания, если магнитную стрелку подвесить на тонкой шелковинке и в центре подвеса прикрепить маленькое зеркальце.



Крутильные магнитные весы; внизу вид весов сверху; сверху, в круге способ подвески облатки или пробирки.

Стрелку на подвесе мы помещаем в небольшой ящик и (чтобы колебания воздуха не приводили ее в движение) закрываем переднюю стенку стеклом или плексигласом. Через стеклянную стенку на зеркальце мы направляем луч света от осветителя, сделанного из трубки, в которую с одной стороны вставлена лампочка от карманного фонаря, а с другой - помещены на расстоянии 10-15 см два кружочка из черного картона с отверстиями диаметром в 5 мм (две диафрагмы). «Зайчик» от зеркала можно направить на лист белой бумаги, на котором наклеена сантиметровая линейка, и поместить этот лист на расстоянии 2-3 м от прибора. Когда горит лампочка осветителя, зайчик на листе бумаги не остается в покое; он дрожит и медленно перемещается в ту или другую сторону. Колебание зайчика объясняется тем, что дрожит подставка, а вместе с ней и ящик, в котором укреплена стрелка. Поэтому для такого рода наблюдений ящик надо ставить на подставку, которая находится прямо на грунте. Если этого сделать нельзя, то можно поместить ящик вместе с осветителем в каменном здании на подоконнике, на печке или на полке, укрепленной на капитальной стене. Если сравнить положения зайчика в полдень и в полночь, то, как правило, они не будут совпадать. Зайчик очень немного (на несколько миллиметров) сдвинется в течение суток, колеблясь около некоторого среднего положения. Комната для наблюдения перемещений зайчика должна быть затемненной.

Отчего же перемещается зайчик? Оттого, что магнитная стрелка, к которой прикреплено зеркальце, также в течение суток немного перемещается; происходит это потому, что магнитное поле Земли изменяет свое направление в течение суток.

Если наблюдать положение магнитной стрелки длительное время, например в течение года, то можно обнаружить, что эти суточные колебания магнитной стрелки больше летом и меньше зимой.

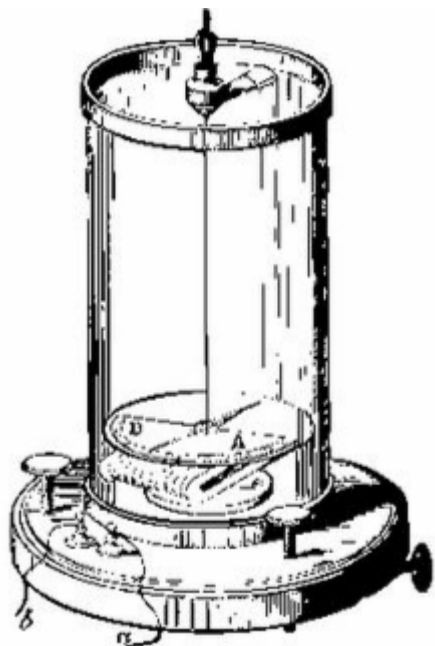
Чем же объясняются колебания магнитного поля Земли? В настоящее время твердо установлено, что причиной этих колебаний является световое излучение Солнца. Оно, как известно, сильнее в полдень, особенно летом, и, естественно, прекращается ночью, а зимой делается слабее.



Магнитное поле Земли изменяется в течение суток; магнитная стрелка с зеркалом, подвешенная в закрытом ящике, при помощи отраженного от нее «зайчика» позволяет наблюдать суточные изменения магнитного поля Земли.

Световое излучение Солнца, в особенности ультрафиолетовое, сильно действует на разреженные слои земной атмосферы, находящиеся на высоте нескольких сот километров над поверхностью Земли. Ультрафиолетовое излучение Солнца разбивает молекулы и атомы газа земной атмосферы на две противоположно заряженные электрические частицы. Вследствие этого в высоких слоях атмосферы частицы воздуха несут на себе электрические заряды. Чем сильнее ультрафиолетовое излучение Солнца, тем больше электрических зарядов оказывается в высоких слоях атмосферы. Когда эти заряды движутся, то они представляют собой нечто иное, как электрический ток. Такого рода токи электрически заряженных частиц образуют вокруг себя магнитное поле, подобно токам, которые текут в металлических проволоках.

Сделайте следующий опыт: возьмите батарейку карманного фонаря, маленький компас и моток изолированной проволоки. Когда вы присоедините концы изолированной проволоки к батарейке, по проволоке пойдет электрический ток. Поднесите моток проволоки к стрелке компаса. Она сейчас же повернется, стремясь стать поперек витков проволоки. Поднося к стрелке мотки проволоки и удаляя их от нее, вы увидите, что стрелка компаса совершает небольшие колебания. Примерно то же происходит и с суточными колебаниями магнитной стрелки. В высоких слоях атмосферы к полудню увеличиваются атмосферные токи, и они действуют на компасную стрелку, отклоняя ее от положения равновесия. К ночи количество зарядов в атмосфере уменьшается; атмосферные токи ослабевают, и стрелка возвращается в положение равновесия.



Прибор для регистрации внешнего воздействия.

Исследование людей-экстрасенсов.

Исследования Кулагиной Н.С., влияние на стрелку компаса.

Расстояние от рук оператора до компаса составляло 30см, при движении рук оператора стрелка компаса вначале скачком поворачивалась на угол примерно 45 градусов, а затем вращалась и совершала 3-4 оборота. Скорость вращения стрелки при этом совпадала со скоростью круговых движений рук Н.С.Кулагиной; максимальная скорость вращения не превышала 20 об/мин.

Описание эксперимента Дултневым Г.Н. Нинель Сергеевна обратилась к хозяйке дома: «Хватит разговоров, давайте я лучше что-нибудь покажу. Лидочка, принеси компас». Хозяйка принесла компас. Кулагина стала колдовать над ним, совершая круговые движения ладонью вправо, и вдруг в эту же сторону начала вертеться стрелка. Затем -наоборот, пошли круговые движения влево, и стрелка начала вертеться влево. Кулагина, описывала круги ладонью и двигала руку вперед, стрелка компаса вертелась, а сам компас двигался вслед за рукой. При этом расстояние между компасом и рукой было сантиметров 10-15. Я подумал: «Пожалуй, это нетрудно сделать, если между пальцами зажать маленький магнитик, стрелка завертится. Но почему ползет по столу сам компас? Наверное, где-то привязана нитка». Все мое внимание в дальнейшем было нацелено на поиск магнитиков и ниточек, но ничего не было обнаружено.

1989-Дубров А.П., Пушкин В.Н. Парапсихология и современное естествознание. М., 1989.

Эксперимент, в котором Кулагина оказывает влияние на стрелку компаса, заставляя эту стрелку довольно быстро вращаться вокруг своей оси. Далее в ходе эксперимента Кулагина начинает оказывать настолько мощное воздействие, что возникают движения не только стрелки, но и самого компаса по столу. Однако это последнее движение уже не столь существенно с общенаучной точки зрения, как движение магнитной стрелки под влиянием мощных биоизлучений.

Эффект движения стрелки достигается координированными перекрещивающимися круговыми движениями ладоней. В качестве причины смещения магнитной стрелки компаса в данных экспериментах можно предположить два момента. Первой причиной могли бы быть те ионы воздуха, которые возникают при воздействии биополей Кулагиной. Это, так сказать, косвенная причина воздействия ее полей на магнитную стрелку. Однако некоторые моменты эксперимента, и в частности быстрота, с которой в данном случае наступает магнитный эффект, делают эту гипотезу маловероятной.

Второй причиной может оказаться прямое воздействие излучений Кулагиной на магнитную стрелку. Иначе говоря, факт смещения стрелки компаса свидетельствует о том, что в структуру компонентов биологических излучений человека входит такой, на который осуществляется непосредственная реакция магнитной стрелки.

Экспериментальные исследования в дальнейшем должны будут показать природу реакции магнита на поля человека и доказать наличие прямого или косвенного (через ионы воздуха) воздействия живого организма на магнит. Доказательство существования магнитных компонентов в структуре биоизлучений или существования такого компонента, который мог бы оказывать непосредственное влияние на магнит, могло бы иметь большое научное значение.

Авдеев Валерий Васильевич (1941-) экстрасенс, способен вращать взглядом стрелку компаса и вращать сам компас с расстояния более метра.

1985-Стрелку поворачивает взгляд. Газета «Советская Россия». 23 октября 1985. №245(8896).

Стрелку компаса могли поворачивать:

-Кулагина Н.С.

-Авдеев В.В.

-Шевчик Эльвира,

-Ермолаев Борис.

Исследование людей-магнитов.

1942-Никуличев В.Д. ветеран войны из Адыгеи. В августе 1942 года его, военного моряка, ранило. В санчасти хирурги при обработке раны заметили, что положенные на обнаженную грудь раненого металлические инструменты словно бы примагничивались к коже и не падали даже тогда, когда тело положили на бок.

Компас поднесенный к груди В. Никуличева, тоже прилип, а при повороте стрелка вращалась вместе с коробочкой прибора.

1852-В брошюре «Так называемый стучащий дух в Бергцаберне» рассказывалось о 11-летней **Филиппине Зенгер**. Девочка при многочисленных свидетелях «положила лист бумаги на ладонь своей руки, вытянула и перевернула, но лист не упал.

Капитану Центнеру, бывшему в это время в Бергцаберне, свидетелю всех этих явлений, пришла мысль поместить около ребенка компас и наблюдать его колебания. Стрелка при первом опыте уклонилась на 15°, при последующих же осталась неподвижной, хотя ребенок держал компас в одной руке, а другой водил по нему. Этот опыт нам доказал, что эти явления не могут быть объяснены действием магнитного тока, тем более что магнитное притяжение не распространяется на все тела без исключения.

1920-в американской прессе поднялся шум вокруг массового пищевого отравления в одной из тюрем. Но не сам этот факт взбудоражил общественность. Оказалось, что ко всем 34 отравившимся заключенным стали прилипать предметы, причем не только металлические, а компасные стрелки в их присутствии буквально сходили с ума. Степень «намагниченности» больных зависела от тяжести отравления, чем труднее переносил человек заболевание, тем сильнее прилипали к нему предметы. Однако как только заключенные выздоровели, у них пропали эти удивительные способности.

-Энергия, исходящая от кристаллов, не притягивает металлические предметы; она не зависит от магнитного поля Земли и не оказывает никакого воздействия на стрелку компаса; она не индуцирует в проводах электрический ток, и, таким образом, энергия кристаллов не является магнетизмом.

1988-Мирошников Мстислав Романович, д.т.н.

Если корабельный компас находится в зоне вибрации силовой установки, то наблюдается систематическое отклонение стрелки от направления на север.

Материалы по регистрации поведения стрелки компаса (направления магнитного поля) около дольменов находятся в книге 7. Часть 4. Магнитотерапия. Глава-1. Регистрация магнитного поля.

Определения направлений на север и юг с помощью метода биолокации.

1931-Анри Магер (Henri Mager) французский профессор, один из пионеров в области цветотерапии, обнаружил, что железный маятник над одними цветами совершает колебания, а над другими цветами не двигается. Он составил специальную диаграмму Магера (Mager Rosette).

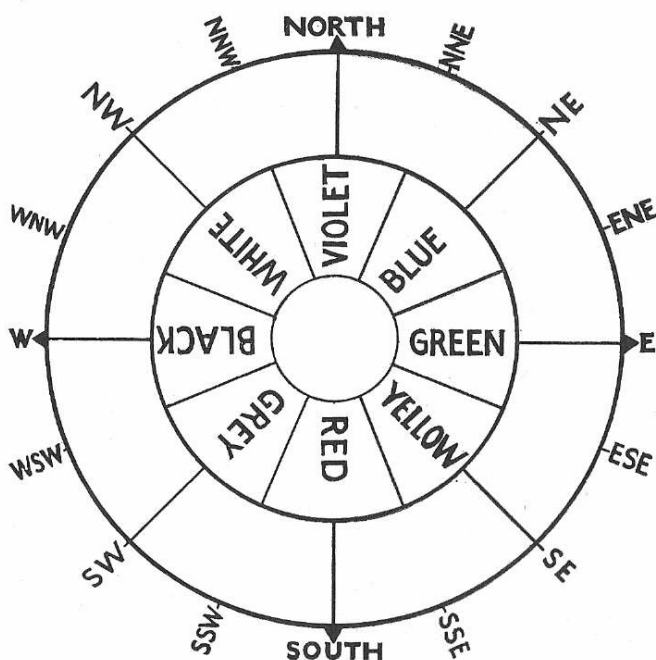


Диаграмма Магера.

Эту диаграмму можно использовать в качестве компаса. Если левой рукой коснуться красного предмета (или просто представить себе красный предмет) то маятник станет качаться в направлении север-юг.

1931-Henri Mager. Water Diviners and their Methods. published by C. Bell & Sons, London. 1931.

Бровин Владимир Ильич. Разработал специальную конструкцию компаса.

1987-В спортивном ориентировании зрение участников занято сравнением карты с местностью, поэтому на пользование обычным компасом уходит лишнее время. В 1987 г. я решил спроектировать компас, позволяющий определять стороны света, используя при этом не зрение, а слух. Я представлял себе, что это должен быть генератор звуковой частоты, который изменяет тон в соответствии с его расположением относительно магнитного поля Земли. В качестве генератора звуковой частоты был использован блокинг генератор, собранный по классической схеме, но с цепью обратной связи, где в качестве сердечника индуктивности использовалось аморфное железо, которое изменяет свою магнитную проницаемость при величинах напряженности магнитного поля, соизмеримых с магнитным полем Земли. Звуковой компас срабатывал при изменении ориентации, как и было задумано. Частота следования импульсов менялась в пять раз при изменении ориентации.

Анализ свойств полученной схемы выявил много несоответствий в ее работе общепринятым понятиям. Оказалось, что сигналы на электродах транзистора, измеренные на осциллографе

относительно как положительного, так и отрицательного полюсов источника питания, имели одинаковую полярность (транзисторы при этом имели положительную полярность сигнала на коллекторе, при отрицательную). Индуктивность, находящаяся в коллекторной цепи имела сопротивление близкое к нулю. Генератор продолжал работать при приближении к сердечнику сильного постоянного магнита, который насыщает сердечник, и блокинг процесс должен был бы прекратиться из-за отсутствия трансформации в цепи обратной связи. В сердечнике никаким образом не выделялся гистерезис, мне не удалось выявить его по фигурам Лиссажу. Амплитуда сигнала на коллекторе, оказывалась в пять и более раз выше напряжения источника питания. При изменении смещения в базе непрерывный процесс генерации преобразовывался в прерывистый, в виде пачек импульсов.

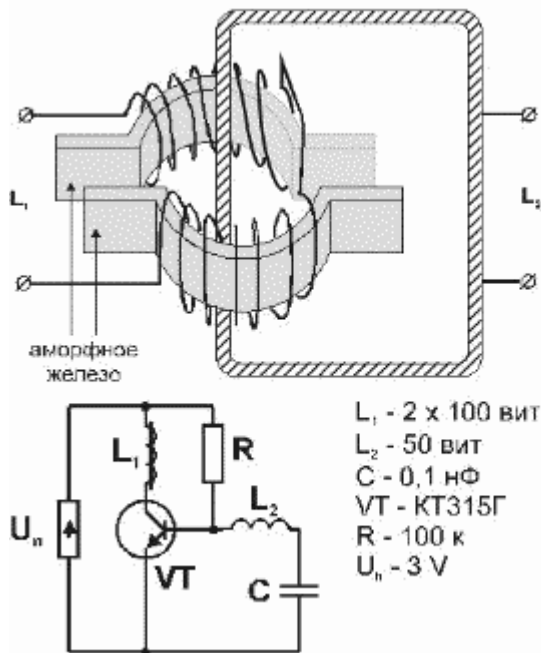


Рисунок 1. Конструкция и схема компаса.