

ОЧЕРК ИСТОРИИ НАУКИ О МАГНЕТИЗМЕ

© В.И.Большаков, 2002 г.

О магнетизме написано много - начиная с античных времён и кончая нашим временем. Восхищаясь “чарующей таинственностью” магнетизма и трудами учёных, работавших и работающих в этой области науки, нельзя было, не познакомиться с их творчеством (в некоторых случаях хотя бы по книгам историков магнетизма и популяризаторов науки). Как оказалось, лучше их самих написать о магнетизме невозможно, поэтому этот исторический очерк написан их словами и делами при минимуме собственных рассуждений. Очерк написан ещё и потому, что, по словам Максвелла: “Наука захватывает нас только тогда, когда, заинтересовавшись жизнью великих исследователей, мы начинаем следить за историей развития их открытий”, и Луи де Бройля: “История наук не может не интересовать учёных-естественников: учёный находит в ней... многочисленные уроки, и, умудрённый собственным опытом, он может лучше, чем кто-либо другой, истолковать со знанием дела эти уроки”. А обилие же здесь цитат оправдывает веками проверенный метод, что списать у одного автора - плагиат, у двух - компиляция, у трёх - реферат, у многих – диссертация. Кроме того “учённость эта нехитрая: стоит набрать побольше книг, преимущественно старых, и, развернув каждую, где попало, выписать несколько строк в кавычках. Получается винегрет довольно любопытный, но мало полезный и обременительный для учащегося” (критика Столетова одной из книг Н. Любимова). “Насколько осуществима и насколько благодарна такая задача, об этом рассуждать не будем”, а предоставим это читателю. А о том - скучна ли математика, читатель пусть задумается, прочитав, что об этом писал Н. Е. Жуковский: “... в ней тоже есть своя красота, как в живописи и поэзии... Эта красота проявляется порой в отчётливых, ярко очерченных идеях, где на виду всякая деталь умозаключений, а иногда поражает она нас в широких замыслах, скрывающих в себе кое-что недосказанное, но много обещающее”.

Наиболее поэтично о магнетизме написана книга В. П. Карцева “Магнит за три тысячелетия”, поэтому начинаем с его слов: “Мир магнитен. Магнитен от гигантских далёких туманностей до элементарных частиц. Человека пронизывают мириады магнитных полей различного происхождения”. “В огромном арсенале средств современной науки магнит занимает совершенно особое место. Без него невозможно никакое исследование, никакая наука, никакая промышленность, никакая цивилизованная жизнь. Если вспомнить ещё и о том, что не обладай Земля магнитным полем, она была бы сейчас испепелённой космическим излучением планетой, как Марс, то можно почувствовать к магнитам нечто вроде благодарности... Мы много знаем об электричестве и магнетизме и с каждым днём узнаём всё больше и больше. Но за одной проблемой встают другие, не менее сложные и интересные. Жизнь всегда будет полна загадок. И наряду с самыми сложными - загадкой жизни и загадкой Вселенной - загадка магнита всегда будет давать пищу для любознательного ума... Вряд ли когда-нибудь найдётся человек, который возьмёт на себя смелость утверждать: “Я постиг загадку магнита!”.

О магните ещё в античные времена писал стихи поэт - эпикуриец Тит Лукреций Кар, слагал легенды Плиний, в средние века о магнитной стрелке - поэты Ролан Роза, Данте (“Раздался глас, взор мой понуждая оборотиться, как иглу звезда” - о магнитной

игле компаса, которая по тем понятиям ориентировалась на Полярную звезду), Гильом де Лорис ("Роман о розе"), кардинал де Витри, Гюйо де Прованс, писатель Раймонд Лулл, совсем недавно - поэт Адам Мицкевич, а сейчас пишут все кому не лень.

Старинное музыкальное произведение – магнетика, очевидно, каким-то образом связано с магнетизмом, вспомним, например, "Магнетику" И. С. Баха. В 80-ые годы вышел альбом великолепной музыки Jean Michel "Magnetic Field", который ещё долго будет привлекать любителей музыки и магнетизма.

Магнетизм, похоже, не привлёк внимания художников, кроме любителей, создававших свои произведения к юбилеям известных и менее известных учёных и инженеров, занимавшихся магнетизмом, а также О. Мендельсона, который по просьбе автора сделал заставку книги. Правда, силовые линии магнитного поля так совершенны и разнообразны, что художнику здесь делать нечего.



Платон

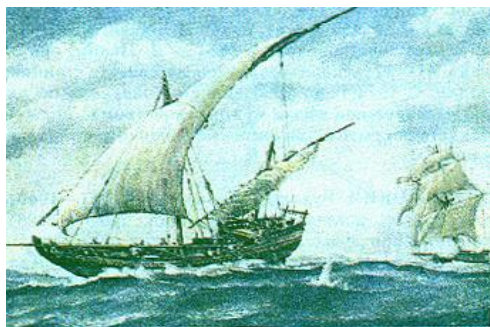
С древних времён свойства магнита вызывали удивление и восхищение. Магнит наделяли душой (Фалес, Эпикур, Анаксагор), Платон писал о "божественной силе магнита", которая "передаётся от железа к железу, подобно тому, как вдохновение передаётся через поэта его рассказчику и слушателю".

Однако магнит, похоже, не получал какого-то практического применения у древних народов - он был скорее игрушкой с таинственной "божественной" силой. Только у индусов он использовался в медицине - для вытаскивания наконечников стрел из тела.



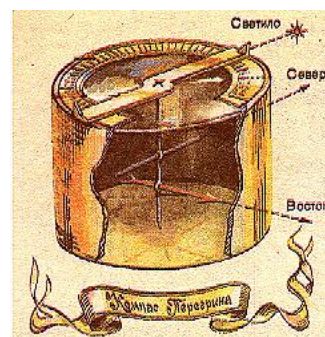
Анаксагор

По свидетельству И. Н. Терехова ("Будущему штурману о судовом магнетизме") только в III веке новой эры магнит наконец-то нашёл применение в китайских



Самбук - арабское судно. Худ. Е. В. Войшвилло.

"югоуказателях", в IX веке компас появился у арабов и только в XI веке Европа заимствовала компас у китайцев через арабов. Однако



в книге Марио Льюцци ("История физики", 1970) заслуга открытия свойств ориентации магнитной иглы приписывается арабам и говорится, что первый подлинный китайский документ (энциклопедия "Мун Ки Пи Тан"), в котором упоминается это свойство, датируется 1100 г. н. э. и в нём применение свойства иглы приписывается иностранным морякам, очевидно, арабам.

Очень странный период - почти тысячелетие (от древнего Рима до XVI века) - прошёл, когда в области магнетизма и вообще в науке не было сделано почти никаких открытий. В этот период человечество как бы всё забыло и, по прошествии "тёмных веков", - в эпоху "Возрождения" - бурно воскресило всё забытое и всё убыстряющимися

шагами двинулось вперёд, достигнув пика интеллектуального развития в конце XIX-начале XX века.

Объяснение такого странного периода истории, по мнению автора, связано с периодичностью изменения магнитного поля Земли - депрессия у человечества наступает при минимуме геомагнитного поля, расцвет - при максимуме.

Периодичность изменения дипольного момента магнитного поля Земли около 1270 лет. Последний минимум как раз приходился на "тёмные века", а выход из "тёмной ямы" начался в эпоху "Возрождения" и достиг максимума в конце XIX века. В настоящее время человечество находится на пути к следующей депрессии. Тяжёлые времена могут наступить в XXIV - XXV веке, если наука не придумает средства для устранения этих неблагоприятных последствий.

Другое объяснение такого странного периода в истории человечества можно найти в "математической теории распознавания подлинной истории" академика А.Т. Фоменко (Г. В. Носовский, А. Т. Фоменко. "Империя". Изд-во Факториал, 1996), доказывающей наличие сдвигов в истории (1800, 1050, 330 лет), что говорит о перепутывании различных летописей и других исторических документов так же, как перепутываются несколько колод карт. Случайная или умышленная перетасовка древних летописей, совершённая церковными историками в "тёмные века", окончательно завершившими создание истории в XVI веке, подтверждает наличие депрессии ума в периоды минимума магнитного поля Земли.

Возникновение христианства в период минимума магнитного поля Земли (по традиционной истории или по Фоменко в XI веке) и его распространение в Европе очень отрицательно сказалось на развитии науки. Так в 391 г. произошёл разгром епископом Феодором Александрийской библиотеки, в которой хранилось около 500000 древних рукописей, и её уничтожение, закрытие в 529 г. императором Юстинианом последней философской школы в Афинах и изгнание философов из города, запрещение папой Григорием I чтения древних книг и занятия математикой и философией. Положение не исправилось даже при очередном максимуме магнитного поля в V - VII веках, если только расцвет античной науки не приходится на этот период времени (почти по Фоменко), и только с XII века положение постепенно начало налаживаться. Более терпимыми к науке оказались восточные религии, поэтому центр развития переместился из Рима и Константинополя на восток, где в то время блистали такие учёные, как Бируни, Ибн Рушд, Мухамед ибн Мусса аль-Хорезми, Омар Хайям, аль-Хазани, Ибн аль-Хайсам, а еще дальше на востоке - Ариабхат, Брахмагупта, Ван Чун, Ши Шэн и др. Возможно, именно поэтому магнитный компас впервые появился у арабов, а затем и у китайцев.

Однако пользование компасной стрелкой даже в "тёмные времена" и в самом начале эпохи Возрождения привело к величайшим географическим открытиям.



Кабрал



Америго Веспуччи



Нуньес де Бильбао



Васко да Гама

Как тут не вспомнить путешествия викингов, плавание ирландских монахов - Брендана,

Брана, О'Хора, Майль-Дуйна, исландцев Адальбранда и Торвальда Хельгесон, рискованные плавания арабских моряков, описанные в труде Идриси "Развлечение истомлённого в странствии по областям", экспедиции в Атлантику, организованные султанами Мали, а позднее плавания европейцев: Васко да Гама, Бортоломео Диаса, Висенте Диаша, Фернана Домингеш ди Арку, Фернана Дулму, Петро ди Веласко Галего, Николозо да Реко, Христофора Колумба, Пансона, Кабрала, Кабота, Гаспара Картариала, Америго Веспуччи, Понсе де Леона, Нуньеса де Бильбоа, Фернандо Магеллана, Эль Кано и многих других мореплавателей тех "тёмных веков". "Девизом целого поколения молодых людей того времени, ценящих приключения превыше жизни, было "Navigare nacesse est, vivere non est necesse" - плавать по морю необходимо, сохранить жизнь не так уж необходимо". Это слова взяты из книги Стефана Цвейга "Подвиг Магеллана". Там он ярко описывает все невзгоды и опасности "плавания тех смельчаков, что впервые открыли для нас эти необъятные моря и мир, в котором мы живём" и говорит: "В великих деяниях человечества, именно потому, что они так высоко возносятся над обычными земными делами, заключено нечто непостижимое, но только в том невероятном, что оно совершило, человечество снова обретает веру в себя".



Корабль Магеллана отправляется
в кругосветное плавание.
Художник Б. Ландстрем



Суда Магеллана в Тихом океане.

Художник Е. В. Войшвилло



"Санта - Мария".
Художник Е. В. Войшвилло

Х. Колумб



"Пинта" и "Нинья".
Художник Е. В. Войшвилло

После этого маленького отступления от темы вернёмся к истории магнетизма - в эпоху "Возрождения", когда человечество снова обрело веру в себя и девизом которой можно считать слова из записной книжки великого учёного, великого художника и поэта, великого магистра «Сионской Общины» (не имеющей никакого отношения к сионизму, а, наоборот, хранящей тайны Иисуса Христа) Леонардо да Винчи:



Леонардо да Винчи

“Опыт никогда не обманывает”,

“Не слушай учения тех мыслителей, доводы которых не подтверждаются опытом”,

“Кто требует, чтобы опыт дал то, чего он дать не может, тот удаляется от разума”,

“Сначала изучай науку, затем берись за практику, которая вытекает из этой науки”,

“Ни одно наше исследование не может считаться истинно научным, если оно не опирается на математические доказательства”.

О магнетизме же Леонардо да Винчи писал: “Я не вижу способа, которым бы ум человеческий мог объяснить это явление.

Полагаю, что сила магнита есть одна из многих неизвестных людям сил. Мир полон бесчисленными возможностями, никогда не воплощёнными”.

В эпоху Леонардо да Винчи, Галилея, Френсиса Бекона расцветает экспериментальный метод познания, который очень образно описал в 1589 году Джамбаттиста делла Порта в “Натуральной магии”. Он “не только перечитал древних авторов, но в путешествиях по Италии, Франции, Испании посещал библиотеки, входил в сношения с учёными и мастерами, переписывался с теми, с кем не имел личных свиданий, всюду собирал секреты и старался проверить их собственным опытом денно и нощно с большими издержками”. Он также говорит об “удивительном магните, в котором проявляется величие природы”.



Джамбаттиста делла Порта

Порта пишет, что о магните “древние почти ничего, достойного памяти, нам тут не оставили. Мы же в немного дней или, лучше сказать, часов, отданных этому предмету, нашли столько вещей, что могли сделать из них двести интересных заметок”. Главные из этих двухсот заметок, сделанных им “в несколько часов”:

- о свойстве подвижного магнита располагаться от юга к северу,
- о притяжении и отталкивании полюсов,
- о невозможности получить магнит с одним полюсом при разламывании,
- о намагничивании,
- о проникновении магнитного действия через все тела, кроме железа,
- о движении магнитных опилок и вообще железа на доске, под которой скрыт магнит,
- о приготовлении стрелок для компаса,
- о возможности применения магнитного склонения к определению долготы места,
- об утрате магнетизма через сильное нагревание.



В это же время магнетизмом занимался Вильям Гильберт, который, по словам Любимова Н. А. ("История физики", СПб, 1892 г.), "для учения о магнетизме оказался тем, чем был великий Галилей для механики". В своём труде "О магните, магнитных телах и большом магните - Земле", изданном в Лондоне в 1600г., Гильберт пишет: "...для лучшего понимания совершенно неизвестной доселе славной субстанции великого магнита - всеобщей матери Земли и превосходных, выдающихся сил сего шара, мы поставим себе задачею начать с обыкновенной магнитной материи, каменной и железной, а также с ближайших магнитных тел и частей Земли, которые можно трогать руками и воспринимать чувствами, а затем уже идти далее через очевидные магнитные опыты и впервые проникнуть в сокровенную глубь Земли... Этот труд наш не оказался праздным или бесполезным, ибо при ежедневных опытах нам

выяснились новые и неслыханные свойства и из прилежного рассмотрения предмета настолько возросла философия, что мы решили изъяснить на основании магнетизма внутренность земного шара и собственную её субстанцию, показать людям Землю - всеобщую мать - и при помощи точных демонстраций и ясно представляющихся чувствам опытов как бы указать на неё пальцем".

Для своего времени это была великая книга, заинтересовавшая магнетизмом многих, если не сказать всех, выдающихся учёных.



Галилео Галилей

Гильберту завидовал Галилео Галилей, который сам занимался магнетизмом - изготавливал искусственные магниты, увеличивал силу магнита шлифовкой поверхности, ввёл применение "якоря" и само это слово в магнетизме. В "Диалоге о двух системах мира" Галилей писал: "Воздаю хвалу, дивлюсь и завидую Гильберту... Я не



Рене Декарт

сомневаюсь, что со временем эта отрасль науки сделает успехи".

Рене Декарт, очевидно, под влиянием Гильберта создаёт свою теорию магнетизма и на идеях, сходных с воззрениями Гильберта, строит теорию вихрей (трактаты "Геометрия", "Оптика", "Мир", "Начала философии").

Если в "тёмные века" в истории магнетизма можно отметить только начало



пользования компасом арабами, а затем китайцами и европейцами, употребление магнитной стрелки для ориентации в шахтах Норвегии, Гебера (Абу-Муза-Джабера) ("Книга милосердия" - впервые отметившего, что магнит может терять свои свойства со временем), Александра Некэма (Неккама) ("Об орудиях", "О природе вещей" - первое упоминание об использовании магнитной иглы в мореплавании, 1180 г.), Петра Перегрини ("О магнитах" - трактат в форме письма, 1269 г.), Флавио Джойя (если он вообще существовал), Колумба ("Книга пророчеств",

открывшего магнитное склонение, но сделавшего из наблюдения над Полярной звездой у Азорских островов очень интересный вывод, что "Земля имеет вид не шара, не яблока, как полагали донныне, а груши с отростком или припухлостью, наподобие сосца женской груди? На этом-то сосце - горе, столь высокой, что вершина её упирается в лунную сферу небес, - находится рай..." Очевидно, он имел в виду гиперборейскую вселенскую гору Меру. И ещё одно характерное для него высказывание: "Отнюдь не математика, не карты географов, не доводы разума помогли мне сделать то, что я сделал, а единственно - пророчество Исаии о Новом Небе и Новой Земле"), Георга Гартмана и Роберта Нормана ("The Newe Attractive"), первый из которых открыл магнитное наклонение, а второй предложил конструкцию инклинометра, то после Гильберта заинтересованность магнетизмом привела к множеству открытий и дальнейшему развитию магнитной теории. Тем более, что бурное развитие магнетизма было связано с магнитной навигацией, т.к. магнитный компас до середины XX века был незаменим в мореплаваниях, расширявших познания о Земле. Очень красиво об этом написал В. П. Карцев: "Маленькой дрожащей стрелке, с одного конца выкрашенной в чёрный цвет, а с другого - в красный, мы обязаны удивительными открытиями. Неизвестные миры, экзотические животные, благоухающие острова, ледяные континенты и незнающие цивилизации народы предстали перед глазами изумлённых "водителей фрегатов", сверяющих свой путь с маленькой стрелкой компаса". В этой фразе есть всё, разве что мало аромата чужеземных пряностей - индийского перца, имбиря, корицы и мускатного ореха.

Не останавливаясь подробно на разработке магнитной теории и открытиях после Гильберта, перечислим имена учёных занимавшихся магнетизмом. Это уже упоминавшийся Рене Декарт, Николя Кабео ("Магнитная философия", критика Гильберта), Христофер Барри ("Об искусстве мореплавания" - составитель первой магнитной карты склонения), Бенедетто Костелли ("Рассуждение" - о теории строения магнитов, их намагничивании и магнитном притяжении), Генри Гелибрант ("Математический трактат о вариации магнитной стрелки наряду с её замечательным уменьшением, открытым позднее"), Анастанус Кирхер ("Магнит или магнитное искусство", предложивший определять силу магнита посредством весов, интересовавшийся Атлантидой), Гримальди (более 30 страниц о магнетизме в трактате "О свете"), Филип Гуиллен, Жоао де Кастро, Алонсо де Санта Круз, Фалеро, Отто фон Герике, Роберт Бойль, Эдмонд Галлей, Уильям Уистон (построил первую карту изоклин). Георг Грехем (открывает суточное изменение склонения и наклонения), Хиортер (вместе с Грехемом наблюдали одновременное отклонение стрелок компасов в разных местах при появлении полярных сияний), Годфрид Лейбниц, Исаак Ньютон, Даниел Бернулли, Петер ван Мушенбрек, Георг Бельфингер, Беринг В. И., Крафт Л. Ю., Георг Гартман, Джордж Грегам, Леонард Эйлер, Франклин, Ломоносов, Кантон, Вильке, Бругманс, Дж. Майчелл, Эпинус ("Теория электричества и магнетизма", 1761 г.), Фусс Н. И., Ламберт, Тобиас Майер (гипотеза о бесконечно малом магните, находящемся на расстоянии $1/7$ радиуса от центра Земли), Христофор Ганстен (карты изодинам), Вильям Уэльс, Сарычев Т. А., Шарль Кулон, Александр Гумбольдт ("Космос", проделавший большую работу по измерению поля Земли, совместно с Гей-Люссаком - по измерению H -составляющей поля Земли, опытным путём открывший магнитный экватор).

Отметим в работах этих учёных только те факты, которые будут как-то связаны с материалом предлагаемой книги, и наиболее интересные "магнитные" эпизоды из жизни учёных.



Эдмунд Галлей

Друг Ньютона, не менее гениальный Эдмунд Галлей, развивает новую теорию земного магнетизма, предполагая в Земле четыре магнитных полюса, вместо двух, предложенных Гильбертом (два магнита, расположенных под углом друг к другу). Он также придерживался того взгляда, что вековой ход магнитного поля Земли вызван непрерывным, медленным изменением положения магнитного ядра Земли по отношению к земному шару. Он делает попытку объяснить северное сияние земным магнетизмом. После трёх плаваний по Атлантическому океану он составил карту склонения, способ построения которой сохраняется до настоящего времени. Как говорят, Галлей буквально вырвал у Ньютона его “Математические начала натуральной философии” и озаботился их напечатанием после двадцатилетней выдержки.



Леонард Эйлер

Сам же Ньютон (ещё один великий магистр «Сионской Общины») на опыте обнаружил, что величина силы магнита убывает приблизительно пропорционально кубу расстояния. Ньютон имел самый сильный магнит того времени и носил его в перстне на руке.

Леонард Эйлер через 50 лет после Галлея показывает, что для объяснения земного магнетизма достаточно двух полюсов, но эти полюса не должны лежать в одном меридиане. Кроме того, Эйлер ввёл, правда, в гидродинамику, понятие потенциала и задолго до Лапласа нашёл его замечательное свойство (потенциал скоростей).

Относительно Кулона хочется отметить, что к вопросам магнетизма его привлекла премия, назначенная Академией Наук за лучшую конструкцию корабельного компаса. Именно, изучая трение компасной стрелки об остриё и используя крутильные весы, Кулон нашёл закон взаимодействия магнитных полюсов. Только позже им был открыт закон электростатики. Кулоном также введено понятие о магнитной массе и предложен новый метод измерения магнитных сил - метод качаний, которым пользовались ещё в XX веке.

Даниил Бернулли впервые придаёт магниту привычную для нас подковообразную форму.

Фритц Эппиус предложил практический способ определения магнитного центра, правда, только для магнитной стрелки.



Александр Гумбольдт



Исаак Ньютон



Шарль Кулон



М. В. Ломоносов

Ломоносов написал 30 работ по магнетизму. Он считал, что магнетизм самый сложный раздел физики и призывал учёных изучать все проявления магнетизма: "Из наблюдений устанавливать теорию, через теорию исправлять наблюдения есть лутчей всех способ к изысканию правды. По сему паче всего в магнитной теории, тончайшей из всех материй, что ни есть в физике, поступать должно, а не пользоваться алгеброю, ибо из этого не может быть никакого приращения пользы мореплаванию".

В «Рассуждениях о большой точности морского пути» Ломоносов высказывает свое суждение о магнитном поле Земли: "И так, положим, что Земля магнит из разных великих частей разной доброты составленной, или из многих магнитов разной силы в одном сложенной, которые по своему положению и крепости сил действуют; то необходимо следует, что на ней по разности мест должно быть разное магнитной стрелки склонение".

После открытия в 1820 году Эрстедом действия электрического тока на магнитную стрелку и доклада на заседании Академии Наук Араго, потрясённого опытом Эрстеда, начинается новая эпоха развития науки, которая трудами Араго, Био, Савара, Ампера, Лапласа заканчивается разработкой электродинамики, а стараниями Вильяма Стержена привела к появлению электромагнита.



Пьер Симон Лаплас

Опять же следует отметить, что все эксперименты по изучению явлений электродинамики не обходились без



Ганс Христиан Эрстед

магнита - магнитной стрелки.

Здесь можно ещё отметить, что Эрстед в течение шести лет носил в кармане магнит, который, возможно, и позволил ему написать "Опыты, касающиеся действия электрического конфликта на магнитную стрелку", так потрясшие французских академиков и заставившие на заседании Академии внезапно побледнеть Ампера, понявшего, что великое открытие произошло без его участия и надо быстро действовать и принять у Эрстеда эстафету.

Дополнительно следует отметить ещё чисто магнитные открытия Араго и Био.

Араго совместно с Ампером предложил намагничивать стержни соленоидально навитым проводом. Возможно, он впервые наблюдал действие вихревых токов во вращающемся под магнитом диске. Он высказал мнение, что магнитные бури происходят одновременно на всей Земле.

Био показал, что магнитное поле Земли может быть представлено бесконечно малым магнитом - диполем, помещённом в центре Земли и имеющим магнитную ось, наклонённую под углом около 11° к оси вращения земного шара. Для большего соответствия наблюдениям предлагал помещать около этого магнита второй малый магнит, "положение и относительную энергию которого можно определить, удовлетворяя наблюдениям". Правда, Био в то же время ставит вопрос: "Действительно ли магнитное центральное действие



Жан Батист Био

производится магнитным ядром, заключённым внутри земного шара, и не является ли

оно основным результатом действия всех магнитных частичек, рассеянных в веществе?" (И.М. Симонов. "О земном магнетизме")



Андре Мари Ампер

Из множества опытов и величайших открытий этого периода приведём здесь только высказывания Ампера о причинах земного магнетизма.

“Обнаруженное мною взаимодействие между землёй и вольтическими проводниками не позволяет сомневаться в том, что внутри земного шара существуют токи, подобные токам в проводниках. Можно предполагать, что эти токи являются причиной тепла, свойственного земному шару. Они по преимуществу текут там, где окружающий его внешний окислённый слой покоится на металлическом ядре, как указал сэръ Г. Деви в своём объяснении вулканов. И именно они намагничивают магнитную руду и тела, которые в соответствующих условиях подвергаются электродинамическому действию земли. Однако... не существует и не может существовать никакого бесспорного доказательства того, что земные токи установились не только вокруг частиц, образующих земной шар.

Для того, кто хотел бы дать объяснение постоянному направлению стрелки с юга на север, разве не показалась бы самой простой мысль, ...что в земле существует электрический ток... с востока на запад, в направлении перпендикулярном к магнитному меридиану....

В земном шаре, вероятно, нет ничего, что походило бы на непрерывный однородный проводник. Но различные вещества, из которых он состоит, как раз отвечают случаю вольтова столба, состоящего из случайно расположенных элементов и образующего, замыкаясь на самого себя, как бы непрерывный пояс вокруг всего земного шара”. “Я признаю, кроме того, что для отображения фактов необходимо допустить возрастание интенсивности токов по мере приближения их к экватору”.

Идеи Ампера о токовой природе земного магнетизма и магнитов подтвердила современная наука, но уже на основе “модифицированной” электродинамики Сванна или же теории магнитной гидродинамики и квантовой теории.

Успехи электродинамики привели к разработке Лапласом, Гауссом, Пуассоном, Грином (“Опыт применения математического анализа в теориях электричества и магнетизма”, 1828 г.) математической теории потенциала, которая в дальнейшем привела к революции в понимании электрических и магнитных явлений. Речь о Гауссе, одном из этих знаменитых математиков, пойдёт особо, а о вкладе Пуассона в магнетизм здесь следует сказать отдельно.



Сименон Дени Пуассон

В результате работ Сименона Пуассона появилась возможность расчёта магнитного поля судна, т.к. он создал теорию намагничивания тел, решил задачу намагничивания сплошного трёхосного эллипсоида и сферического слоя, помещённых в однородное магнитное поле. Свою теорию Пуассон сформулировал в виде интегрального уравнения, решение которого позволяло определить магнитное поле тела в любой точке пространства. Всё это позволило Пуассону впервые описать явление девиации компаса. Связь компонент геомагнитного поля с магнитным полем намагниченного тела в выбранной точке до сих пор носит название “уравнений Пуассона”.

Точное определение элементов земного магнетизма и их изменение во времени интересовало многих учёных того времени, но эта задача казалась им неразрешимой, “пока за неё не взялся ”*Princeps mathematicorum*” - Гаусс, поставивший науку о земном магнетизме на совершенно новые основания и внёсший в магнитные измерения не только астрономическую точность, но и приведший их к абсолютной мере”. Лучше А. Н. Крылова о великом Гауссе сказать нельзя. А. Н. Крылов не только изучил все наследие Гаусса, но и перевёл на русский язык его труды, а также познакомил нас с теорией Гаусса в своей книге “О земном магнетизме”.



Карл Фридрих Гаусс

Труды же самого Гаусса “Напряжение земной магнитной силы, приведённое к абсолютной мере”, 1832г., “Общая теория земного магнетизма”, 1838г., “Общие предложения, относящиеся к силам отталкивания и притяжения действующим обратно пропорционально квадратам расстояний”, 1839 г. преобразовали существовавшую до него теорию о земном магнетизме. Вот что сам Гаусс говорил о своей теории: “В предлагаемом сочинении я развиваю общую теорию земного магнетизма независимо от каких-либо частных предположений о распределении магнитной жидкости в земном шаре и сообщаю полученные при первом приложении этого способа результаты. Сколь эти результаты и не совершенны, всё-таки они дают понятие о том, что можно надеяться достигнуть в будущем, когда более тонкой и повторной обработке будут подвергаться более благонадёжные и более полные наблюдения из всех областей земли”.

Гаусс (1777 – 1855) – «первый из математиков» – заинтересовался земным магнетизмом после встречи в 1828 году с А. Гумбольдтом. Когда же в Геттингенском университете появился молодой физик Вильгельм Вебер, то Гаусс, забросив увлечение кристаллографией, вместе с Вебером начал проводить исследования по земному магнетизму и электромагнетизму. Гауссу в то время было 54 года, а Веберу 27 лет. Как правило, все выдающиеся учёные добивались больших успехов в магнетизме уже в преклонном возрасте (Гильберт, Фарадей, Максвелл, Томпсон, Умов, Крылов, Буллард), поэтому и Гаусс приблизился к возрасту, когда он был способен разобраться, по словам Ломоносова в «тончайшей из всех материй, что ни есть в физике». Об увлечении магнетизмом говорят письма Гаусса Ольберсу, Шумахеру, Энке, Герлингу. В 1832 г. он пишет Шумахеру: «Я не знаю ничего более интересного из практических занятий, чем эти магнитные наблюдения». Тогда же он пишет Ольберсу: «Эти работы до сих пор не только оправдали мои ожидания, но и превзошли их. Мне всегда казалось, что приборы, применяемые для магнитных наблюдений, являются весьма несовершенными и находятся в вопиющем противоречии с точностью наших астрономических и геодезических измерений. В течение 5 месяцев я задавался целью преодолеть эти недостатки, причём сначала я исходил из некоторых идей, имевшихся у меня уже в течение многих лет; однако почти каждую неделю я находил что-нибудь новое. В настоящее время у меня готово два прибора (совершенно одинаковых), при помощи которых можно измерять абсолютное склонение и его изменения, время колебаний и т.д. с такой точностью, которая не оставляет желать ничего более совершенного, за исключением специального помещения, где нет поблизости никакого железа и токов

воздуха...но и в теперешнем состоянии мои измерения превосходят, как я считаю, очень далеко всё прежнее... Здесь можно собрать очень большой урожай, и я склонен посвятить этому вопросу собственную работу, если небо сохранит мне жизнь и силы, но я сделаю это совсем не так скоро, так как я всегда ненавидел всякую спешку с незаконченным. Между тем я намерен сразу же сделать отчёт на заседании общества о наиболее важном применении - именно об определении абсолютной напряжённости земного магнетизма».

Отчёт «Интенсивность земной магнитной силы, приведённая к абсолютной мере» был сделан в 1832 году на заседании Королевского учёного общества в Геттингене. В этой работе кроме исследования магнетизма Гауссом была создана абсолютная система основных физических единиц: миллиграмм, миллиметр, секунда. Гаусс здесь впервые установил, что при измерении магнитных величин (на электрические величины идею Гаусса распространил позднее Вебер) нет необходимости устанавливать произвольно выбранные единицы. Долгое время предложенная Гауссом система не находила всеобщего признания. Лишь в 1881 году на Международном электрическом съезде в Париже система Гаусса была узаконена после предложения комиссии из выдающихся физиков: Максвелла, Томпсона, Якоби, Кольрауша, Сименса, которая ничего не смогла придумать нового сама, а в системе Гаусса лишь изменила размерности основных единиц на сантиметр, грамм, секунду.

Усовершенствование методов измерений, магнитные наблюдения, а также исследование электромагнитных явлений проводились Гауссом и Вебером сначала в астрономической обсерватории, а с 1833 года – в магнитной обсерватории, построенной рядом с астрономической, при строительстве которой был учтён опыт Гумбольдта, построившего ещё в 1828 году в Берлине специальное помещение, в котором не было железа.

Гаусс очень гордился своими достижениями, что видно из письма к Герлингу, в котором он сообщает: «Суточные вариации я могу проследивать теперь от одной минуты к другой с точностью нескольких секунд угла. Я надеюсь далеко превзойти ту точность, которая до сих пор была при определении напряжённости, склонения и их вариаций. Период колебаний уже теперь я определяю с почти невероятной точностью». В другом письме Герлингу он пишет: «Мои приборы теперь так совершенны, что не оставляют желать ничего лучшего».

Задумываться над физикой магнетизма Гаусс начал в то же время, когда создавал точные приборы и методы измерений. В письме к Энке 18.08 1832 г. он пишет: «В современном изложении учения о магнетизме столько неясного, ничего не говорящего, нелогичного (так же у самого Био), что оно должно быть построено совершенно заново. Сюда относится понятие полюса. Затем вопиющее противоречие с тем, что сначала понимают, что в каждой частице магнита находится поровну как северного, так и южного магнетизма, а затем всё же говорят, что на одном конце магнита находится исключительно один магнетизм, а на другом – другой магнетизм...В этих предметах я уже давно достиг полной ясности; сюда относятся некоторые новые, в высшей степени интересные теоремы очень глубокого содержания, развитие которых выходит очень далеко за пределы моей статьи и которые я поэтому должен отметить в ней только несколькими строками».

Ещё раньше 29.05 1832 г. Гаусс писал Ханстину: «Моё предположение приводит к тому, что магнитные явления на земной поверхности...могут быть, так сказать, собраны



Генрих Вебер

в одну формулу, которая, разумеется, должна содержать много членов, чтобы включать в себя всевозможные аномалии, не являющиеся исключительно локальными, т.е. ограниченными малой площадью, подобно тому, как таблицы Луны состоят из большого числа уравнений.

Таким образом, исключается гипотеза двух или четырёх полюсов, которую я не могу принять согласно сказанному выше. Всё это дело будет проведено самым строгим образом, как только будут налицо факты в необходимой для этого форме».

И наконец в 1839 году в ежегоднике «Результаты наблюдений Магнитного союза за 1838 год» появляется «Общая теория земного магнетизма», разделившая историю магнетизма на два периода – до Гаусса и после Гаусса. Кроме замечательных слов А.Н. Крылова здесь следует привести и отклик Гумбольдта. В письме Гауссу 18.06.1839 г. он пишет: «С тех пор как я начал заниматься земным магнетизмом, я всегда протестовал против увеличения числа магнитных полюсов и расщепления изогон и весьма интересовался измерениями напряжённости. Я эмпирически узнал возрастание полной напряжённости от магнитного экватора к магнитным полюсам...Я был против представления о малом магните, против «разогретой» и видоизменённой Био гипотезы Тобиаса Майера, против неуклюжих попыток Ханстина; я хотел золотого времени, когда ньютонианский дух освободил бы нас от оков нагромождающихся эпициклов и все элементы вывел бы из одного принципа. Это чудо сделали вы, мой дорогой, глубокоуважаемый друг, и мои глаза ещё увидели это».

Использованная в «Общей теории земного магнетизма» теория потенциала в 1840 году вылилась в систематическое изложение в работе «Общие предложения, относящиеся к силам отталкивания и притяжения действующим обратно пропорционально квадратам расстояний», которая развивала и обобщала результаты Эйлера, Клеро, Лагранжа, Лапласа, Пуассона, Грина, Гамильтона, Симонова, а затем дала пищу для размышлений Стеклову, Нейману, Остроградскому, Вейерштрассе, Пуанкаре, Томсону, Дирихле, Ляпунову и многим другим, даже современным, учёным.

После увольнения из университета Вебера и выхода их «Атласа земного магнетизма» в 1840 году практически заканчиваются работы Гаусса в области земного магнетизма, хотя он и публиковал свои статьи по магнетизму до 1842 года.

Теорией Гаусса до сих пор пользуется весь мир, увеличивая члены разложения до 10-го, а иногда до 22-го порядка, а число магнитных обсерваторий в мире превышает 150. Об этом опять же очень образно сказал Крылов: "Таким образом, в руках Гаусса вопрос об общем характере "силового магнитного поля" для поверхности земли получил полное и теоретически законченное решение. При дальнейшем развитии или перевычисляли вновь 24 коэффициента Гаусса по более полным и подробным наблюдениям или прибавляли к его разложению новые члены и увеличивали число коэффициентов. Так поступил, например, Фритше, добавивший к членам до "четвёртого порядка" Гаусса ещё члены 5-го и 6-го порядка, так что число коэффициентов в его разложении 48, или знаменитый астроном Адамс..., принявший, кроме того, во внимание и эллипсоидальный вид земли, причём о громадности вычислений Адамса можно составить понятие по их сводке, занимающем во втором томе собрания его сочинений 115 страниц большого формата in 4° сплошь занятых мелко напечатанными числами".

Вычисляли коэффициенты Гаусса также Эрман и Петерсон для эпохи 1829 г., Квинтус (эпоха 1880 г.), Неймейер (эпоха 1885 г.), А. Шмидт (эпоха 1885 г.), Дайсон и Фурнер (эпоха 1922 г.), Афанасьева и Вестайн (эпоха 1945 г.). Сейчас через каждые 5 лет производятся перевычисления коэффициентов Гаусса уже для 10-и порядков разложения.

Потребности мореплавания, науки и техники во время жизни Гаусса и после его смерти выдвинули много учёных, работавших в области магнетизма. Для того, чтобы быстрее перейти к следующей революции в науке и магнетизме, творцами которой стали Фарадей, Томсон, Максвелл, кратко перечислим имена учёных, плодотворно работавших в области магнетизма.



Метью Флиндерс.

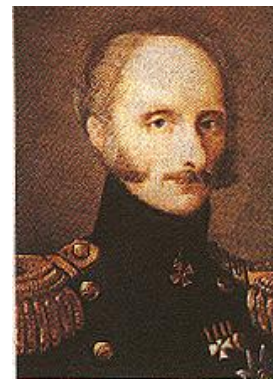
Метью Флиндерс, занимаясь вопросами девиации, установил наличие на судне “центра магнитного притяжения”, подобного центру тяжести, придумал способ уничтожения девиации с помощью флиндесбаров.

Эдвин Себайн обобщил магнитные наблюдения в океанах, указал на наличие полупостоянного магнетизма, создал диффлектор. Он говорил, что Флиндерс установил такие точки на судне, где влияние судового железа наименьшее.

Гопкинс ещё в 1866 году предложил размагничивать суда при помощи электромагнитных батарей для устранения девиаций компаса. Таким образом, именно его можно считать изобретателем размагничивающего устройства корабля, применяющегося в настоящее время для магнитной защиты кораблей от минного оружия и обеспечения скрытности подводных лодок.

Симонов И. М. открыл солнечные (27 дней) и суточные вариации поля Земли. Его труд "Математическая теория земного магнетизма", написанный после кругосветного плавания шлюпов "Восток" (Ф. Ф. Беллинсгаузен) и "Мирный" (М. П. Лазарев) и проведённых им в экспедиции магнитных измерений, практически повторял теорию Био (первый член разложения Гаусса).

Литке Ф. П. проводил магнитные измерения на судне и на берегу, руководил Павловской обсерваторией.



Ф. П. Литке

Ленц Э. Х. проводил магнитные наблюдения на море и на суше, установил изменение суточных вариаций с широтой, создавал теорию электромагнитов.

Якоби Б. С. занимался электромагнитами и электродвигателями, испытывал их на подводной лодке.

Купфер А. Я. был директором физической обсерватории в Санкт-Петербурге, усовершенствовал магнитный прибор Гаусса, вместе с Симоновым открыл суточные вариации.

Джон Франклин проводил магнитные наблюдения в Антарктиде.

Крузенштейн И. Ф., Беллинсгаузен Ф. Ф., Лисянский Ю. Ф., Ф. А. Халезов, Врангель Ф. И. проводили магнитные наблюдения



Э. Х. Ленц

в морях и океанах.

Джордж Эри - директор Кембриджской, а затем Гринвичской обсерватории. Он на практике применил теорию Пуассона для устранения девиации компаса, располагая куски мягкого железа и магниты вблизи компаса.



Джордж Эри

Христофор Ганстон - директор обсерватории в Христиании. Он в противовес Гауссу опять вернулся (см. Галлея) к четырём магнитным полюсам Земли.

Дж. Ламонт, Р. Вольф определяли периоды колебания магнитного склонения в зависимости от периодичности солнечных пятен.

Вильям Скорсби написал 60 работ о земном магнетизме, занимался вопросами девиации компаса.

Арчибальд Смит занимался вопросами девиации компаса, усовершенствовал уравнения Пуассона, введя параметры P , Q , R . Он автор знаменитого доклада "О магнитном состоянии судов королевского флота".

Джоуль открыл явление магнитострикции, описав это явление в своих работах "О новом виде магнитных сил", 1842г., "О влиянии намагничивания на размеры железных и стальных полос", 1847г. Он занимался также созданием мощных силовых электромагнитов.

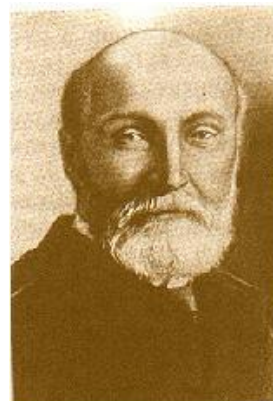


С. О. Макаров

Густав Видеман знаменит работой "Магнитные исследования", 1862г.

Столетов А. Г. работал у Кирхгофа и Вебера, исследовал кривую намагничивания вещества ферромагнетика, исключив действие поверхности образца. В 1872 г. написал диссертацию "О функциях намагничивания мягкого железа".

Рыкачёв М. А. высказал мнение, что местные аномалии связаны с геомагнитным строением данной области.



М. А. Рыкачёв

Макаров С. О. определял девиацию в море, проводил магнитную съёмку Новой Земли.



И. П. Белавенец

Белавенец И. П. имеет громадные заслуги перед русским флотом в деле усовершенствования его магнитной навигации. Он плавал на легендарных кораблях - фрегате "Паллада", шхуне "Восток". Командовал батареей в Севастополе, где был контужен. Наблюдал за постройкой в США фрегата "Генерал - Адмирал". Руководил компасной обсерваторией в Кронштадте, оборудовал там створы для определения девиации. Вёл магнитные наблюдения всех путей до Архангельска в Белом и Баренцевом морях. Установил в Англии на броненосец "Первенец" магнитные компасы и по пути в Россию определял девиацию. Создал девиационный прибор. Особо следует отметить его магнитные исследования корпуса подводной лодки, позволившие впервые установить компас внутри корпуса.

Колонг И. П. “Благодаря ему дело уничтожения девиации в русском флоте стало выше, чем в каком бы то не было другом” (А. Н. Крылов). На флоте даже шутили, что корабли для Колонга существуют только для того, чтобы носить компас. Колонг издаёт курс по математической теории девиации, создаёт новый дефлектор, впервые уничтожает электромагнитную девиацию на яхте “Держава” путём установки 3-х соленоидов, издаёт труды: “Теория магнитной индукции и её приложение к шару, эллипсоиду, бесконечному цилиндру”, 1902 г., “Теория притяжения тел, обладающих однородным намагниченным состоянием”.



И. П. Колонг



А. Н. Крылов начинал работать под руководством Колонга. Его работы по магнетизму: «Вычисления делений сил дефлектора компаса», «О расположении стрелок в картушке компаса», «Основания теории девиации компаса», «Об использовании Курской магнитной аномалии», «О земном магнетизме».

Лебедев П. И. начинал работу ассистентом Столетова. Он занимался выяснением природы земного магнетизма. Известна его работа “Магнитометрическое исследование вращающихся тел”.

Рэлей положил начало исследованиям намагничивания ферромагнитных тел в слабых полях.

Бауэр занимался разделением поля Земли на внутреннее, внешнее и материковое.

Джон Росс, Джеймс Росс установили местонахождения северного и южного магнитных полюсов Земли.

Смирнов И. Н. провёл гигантскую работу по измерению Европейской части России. По его данным построены первые магнитные карты России. Он первым провёл измерения Курской магнитной аномалии.

Следующая эпоха в науке и в магнетизме в частности связана с именем Майкла Фарадея, о котором Столетов сказал: “...свет не видел столько поразительных и разнообразных открытий, вышедших из одной головы”.



Джон Уильям Рэлей

Фарадей установил наличие магнитных свойств у всех тел, разделив их на диа- и парамагнетики, показав, что ферромагнетизм является частным случаем парамагнетизма. Открыл магнитную анизотропию в кристаллах диамагнетиков.



Дж. К. Росс



Майкл Фарадей

Совершить же научный подвиг для раскрытия единства сил природы, связи между электричеством и магнетизмом, электричеством и химическими процессами, магнетизмом и светом, помог Майклу Фарадею довольно увесистый магнит, который он в течение 9-ти лет носил в кармане вместе с кусочками проволоки, придавая в свободные минуты этим вещам различные положения. Началось же всё это после того, как Фарадей познакомился с опытами Эрстеда и записал в своём дневнике: “Превратить магнетизм в электричество”, а закончилось открытием закона электромагнитной индукции, который совместно с разработанной Фарадеем теорией близкодействия, утверждающей, что нет пустого пространства, а всё оно пронизано силовыми линиями электрического и магнитного поля, привели к созданию учения об электромагнитном поле. Максвелл писал: “Фарадей является и навсегда останется творцом того общего

учения об электромагнетизме, которое рассматривает с единой точки зрения все явления, изучавшиеся прежде в отдельности, не говоря уже о тех явлениях, которые открыл сам Фарадей, следуя своему убеждению о единстве всей науки”.

Однако, как пишет Максвелл в статье “О действиях на расстоянии”: “Едва ли кто работал более сознательно и систематично, напрягая все свои умственные силы, нежели это делал Фарадей с самого начала своей карьеры. Но в то время как общее направление научного опыта состояло в приложении идей математики и астрономии к каждому новому исследованию поочерёдно, обстоятельства, как известно, сложились для Фарадея так, что он не мог приобрести познаний в математике...”

Фарадей при всей своей проницательности, при всей своей преданности науке, при всём своём искусстве в экспериментировании лишён был средств следовать направлению мыслей, приведшим французских учёных к блестящим результатам, и был вынужден уяснять себе явления посредством системы символов, более понятных ему, вместо того, чтобы усвоить язык, который до тех пор один господствовал среди учёных.

Этими новыми понятиями были те самые силовые линии, расходящиеся во все стороны от наэлектризованных и намагниченных тел, которые Фарадей видел своим умственным оком так же ясно, как и те материальные тела, из которых они исходят... Руководствуясь этим новым символизмом, Фарадей с математической точностью развил целую теорию электромагнетизма языком, свободным от математических вычислений, которая приложима как к самым сложным, так и к простейшим случаям”.

Вот как Фарадей говорит о своём методе исследования: “Экспериментатор, желающий изучать магнитную силу посредством проявления её магнитными силовыми линиями, поступил бы произвольно и опрометчиво, отказавшись от самого ценного средства, от употребления железных опилок. Пользуясь ими, он может многие свойства этой силы, даже в сложных случаях, тотчас показать наглядно, может проследить глазами различные направления силовых линий и определить относительную полярность, может наблюдать, в каком направлении сила эта возрастает, в каком убывает, а в сложных системах может определить нейтральные точки, или места, где нет ни полярности, ни силы, даже если они встретятся внутри сильных магнитов. При их употреблении вероятные результаты видны сразу и могут быть получены ценные указания для будущих ведущих опытов”.

Хотя открытия Фарадея широко использовались на практике, математики к ним относились свысока, “с презрением смотрели на “грубые материальные” силовые линии и трубки, порождённые плебейской фантазией переплётчика и лабораторного сторожа Фарадея” и только Максвелл “облёк плебейски обнажённое тело фарадеевских представлений в аристократические одежды математики” (Роберт Мелликэн).



J. Clerk Maxwell

Джеймс Клерк Максвелл начал изучать учение Фарадея ещё студентом. Он писал в 1850 году: “Я решил не читать ни одного математического труда из этой области, пока не изучу вполне основательно “Экспериментальных исследований по электричеству””. Первой его работой по электромагнетизму была работа “О Фарадеевых силовых линиях”, 1856г. В 1857 году он посылает Фарадею свою работу с почтительным письмом. Фарадей в ответном письме писал: “Сначала я даже испугался, когда увидел такую математическую силу, применённую к вопросу, но потом изумился, видя, что вопрос выдерживает это столь хорошо... Ваша работа приятна мне и даёт мне большую поддержку”.

Следующие работы Максвелла по электромагнетизму “О физических линиях сил”, 1861г., “Динамическая теория электромагнитного поля”, 1864г. показали, что к этому времени он уже пришёл к основным идеям.

Вершине своего творчества “Трактату об электричестве и магнетизме”, 1864г. Максвелл отдал 8 лет жизни. В ней он даёт свою замечательную электродинамическую систему уравнений и обобщает результаты труда нескольких поколений учёных. Хотя сам Максвелл говорил: “Я только облёк идеи Фарадея в математическую форму”, на самом деле его “Трактат” отличается “глубокой поэтичностью, а математика окрыляет его мысль” (из какой-то книги о Максвелле).

Умер Максвелл в 1879 году, не дожив до полного торжества своей теории. И хотя многие физики распространяли и разрабатывали его теорию (Хевисайд, Пойнтинг, Шустер, Дж. Томпсон, Столетов, Больцман), только стараниями Гельмгольца и Герца теория Фарадея и Максвелла стала стремительно утверждаться в науке.



Генрих Герц



Оливер Хевисайд



Герман Гельмгольц

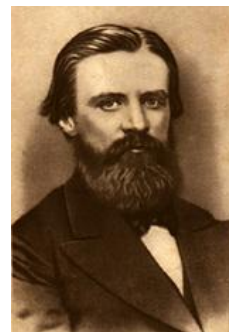
Теория поля Максвелла стала одной из основ современной физики. Эйнштейн отмечал, что “самым увлекательным предметом во время моего учения была теория Максвелла. Переход от сил дальнего действия к полям, как основным величинам, делает

эту теорию революционной”. Однако, несмотря на то, что, как сказал Макс Планк, “имя его блистает на вратах классической физики”, это всё же был и конец классической физики. Наступила эра квантовой теории, теории относительности. Но и в новой и в новейшей физике теория Максвелла не потеряла своей актуальности. Нильс Бор подчёркивал, “что теория Максвелла не перестала использоваться в качестве направляющего начала и на позднейшей стадии развития атомной теории”. Альберт Эйнштейн говорил, что “теория относительности обязана своим возникновением теории Максвелла для электромагнитного поля”.



Л. Больцман

Отдав дань уважения электромагнитной теории Максвелла, которая широко используется и современными магнитологами, хочется обратить внимание на первую часть второй книги “Трактата”, посвящённой магнетизму. Хотя в ней и чувствуется влияние У. Томсона и всех поколений учёных, работавших в области магнетизма, всё же гениальность Максвелла позволяет по-новому взглянуть на многие вопросы. Здесь есть идеи, которые разрабатываются учёными до



А. Г. Столетов



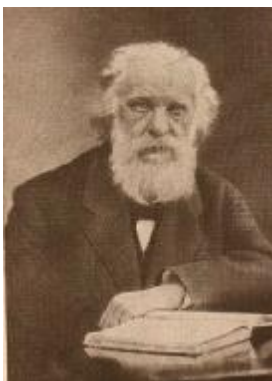
Дж. Д. Томсон

настоящего времени. Из теории магнитных полюсов и интегральных представлений намагниченности развивается теория мультипольных моментов. Развитие Максвеллом теории Томсона о магнитных центрах позволило А. Шмидту получить общие выражения для определения магнитного центра Земли. Развитие Максвеллом геометрическое представление теории полюсов, позволило ему очень красиво



Н. М. Лебедев

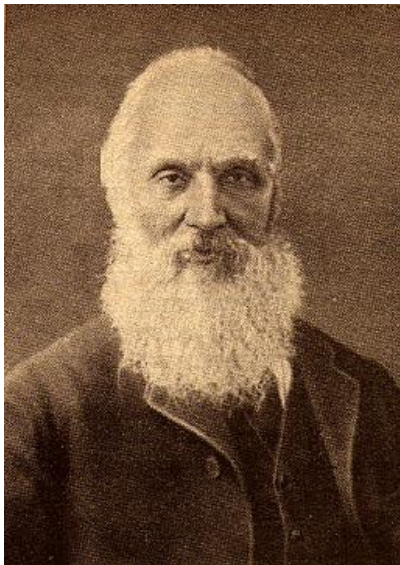
представить геометрию первых двух мультипольных моментов, а Умову, Шимони, Семёнову и Степановскому двинуться дальше. Теория магнитного гистерезиса Максвелла совсем недавно применена в судовом магнетизме (Краснов И. П., Якушенко Е. И.).



Н. А. Умов

Все рассуждают об электромагнитной теории Максвелла, уравнениях Максвелла, распределении Максвелла, правиле Максвелла и т.д., но в то же время в 70-х годах в Публичной библиотеке им. Салтыкова-Щедрина при заказе трудов Максвелла оказывалось, что имеется лишь один экземпляр “Трактата” на немецком языке, издания 1881 года, который с того времени никто не брал. Максвелла в подлиннике практически никто не читал, а о Максвелле судили по книгам его популяризаторов. К лучшему ситуация, по видимому, изменилась совсем недавно после выхода русского перевода “Трактата” (всего 3100 экземпляров).

Читая Максвелла, понимаешь всё его величие. Все вышедшие после него книги по электродинамике, теории поля, хотя и нужны для развития его идей и образования, всё же кажутся щенячьим визгом. Вот и автору этой книги захотелось повизжать на старости лет, познакомившись с небольшой частью “Трактата” гения.



Уильям Томсон (лорд Кельвин)

Закончить эпоху классической физики можно работами выдающегося учёного Уильяма Томсона (Лорда Кельвина). Томсон долго не признавал электромагнитную теорию Максвелла и только опыты Лебедева по световому давлению заставили его изменить к ней отношение. Он говорил К. А. Тимирязеву: "Вы может быть знаете, что я всю жизнь воевал с Максвеллом, не признавая его светового давления, и вот ваш Лебедев заставил меня сдаться!"

В магнетизме роль Томсона очень велика. Что стоит только перечень его трудов по магнетизму:

1846г. - "Индукцированный магнетизм в пластине".

1851г. - "Математическая теория магнетизма".

1871г. - "Общие свойства сферической гармоник n -порядка".

1874г. - "Возмущения компаса, происходящие при качке корабля".

1875г. - "Действие напряжений на магнетизм мягкого железа".

1876г. - "Электродинамические свойства металлов, действие напряжений на намагниченность".

1881г. - "Усовершенствование компаса и нейтрализация влияния судового железа".

Томсон заменил поляризацию магнитных жидкостей понятием намагниченности, понимаемой как магнитный момент единицы объёма, ввёл понятие о векторе магнитной индукции, предложил оригинальный магнитный компас, долгое время использовавшийся на кораблях, предложил свой дефлектор для уничтожения девиации на 4-х курсах.

Трудами Томсона завершилось построение классической магнитостатики как науки.

На этом заканчивается ода магнетизму и начинается проза, периодами высокая. Время жизнь классиков науки, таких как Лаплас, Гаусс, Ампер, Пуассон, Фарадей, Максвелл, Томсон, Лоренц, пришлось на максимум магнитного поля Земли, поэтому они и сумели завершить построение законченной теории, называемой классической. Началось медленное уменьшение магнитного поля Земли - с времён Гаусса по настоящее время дипольный момент магнитного поля Земли уменьшился на 9%. Это малое уменьшение не помешало развитию новой и новейшей физики, появлению выдающихся учёных и бурному процессу развития техники. Однако в последнее время уже заметно торможение развития, что сказывается в появлении почти бредовых теорий, неудачам и замедлению в космических исследованиях, трудностям в термоядерных разработках, возврату к мистике, религии, астрологии, насилию.

Но вернёмся снова к теории магнетизма.

Следующий этап в истории магнетизма связан с попытками объяснить физику ферромагнетизма с использованием сил взаимодействия между атомами и квантовой теорией. Одним из первых это сделал Юинг в работе "Магнитная индукция в железе и других металлах", 1900 г. Но ещё в 1893 году в работе "Магнитные свойства железа" он описал очень интересную модель из 130 магнитных стрелок, с помощью которой представлял кривые намагничивания, петли гистерезиса, демонстрировал гистерезис во

вращающихся полях, влияние механических напряжений и вибраций, упругий гистерезис намагниченности, а также существование магнитного последствия (вязкости) и аккомодации при циклическом изменении поля.

П. Вейс, развивая гипотезу Б. Л. Розинга, подробно обосновал идею, что ферромагнитное тело состоит из множества областей, каждая из которых намагничена в некотором направлении до насыщения. Его работа "Гипотеза молекулярного поля и ферромагнитные свойства", 1907г. является основой доменной теории магнетизма.

Идеи Юинга и Вейса развивали: Аркадьев В. К. ("Теория электромагнитного поля в электромагнитных металлах" и др. работы), Акулов Н. С. ("Ферромагнетизм", 1938г.), Кондорский Е. И. ("Теория магнитных свойств поликристаллических ферромагнетиков в слабых и средних магнитных полях", 1946 г.), Ф. Прейзах ("О магнитной вязкости", 1955г.), Р. Беккер, Доринг, Л. Неель ("Теория закона Рэлея", 1942г.), Р. Бозорт ("Ферромагнетизм", 1956 г.), Либутин ("Некоторые законы магнитной вязкости", "Влияние растяжений на магнитные явления в слабых магнитных полях", "Обнаружение магнитной вязкости с помощью удара", 1950г.), Вонсовский С. В., Шур Я. С. ("Ферромагнетизм", 1948 г.). Теоретическим обоснованием этой гипотезы занимались также Френкель Я. И., Дорфман Я. Г., Ф. Блох, Ландау Л. Д. и Лифшиц Е. М. Методом порошковых фигур наглядно доказывали эту гипотезу Акулов Н. С., М. В. Дяхтер, Ф. Биттер.



Л. Д. Ландау

Познания же автора в этой области магнетизма ограничены книгой В. Г. Барьяхтара, Б. А. Иванова "Магнетизм - что это?", работами В. Т. Гузеева, Е. И. Якушенко и поверхностным знакомством с книгами и статьями Вонсовского, Ландау, Бозорта, Кондорского, Акулова, Я. С. Шура, В. И. Дрожжиной и некоторыми другими.



Пьер и Мария Кюри

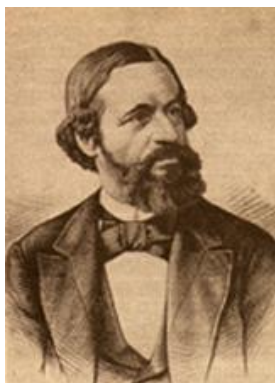
Здесь следует также отметить работы Пьера и Марии Кюри. Хотя влияние нагревания на магниты отмечал ещё Джамбаттиста делла Порта, но только Пьер Кюри детально исследовал это явление и установил для каждого ферромагнитного материала критическую температуру, при которой исчезают его магнитные свойства. В его честь эта критическая температура названа "точкой Кюри". Мария Кюри разработала технологию изготовления стабильных постоянных магнитов,

которая не устарела и сегодня и используется при изготовлении и хранении штурманских магнитов.

В конце прошлого века Джоном Гопкинсоном открыт эффект резкого возрастания намагниченности ферромагнетиков вблизи точки Кюри. Об этом эффекте редко вспоминают. Упоминание о нём встречается в книгах А. П. Латышева ("Основы ферромагнетизма, магнитостатики и магнитодинамики"), Бозорта (без упоминания имени Гопкинсона), В. И. Почтарёва и Б. З. Михлина ("Тайна намагниченной земли"). Однако, как представляется, этот эффект может объяснить многие вопросы земного магнетизма и геофизики.

Теория потенциала, теория электромагнитного поля, магнитостатика Томпсона позволили успешно развивать методы расчёта магнитного поля, используемые для нужд мореплавания, судостроения, энергетики, электротехники, промышленности, научных исследований. В этой области далеко продвинулись:

А. Нейман, решивший задачу о намагничивании сфероида в произвольном магнитном поле;



Густав Кирхгоф

Г. Кирхгоф, который решил задачу о намагничивании цилиндра бесконечной длины в произвольном поле;

К. Нейман, рассмотревший намагничивание цилиндра конечной длины;

Булгаков Н.А., решивший задачи о намагничивании тора, двух сплошных и полых шаров, эллипсоидного слоя, причём последняя задача представляет собой первую математическую модель магнитного поля судна;

Бидлингмайер, проводивший расчёты возможного вектора девиации для экспедиционных судов "Гаусс", "Челенджер", "Газелла";

Н. Вюршмит, численно решивший задачу о намагничивании цилиндра конечной длины путём представления намагничивания в виде отрезка ряда;

Случановский А.С., рассмотревший задачу о намагничивании полубесконечного цилиндра.



Арнольд Зоммерфельд

Труды А. Зоммерфельда, Гринберга Г.А., Капицы П.Л. (кстати, единственного русского, получившего медаль Максвелла), В. Смайта, Дж. Стреттона, К. Шимони, Миткевича В.И., Круга К.А., Поливанова К.М., Ландау Л.Д., Калантарова П.Л., Неймана Л.Р., Тозони О.В. и многих других учёных помогли поставить множество задач и решить их для нужд науки и техники, поэтому дальше перечислять авторов лавины книг и статей практически невозможно. Всё это уже дело

библиографии и современных баз данных.

Однако следует отметить, что большой толчок в развитии магнетизма был вызван потребностью защиты кораблей от минного оружия, реагирующего на магнитное поле. Первые постановки магнитных мин были сделаны англичанами в 1918 г. на реке Северная Двина. Разоружением этих мин руководил В. Я. Павлинов, создавший первый электромагнитный трал. Павлиновым, кроме того, был усовершенствован компас, он совместно с Балдриным И. М. и Вейнбергом Б. И. написал первый учебник по магниторазведке, принимал участие в измерении Курской магнитной аномалии (по методике А. Н. Крылова).

В это же время первые работы по поиску путей уменьшения магнитного поля корабля начала группа В. С. Кулебякина. Эта группа проводила опыты на образцах с использованием соленоидов, питаемых постоянным током. Простейшее размагничивающее



Миткевич В.И.



В. С. Кулебякин

устройство было смонтировано на корабле "Мороз". Однако эти работы было прекращены в 1929 году.



А. П. Александров

Широкое использование магнитных мин готовила Германия, поэтому магнитной защитой кораблей перед второй мировой войной стала заниматься группа учёных Ленинградского ФТИ под руководством Александрова А.П., которой в кратчайшие сроки удалось доказать необходимость обмоточного размагничивания кораблей. Учёными ФТИ была решена задача существенного снижения магнитного поля корабля и предложено эффективное средство защиты от мин - размагничивающее устройство. Это система кабельных обмоток, подключённых к регулируемым источникам питания, возродила идею Гопкинса, которую он высказал ещё в 1866 году.

В годы войны развернулись широким фронтом работы по размагничиванию кораблей, которые подробно описаны в книге Б. А. Ткаченко "История размагничивание кораблей советского военно-морского флота", 1981 г.

К группе Александрова подключилась с началом войны лаборатория И. В. Курчатова. Тамм И. Г. в это же время теоретически обосновывал эффективные способы обмоточного и безобмоточного размагничивания кораблей. Кондорский Е. И. в 1944 году предложил аналитическую модель магнитного поля корабля, магнитная восприимчивость которого определялась экспериментально.

Эти работы привели к тому, что ни один наш размагниченный корабль за время войны не подорвался на магнитной мине.

Измерения магнитных полей кораблей производились сначала самодельными приборами, затем английскими магнитометрами "Пистоль" и магнитометрами Калашникова А. Г. (институт Физики Земли).

Отточив ум в магнетизме, Александрову, Курчатову, Тамму и другим учёным удалось достичь больших успехов и в других областях науки, а первому даже стать во главе Академии наук СССР.



И. В. Курчатов



А. Р. Регель, Ю. С. Лазуркин, И. В. Курчатов

И. Н. Терехов в своей книге “Дегауссинг и девиация компасов”, 1945 г. познакомил нас с английскими размагничивающими устройствами, после чего в обиход вошли такие красивые слова, как “дегауссинг-койлинг”, “флиндерсбар”, “вайпинг”, “деперминг”, а сам автор книги 10 лет отсидел в тюрьме за разглашение “английских тайн”.



А. П. Латышев Развитие атомного подводного флота дало новый толчок магнетизму, точнее вопросам магнитной защиты кораблей. Преемником работ Академии наук в области размагничивания стал институт ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова - Krylov Shipbuilding Research Institute, занимающийся совместно с проектными организациями и ВМФ не только совершенствованием расчётных методов на основе использования тел и оболочек простой геометрической формы, экспериментальными исследованиями

магнитных полей моделей кораблей, расчётами на ЭВМ таких сложных геометрических тел, как корабль, сдачей головных кораблей, но и методами измерения магнитного поля корабля, созданием магнитометрической аппаратуры и автоматических систем регулирования токов размагничивающих устройств. Автор книги застал этот период развития, поэтому почти все перечисленные ниже учёные являются учителями, друзьями, знакомыми, с которыми приходилось встречаться во время учёбы, работы, в командировках.



Второй слева Л. А. Рудня (офицер ОРК ТО КБФ) Патриархами института в области магнетизма можно считать. Аристова Е. М., Рудню Л. А., Энговатова Г. В., Лапицкого Е. П., Самойлова С. И., Троянского И. С., Скулябина В. А.



Лапицкий Е.П.



Скулябин В.А.



Энговатов Г.В.

Вопросами совершенствования методов расчёта тел и оболочек простой формы и их компенсации занимались такие учёные, как Цейтлин Л. А., Рамлау Э. П., Гузеев С. Т., Царёв И. С., Жуков С. В., Найдёнов А. В., Иванов В. В., Максимов А. В., Шлёнов А. Г., Глазунов В. В., Сезонов Е. А., Быстров В. В., Приемский М. М., Румянцев В. М., Добряков В. Н. и многие другие.

Под руководством Павловского Р. А. развивались аналоговые и аналого-цифровые методы расчёта магнитного поля корабля и оболочек сложной геометрической формы. Здесь можно отметить работы Вишневого А. М., Лаповка А., Я., Червяковой Г., Касаткина В. И.

Метод интегральных уравнений для расчёта намагничивания тонких оболочек развит Красновым И. П. Среди работ, использующих и развивающих этот метод, можно отметить работы Приемского М. М., Лаповка А. Я., Петрова В. Э., а также специалистов других организаций, сотрудничающих с Красновым: Чудайкина И. И., Себрикова Н. С., Иванова В. В., Розова Ю. М.



Посещение магнитного стенда института президентом АН СССР А.П.Александровым, который после осмотра стенда долго и подробно рассказывал о своей работе по созданию размагничивающих устройств кораблей до и во время мировой войны

(наряду со свитой из разного рода чиновников на фотографии изображены и некоторые учёные отделения, занимавшиеся магнетизмом)

Важной вехой в магнетизме - теперь уже касающейся природы возникновения магнитного поля Земли, планет, да и самого Солнца - явилась разработка магнитной гидродинамической теории. Ещё совсем недавно известный магнитолог Яновский Б. М. писал: "Несмотря на относительно большой объём сведений по распределению элементов земного магнетизма на поверхности Земли и наличие большого числа теоретических исследований, вопрос о происхождении земного магнетизма до сего времени остаётся неразрешённым". В 1974 году в своей книге "Земля - большой магнит" Почтарёв В. И., кстати, один из оппонентов диссертации автора совсем по другому "магнитному" вопросу, придерживался того же мнения, хотя и приводил в ней имена основоположников динамогипотезы - Френкеля Я. И., В. Эльзассера, Е. С. Булларда, Брагинского С. И. (забыв Лармора).

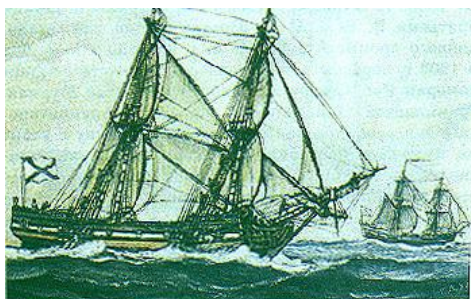
За короткий период времени возникло множество теорий - гипотез гидродинамо и, хотя ни одна из них не может считаться окончательной, всё же учёные пришли к выводу, что другого механизма возникновения токовых вихрей в недрах Земли, планет и Солнца не может быть (исключая автора, который больше верит давно забытому Сванну). В настоящее время гидродинамическая гипотеза является самой модной и разрабатывается множеством учёных. Среди них, кроме перечисленных выше, можно назвать: Гуревича Л. Э., Лебединского А. И., А. Герценберга, Х. Альвена, Т. Каулинга, Д. Лортца, Зельдовича Я. Б., Вайнштейна С. И., Рузмайкина А. А., Л. Бирмана, Е.

Паркера, К. Х. Моффата, М. Штеенбека, Ф. Краузе, К.-Х. Рэдлера, В. Малкуса, М. Проктора, Ф. Буссе, Д. Лопера, Долгинова Ш. Ш., Долгинова А. З. и многих других.

Автор много раз принимался за изучение гидродинамической теории, в основном, по книгам Т. Каулинга "Магнитная гидродинамика", У. Паркинсона "Введение в геомагнетизм", Ф. Краузе, К.-Х. Редлера "Магнитная гидродинамика средних полей и теория динамо" и статьям в журнале «Геомагнетизм и аэрономия», знаком даже со статьёй Г. Глатцмайера и П. Робертса 1995 г., в которой магнитное поле Земли моделируется за 40 тыс. лет, но почти всегда при этом вспоминались слова Гексли: «Математика, подобно жернову, перемалывает то, что под неё засыпают» и после этого изучение тихо заканчивалось.



"Резолюшен"



Шлюпы "Святой Пётр" и
"Святой Павел". 1741 г
Художник Е. В. Войшвилло

Всё это была проза. В заключение этого исторического раздела снова хочется вернуться к поэзии - морским магнитным исследованиям.

С трепетом читаются названия кораблей и имена исследователей прошлых веков:

Христофор Колумб ("Санта Мария", "Пинта", "Нинья"),

Вильям Уэльс - Джеймс Кук ("Резолюшен"),

Эдмонд Галлей ("Парамур") - руководитель трёх экспедиций в Атлантику,

Беринг В. И. - Чириков ("Св. Пётр", "Св. Павел"),

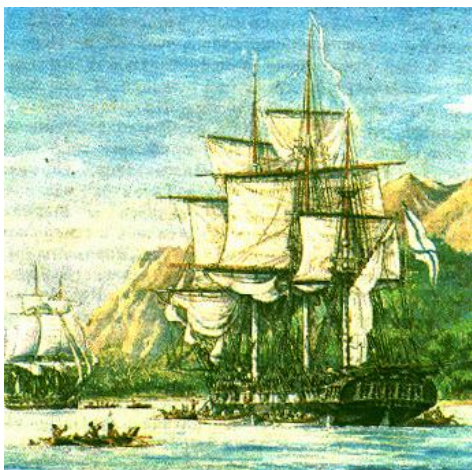
Крузенштерн И. Ф. - Лисянский Ю. Ф. ("Надежда", "Нева"),



Джеймс Кук



В. И. Беринг



"Надежда", "Нева"
Художник Е. В. Войшвилло

Симонов И. М. -
Беллингаузен Ф. Ф.-
Лазарев М. П. (шлюпы
"Восток", "Мирный")

Литке Р. П. (шлюп
"Сенявин"),

Ленц Э. Х. - Коцебу
О. Е. (шлюп
"Предприятие"),

Белавенец И. П.
(шхуна "Восток", фрегат
"Паллада", фрегат "Генерал
- Адмирал", броненосец
"Первенец"),

Макаров С.О. ("Витязь", "Ермак"),



И. Ф. Крузенштерн



Шлюпы "Восток" и "Мирный" у берегов
Антарктиды. Худ. М. М. Семёнов



М. П. Лазарев.
Худ. А. П. Брюлов



Ф. Ф. Белиннгаузен

Джон Росс - У. Парри ("Изабелла", "Александр"),

Джеймс Росс - Крозье
("Эребус", "Террор"),

адмирал Сарычев Г. А.
("Не тронь меня", "Ясашна",
"Слава России", "Чёрный
орёл"),

капитан М. Флиндерс
("Инвестигейтор",
"Камберленд"),

капитан Скорсби
("Резольюшн").



Г. А. Сарычев



Фрегат "Паллада"
Художник Е. В. Войшвилло

Чрезвычайно важными были магнитные исследования океанов, проведённые в XIX веке австрийским кораблём "Навара", английскими "Челленджер" и "Дискавери", немецкими "Газелла" и "Гаусс". Особо необходимо отметить трёх с половиной летнее кругосветное плавание корвета "Челленджера", положившего начало современной океанографии. Руководил экспедицией профессор физики из Эдинбурга Ч. У. Томсон, капитаном был

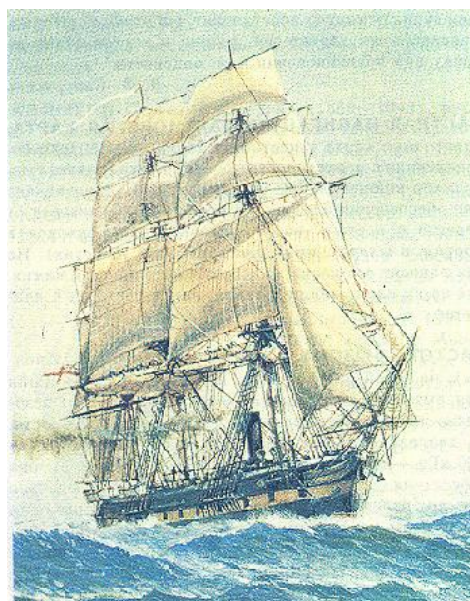
Д. С. Найрс. Обработкой громадного объёма материала, собранного за время путешествия и впоследствии составившие отчёт из пятидесяти томов, занимались не только участники экспедиции, но и ведущие учёные того времени - Т. Г. Гексли, А. Агассис, Г. Н. Мозли, Э. Геккель. Магнитными исследованиями занималась группа учёных, собравшая неоценимый объём данных о магнитном поле в океанах Земли и придумавшая метод "подвешивания компаса" для получения точных отсчётов азимута.

Наибольший вклад в исследования на просторах океанов в начале 20-го века внесён Отделением земного магнетизма Института Карнеги - 4 года бороздила океан бригантина "Галилей" и в течение 20 лет немагнитная шхуна "Карнеги". В плавании на "Карнеги" принимали участие магнитологи Бауэр, Флеминг и др.

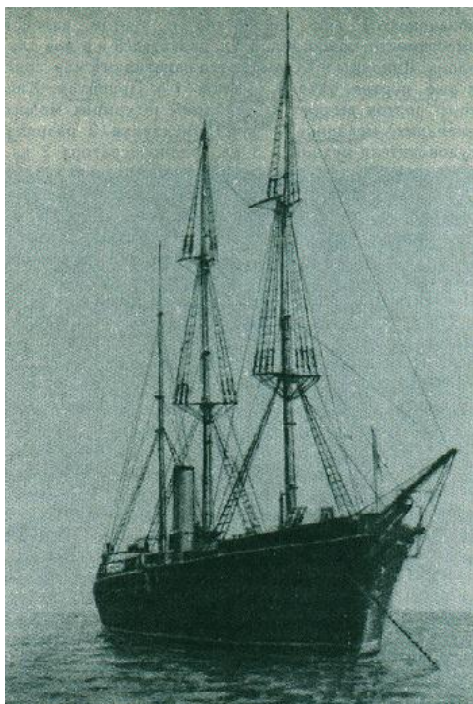
Морскую съёмку Балтийского моря осуществляли шведские суда - яхта "Цицилия" и моторная лодка "Компас".



Шлюп "Предприятие"
в Новоархангельске.
Худ. Е. В. Войшвилло



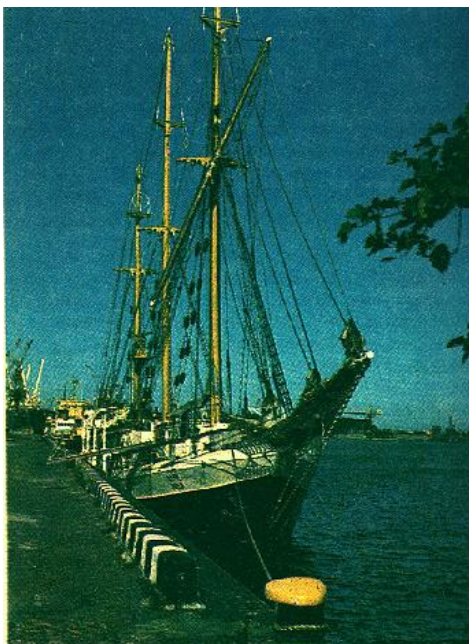
"Челленджер". Худ. Е. В. Войшвилло



Научно-исследовательское судно
"Дискавери".

В Северном Ледовитом океане магнитное поле Земли измерял Амундсен, изучали папанинцы на дрейфующей льдине (Фёдоров Е. К.), а также другие сотрудники дрейфующих станций, учёные во время дрейфа "Седова".

В 1953 году ИЗМИРАНом по инициативе его директора Пушкина Н. В. построена легендарная немагнитная шхуна "Заря", которая приняла



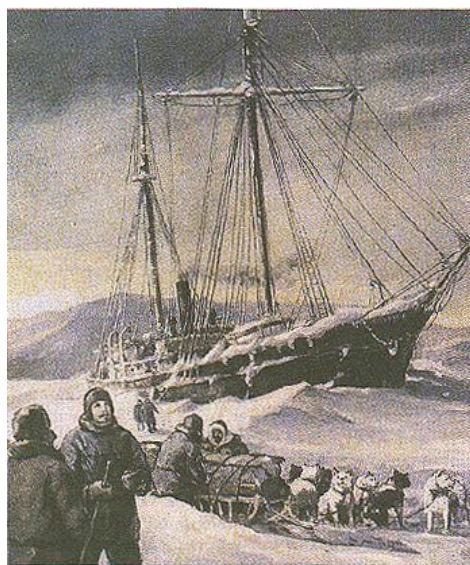
Немагнитная шхуна "Заря".



СП-1. Вид лагеря в первые дни прибытия
экспедиции на Северный полюс.



Е. К. Фёдоров



Зимовка экспедиции Г. Я. Седова во
льдах. Худ. Е. В. Войшвилло

эстафету в исследовании океанов у "Карнеги" (Иванов М. М., Цуцкарёв Б. М., Касьяненко Л. Г., Бологов Б. А. и др.). "Заря" только в последнее время стала у причала и ждёт, чтобы её кто-то

купил, вместо того, чтобы стать национальной реликвией, судном - музеем.

В разработке феррозондового магнитометра для "Зари" принимал участие и наш институт. Автор неоднократно бывал на "Заре" и даже совместно с Цуцкарёвым Б. М., Красновым И. П. и Приемским М. М. написал статью о вихревых токах в латунной противочервячной обшивке днища шхуны при её качке на морском волнении ("Некоторые оценки влияния судового магнетизма НИС "Заря" на точность измерения магнитного поля Земли", 1976).

Немалый вклад в 1960-70-х годах в очередную революцию науки о Земле - новую концепцию литосферных плит, возродившую на новых основах гипотезу Вегенера, внесли магнитологи, исследовавшие магнитное поле океанов Земли. Особенно впечатляющими были морские исследования по программе FAMOUS - франко - американские подводные исследования срединно-океанических областей. В них принимали участие надводные суда "Шарко", "Атлантик II", "Марсель-де-Блан", "Ле Норуа", "Лулу", "Гломар Челленджер", подводные погружаемые аппараты "Циана", "Архимед", "Олвин", проводилась и аэромагнитная съёмка.

Магнитологи проводили исследования на дне океана и в самых глубоких впадинах. Глубоководными магнитными исследованиями на батискафе "Архимед", на котором были установлены датчик магнитометра и электроды, занимались учёные Парижского института физики Земли - Сельцер, Драш. Сельцер занимался проблемами телурических токов и земного магнетизма. В погружениях и исследованиях принимали участие Лихтман, А. Вайн, Ч. Дрейк, Р. Дилл (США). В 1966 году Флобервиль доставил в морские глубины нашего магнитолога Троицкую В. А., работавшую с Сальцером по эксперименту Архангельск - Кергелен.

Изменениями магнитного поля судна при широтном плавании много занимался младший брат Гузеева С. Т. - Гузеев В. Т. Он плавал на дизель-электроходе "Обь", сухогрузах "Бобруйсклес", "Витимлес", танкерах и других судах. В некоторых экспедициях, организованных нашим институтом, вместе с ним принимали участие друзья автора -



В.Т.Гузеев



НИС "Академик Алексей Крылов"

Брядов Ю. Г., Сапогов Е. А., которые в натуральных условиях испытывали регуляторы размагничивающих устройств и один из первых магнитометров автора.

Теперь поэзия магнитных исследований на судах заменена прозой - появился гирокомпас, спутниковая навигация, стальные суда буксируют протонные и квантовые магнитометры, над океанами летают самолёты и спутники. Но всё же автору удалось испытать удовольствие от морских магнитных исследований. ЦНИИ им. акад. Крылова (совместно с ЦКБ "Изумруд" и заводом "Океан") в 1982 г. было построено научно-исследовательское судно "Академик Алексей Крылов" для магнитных, акустических, гидродинамических, химических, тепловых и других исследований океана и физических полей кораблей. Автор разрабатывал магнитометрический комплекс для судна и принимал участие в большинстве рейсов, пока судно не перешло в собственность "заграничной" Украины и не стало транспортом "Киев" для перевозки туристов, бизнесменов и челночников.

Этот исторический очерк написан по результатам чтения некоторых трудов упоминавшихся ранее учёных, научно-популярных книг, справочников, своих старых записей и, особенно, тетрадей С. Т. Гузеева.

От автора

Предлагаемый очерк является частью введения книги «Мультипольные магнитные моменты».

Для того чтобы заинтересовать возможных читателей книги с таким заумным, хотя и с оттенком музыкальности, названием (сравните - "Музыкальный момент" Шумана и "Музыкальные моменты" Чайковского) и объяснить неискушённому в математике человеку, зачем нужны скучные и громоздкие 1 - 5, 7 главы книги, введение хотелось начать с оды магнетизму. Этот раздел и представлен в виде очерка.

Содержание глав книги «Мультипольные магнитные моменты» основано на трудах классиков - Лапласа, Пуассона, Грина, Гаусса и Н. Булгакова ("Теория земного магнетизма Гаусса и её современное значение в науке". 1911 г.), Максвелла, У. Томпсона (знакового понаслышке - из современных книг), Умова, Шмидта и современных учёных, которым кажется, что они что-то выдумали новое, чего нет у классиков - таких, как Гузеев С. Т., Краснов И. П., Семёнов В. Г., Шлёнов А. Г., Степановский Ю. П. и др.

Автор при изложении материала старался придерживаться "четырёх правил Декарта:

- ничего не признавать за истинное и не класть в основу суждений, как только то, что ясно признано разумом за таковое, опасаясь всякой торопливости и предвзятости мнений;

- всякий вопрос расчленять на столько частей, чтобы решение тем по возможности облегчалось;

- начинать всегда с простейшего, легко доступного и постепенно восходить к сложнейшему, чтобы даже в тех случаях, где нет естественной последовательности, устанавливать определённый порядок;

- всюду делать настолько полные перечни и общие обзоры, чтобы быть уверенным, что ничего не упущено из виду" (перевод А.Н.Крылова).

Первые четыре главы книги скучны по содержанию. В них излагается теория магнетизма. Эти главы не соответствуют принципу Нильса Бора: "Если человек не понимает проблемы, он пишет много формул, а когда поймёт, в чём дело, их останется в лучшем случае две" и высказываниям русского (теперь почему-то говорят украинского) философа Сковороды: "Всё, что просто - правильно, всё, что сложно - неверно", "Слава создателю, сотворившему всё ненужное трудным, а всё трудное ненужным", однако очень хорошо согласуется с высказыванием И. Канта: "В науке столько истины, сколько в ней математики", поэтому примем компромиссное решение и будем считать, что скучная, громоздкая математика нужна именно для того, чтобы выбрать из нее, в конце концов, две простые формулы и применить их к рассматриваемой проблеме.

В первой главе рассматривается разложение потенциала намагниченного тела в ряд по мультипольным моментам, кратко приводится разложение Гаусса по сферическим функциям, находится связь коэффициентов Гаусса с составляющими мультипольных моментов, рассматривается общий случай источников магнитного поля тела (не только намагниченности), приводятся формулы и их вывод для энергии источников магнитного поля тела, рассматривается возможность замены намагниченного тела эквивалентной токовой плёнкой, приводятся условия компенсации намагниченных тел токовыми плёнками и рассматриваются магнитные силы тела.

Вторая глава посвящена определению магнитного центра (диполя) и магнитного центра 2-го порядка (квадруполя) намагниченного тела. В ней рассматривается сначала возможность возникновения высших мультипольных моментов от смещения относительно начала координат низших магнитных моментов, затем, повторяя выкладки Максвелла и Шмидта, находятся, как кажется автору, более рациональные и логически завершённые формулы для расчёта координат магнитного центра тела, а в конце, следуя чуть дальше Томпсона и Максвелла, хотя этот путь, наверное, им был ясен и тогда, но не было в этом нужды, находятся координаты центра 2-го порядка - центра "чистого" квадруполя (избавленного от составляющих, вызванных смещением относительно начала координат диполя).

В третьей главе рассматривается геометрический образ мультипольных моментов по Максвеллу. В ней даётся краткий обзор работ Максвелла, Умова, Семёнова, Степановского и других, а затем, почти как у Шимони, даётся геометрический образ первых четырёх членов разложения - дипольного, квадрупольного, октупольного и сидисемипольного моментов, а также метод численного решения уравнения Степановского (нахождение корней многочлена высокого порядка с комплексными корнями).

Четвёртая глава посвящена геометрическому представлению мультипольных моментов областями, ограниченными поверхностями второго порядка. Если по Максвеллу мультиполь представляется модулем и направлением его осей, то представление мультиполя областями является более простым и наглядным. В этой главе рассматриваются тоже только первые четыре члена разложения.

В пятой главе вся теория первых четырёх глав применяется к Земле - её магнитному полю. Выбор в качестве примера Земли почти случаен и объясняется двумя причинами. Во-первых, ленью автора, т.к. в этом случае можно воспользоваться готовыми данными и не надо проводить специальные измерения, готовить аппаратуру, подготавливать оборудование, обрабатывать данные и т.п. Во-вторых, со времён Гаусса все данные о поле Земли накапливались и обрабатывались. Этим занимается более 150 обсерваторий и других научных организаций. "Интернет" позволил получить данные о

поле Земли за последние 100 лет, которые, наряду с данными учёных XIX века, и использовались в этой главе. Кроме того этот пример оказался так интересен, что автор на долгое время забыл о всех своих прежних, тоже интересных, занятиях и жалеет, что всю жизнь не занимался только магнитным полем Земли. Возможно, это рассмотрение довольно дилетантское, т. к. автор мало знаком с современными научными разработками, но в то же время это даёт некоторое преимущество - автор свободен от давления авторитетов геомагнетизма, геофизики и может позволить себе свободу в рассмотрении интересующих его вопросов.

По данным за 172 года рассчитана траектория движения магнитного центра и приведены графики множества характеристик, связанных с изменением дипольного магнитного момента. Автор не удержался от соблазна и попытался дать прогноз траектории магнитного центра и изменения характеристик дипольного магнитного момента Земли. После рассмотрения траектории движения магнитного центра по эллипсу, была всё же выбрана траектория, в основе которой лежит удлинённая гипоциклоида. Данные за 172 года удовлетворительно ложатся на предлагаемую траекторию. Расчёт показал, что траектория имеет тройную периодичность. Основным периодом $T_0 \approx 5400(?)$ лет, а другие - $T_1 \approx 1270$ лет и $T_2 \approx 2400(?)$ лет. Приведены графики параметров траекторий за 5500 лет (от начала новой эры), а также дан прогноз изменения модуля дипольного момента.

Далее рассмотрена траектория магнитного центра 2-го порядка и характеристики “чистого” квадруполь за 172 года и очень нахально дан прогноз изменения этих характеристик за те же 5500 лет. Центр 2-го порядка очень близко подходит к земной коре. Сейчас он находится примерно в 3000 км от поверхности Земли под Бермудскими островами. По прогнозу центр 2-го порядка подойдёт в Карибском море около Кубы на расстояние ~ 1000 км к поверхности. Вот почему выше шла речь о Бермудском треугольнике, Гиперборе и Атлантиде, которые, возможно, погибли тогда, когда квадруполь тоже близко подходил к поверхности Земли (для Атлантиды в Атлантике - примерно 12 000 лет назад по Платону, а, вероятнее всего, 6000 лет назад).

Совместное рассмотрение траекторий магнитного центра и центра 2-го порядка позволило окончательно дать прогноз изменения коэффициентов Гаусса g_1^1 и h_1^1 , т.к. по гипотезе автора именно “чистый” квадруполь ответственен за отклонение вектора дипольного момента от оси вращения Земли. Расчёты также показали, что центр 2-го порядка очень медленно движется вблизи центра Земли, что позволило предположить два варианта устройства ядра Земли - или оно непроводящее (силикатное, как предполагают некоторые учёные, или же лишено свободных электронов), или почти сверхпроводящее. Автор больше склоняется к тому, что центр ядра непроводящий, а радиус его непроводящей части порядка 200 км.

При этом автор после того, что уже написано и будет ещё написано, вполне согласен со словами Пуанкаре, что число возможных научных объяснений любого физического явления безгранично и высказыванием лорда Рейли: "Я не думаю, что учёный имел больше прав считать себя пророком, чем другие образованные люди. В глубине души он знает, что под построенными им теориями лежат противоречия, которые он не в силах разрешить. Высшие загадки бытия, если они вообще постижимы для человеческого ума, требуют иного вооружения, чем только расчёты и эксперимент".

В следующих разделах главы рассмотрены: геометрическое представление мультипольных магнитных моментов Земли (по Максвеллу и при представлении моментов областями, ограниченными поверхностями второго порядка), изменение энергии магнитного поля Земли, магнитные силы, действующие в земной коре.

Шестая глава написана под влиянием давних увлечений автором гипотезой Вегенера дрейфа материков и новой тектоникой литосферных плит. Это «магнитная» гипотеза формирования лика Земли. Здесь проявилась вся старческая шизофрения автора, весь долго сдерживаемый экстремизм и буйная фантазия.

Седьмая глава уже серьезная. Она посвящена помехозащищённым магнитометрическим методам определения составляющих мультипольных магнитных моментов компактных тел (например, Земли, судового электрооборудования, механизмов и т. п.).

В восьмой главе рассказывается об аппаратуре для измерения составляющих мультипольных магнитных моментов, разработанных под руководством автора.

На этом заканчивается первая часть книги. Следующая часть будет посвящена, если будет написана, мультипольным магнитным моментам тел вытянутой формы, таких как корабль, подводная лодка, и их определению при движении этих тел относительно измерительных датчиков.

Третья часть будет посвящена динамическим явлениям, проявляющимся при качке и рыскании корабля на морском волнении и результатам натурных исследований магнитных полей, полученных в экспедициях на НИС «Академик Алексей Крылов».