

Пондеромоторные силы в поле излучающего источника

Н.П. Мышкин

(Сообщение второе)¹

I. По поводу возражений П.Н. ЛЕБЕДЕВА НА ПЕРВОЕ СООБЩЕНИЕ

Описанными в моем первом сообщении [1] опытами я считаю вполне строго доказанным, что в изучаемой мною серии радиометрических вращений температурные неравенства внутри прибора с подвижным механизмом ни в каком случае не могут быть рассматриваемы, как первопричины явления. Я уверен в том, что такое же убеждение получит всякое лицо, которое внимательно проследит постановку моих опытов и вдумчиво отнесется к результатам, полученным из них. Не так однако смотрит на дело проф. П.Н. Лебедев. По поводу моего сообщения он напечатал в 13 выпуске Ж. Р. Ф. О. за 1909 г. [2] коротенькую заметку, цель которой заключалась в том, чтобы обесценить научное значение сделанных мною опытов и наблюдений. При этом он применил к делу такой прием научной критики, своеобразность которого заслуживает того, чтобы быть здесь отмеченной: вместо того, чтобы повторить хотя часть моих опытов и тем устранить встретившееся у него сомнение, он предпочел ограничиться одним "категорическим утверждением", будто все мои выводы ошибочны и опыты не представляют интереса, так как все описанное мною будто бы известно со времен Крукса.

Я не думаю, чтобы в сложных вопросах науки таким путем истина могла быть бесспорно устанавливаема. Поэтому когда такой же прием критики П.Н. Лебедев применил к одному из более ранних моих сообщений о пондеромоторных силах светового поля, то я не считал полезным для дела вступать с ним в полемику. Но так как в настоящем случае для доказательства правильности своей точки зрения он указывает между прочим на некоторые наблюдения частью свои, частью других ученых, то я считаю необходимым немного остановиться на них для того, чтобы читателю сделалось ясно, имеют ли, во-первых, эти наблюдения такое решающее значение, какое им придает П.Н. Лебедев, и, во-вторых, служат ли они на самом деле доказательством верности его идей.

П.Н. Лебедев уверяет, будто цинковым экраном удастся достигнуть столь полного успокоения подвешенного тела, что оно перестает реагировать на присутствие

вблизи его даже 40-амперной лампы. Ничего подобного мне никогда не приходилось наблюдать. Даже в тех опытах, которые я производил с фосфоресцирующим телом, мне никогда не удавалось достигать этого совокупностью довольно толстых деревянных (толще 10 мм) и металлических экранов, а не только одним цинковым или латунным экраном. В одной серии опытов я пользовался латунным экраном толщиной в 6-7 мм и однако действие 10-амперной лампы наблюдал вполне отчетливо. Наконец, в самое последнее время я вновь повторил опыты с экранами и небольшой бунзеновской горелкой и нашел, что в приборе с совершенно глухими деревянными стенками посредством трех деревянных экранов каждый толщиной в 12 мм и двух латунных экранов толщиной в миллиметр каждый, вставленных в промежутках между первыми, удается получить лишь некоторое уменьшение величины отклонений, но полного успокоения никогда не получается. Как согласить это с наблюдениями проф. Лебедева? Я сомневаюсь, чтобы его приборы, снабженные к тому же чрезвычайно чувствительными подвесами, совсем не реагировали на присутствие вблизи их 40-амперной лампы и чтобы дело происходило так, как он утверждает. На основании своих многочисленных опытов я считаю это невероятным и наблюдения проф. Лебедева объясняю тем, что он слишком полагался на кажущееся отсутствие действия, которое можно в самом деле наблюдать в продолжение небольшого числа секунд, непосредственно следующих за затемнением, и не доводил своих наблюдений до конца. Но если бы он терпеливо выжидал течения опыта, то вне всякого сомнения он убедился бы в том, что при помощи цинковых экранов, если только не выполнить требования относительно особых условий расположения излучающего источника по отношению к подвешенной системе, совсем нельзя добиться того, чтобы на последней в том или ином виде не обнаружилось влияние находящегося в соседстве с ней источника излучений. Если же эти требования выполнены, то успокоения системы можно добиться тонким листочком обыкновенной писчей бумаги, а не только цинковым листом. По-видимому, в опытах П.Н. Лебедева так именно дело и происходило, потому что в противном случае была бы совершенно излишней оговорка, которою он сопровождает свои слова относительно действия металлических экранов.

Правильность такой догадки находит подтверждение

¹ Опубликовано в Журнале Русского Физико-Химического общества, 1913, т. 45 вып. 7А с. 371-405.

в следующих словах П.Н. Лебедева. По его словам, “неспокойствие подвешенного тела в присутствии излучающих источников может быть обусловлено бесконечно разнообразными особенностями их форм и расположения, и оно может принимать самое неожиданное и сложное течение”. Надо полагать, что когда употребляются подвесы с чувствительностью до 10^{-6} дина и пользуются сильными многоамперными лампами, то это так и бывает. Но если брать подвесы со сравнительно небольшой направляющей силой, напр. порядка $10^{-1} - 10^{-2}$ абсолютных единиц, и очень слабые источники излучений, как-то: небольшие газовые рожки, стеариновые свечи, пробирки с кипящей жидкостью и т.п., то явление протекает настолько просто, что ни о каких неожиданностях или сложном течении говорить совершенно не приходится. Мне также ни одного раза не приходилось наблюдать, чтобы беспокойствие подвешенного тела в указываемых здесь условиях опыта оказывалось зависящим от особенностей формы излучающих источников. Что же касается особенностей расположения их по отношению к подвешенному телу, то это действительно наблюдается и этому предмету отводится мною несколько страниц в настоящем сообщении. В этом отношении является, например, в высшей степени замечательным тот факт, что в поле всегда можно найти по меньшей мере два таких направления, по которым освещение подвешенного тела не производит ни малейших движений последнего. Какие это направления и какие изменения в пространстве и во времени претерпевают они, - подробности, касающиеся этого предмета, помещены ниже. Здесь-то и заключаются доказательства того моего положения, высказанного выше, что всегда можно так расположить излучающий источник и подвешенное тело, что для спокойствия его совсем не потребуется употребления каких бы то ни было экранов, а не только цинковых, как это утверждает проф. Лебедев.

В виду сказанного у меня возникает подозрение, приходилось ли П.Н. Лебедеву наблюдать в чистом виде явление, изучением которого я занимаюсь, и не имеет ли он в виду чего-либо другого, когда говорит, будто “физики давно знакомы с такими явлениями, знают их причины и умеют бороться с ними”. Изучение работ по радиометрии может всякого убедить, что вопрос о причине радиометрических явлений на самом деле до того запутан и неясен, что иногда трудно бывает подыскать объяснение в простейших случаях, не говоря уже о более сложных. И причина этого кроется как раз именно в том, что физики далеко не знакомы с такими явлениями, не знают их истинных причин и знают много фактов, которые предостерегают их от увлечения сводить объяснение этих явлений только к температурным неравенствам. Например, в опытах Цельнера [3] лепесток радиометра в форме полушария или полуцилиндра испытывал под влиянием освещения большее давление на выпуклой своей стороне, чем на вогнутой, в отношении почти 50:6. Как можно просто объяснить подобное влияние формы с точки

зрения температурных неравенств? Не рискуя впасть в большую искусственность объяснения, сделать это, по моему мнению, очень трудно.

Поэтому не может не обращать на себя внимания смелость, с которой проф. Лебедев утверждает, будто еще со времен Крукса в науке неизбежно установлено, что радиометрическое крыло приходит в движение только вследствие образования внутри прибора температурных неравенств. Очень много фактов, сделавшихся достоянием науки, говорят против справедливости такого утверждения! В состав их входят мои наблюдения. Отрицать то, что эти новые факты являются выразителями действительного, а не гипотетического, как старается в этом уверить П.Н. Лебедев, существования особого рода пондеромоторных сил, возникающих в поле излучающего источника - это значить спорить против очевидности, не желать вникнуть и объективно отнестись к идеям, развиваемым другими исследователями. Вот почему из всех возражений и замечаний проф. Лебедева, которыми он удостоил мои сообщения об особом роде пондеромоторных сил в поле излучающего источника, мне не удалось извлечь никакой пользы, тем более что они являются весьма мало обоснованными с фактической стороны и находятся в противоречии с действительным состоянием этой области научного знания. Идя же по намеченному мною самим пути, мне удастся раскрывать все более и более удивительные стороны явления и останавливаться перед такими вопросами, которых до сих пор еще никто не возбуждал. Во всяком случае ошибочность позиции, занятой П.Н. Лебедевым по отношению к моим исследованиям, мне настолько очевидна, что я считаю совершенно лишним входить в разбор других его категорических утверждений. Позволяю себе выразить твердую уверенность в том, что всякое лицо, внимательно изучившее мои сообщения, уже опубликованные, и которое возьмет труд во всех подробностях ознакомиться с тем, что излагается в настоящем сообщении, убедится, что истина находится не на стороне П.Н. Лебедева, и что те факты, которые описываются ниже, иначе не могут быть и рассматриваемы, так только с той точки зрения, которая высказана мной и которая служит мне путеводной нитью в моих как уже сделанных, так и намеченных изысканиях. К описанию этих новых моих опытов и наблюдений я теперь и перехожу.

II. ПРИБОРЫ И УСТАНОВКА ИХ

Описывая в первом сообщении опыты с немагнитным телом, помещенным между полюсами сильного электромагнита, я отметил между прочим и тот ряд противоречий, с которыми пришлось встретиться во время наблюдений над действием излучающего источника на такое тело. Стараясь выяснять причину этих противоречий и принимая во внимание другие, еще ранее замеченные особенности явления, я убедился, что противоречия эти возникали исключительно благодаря особому роду относительного расположения источника

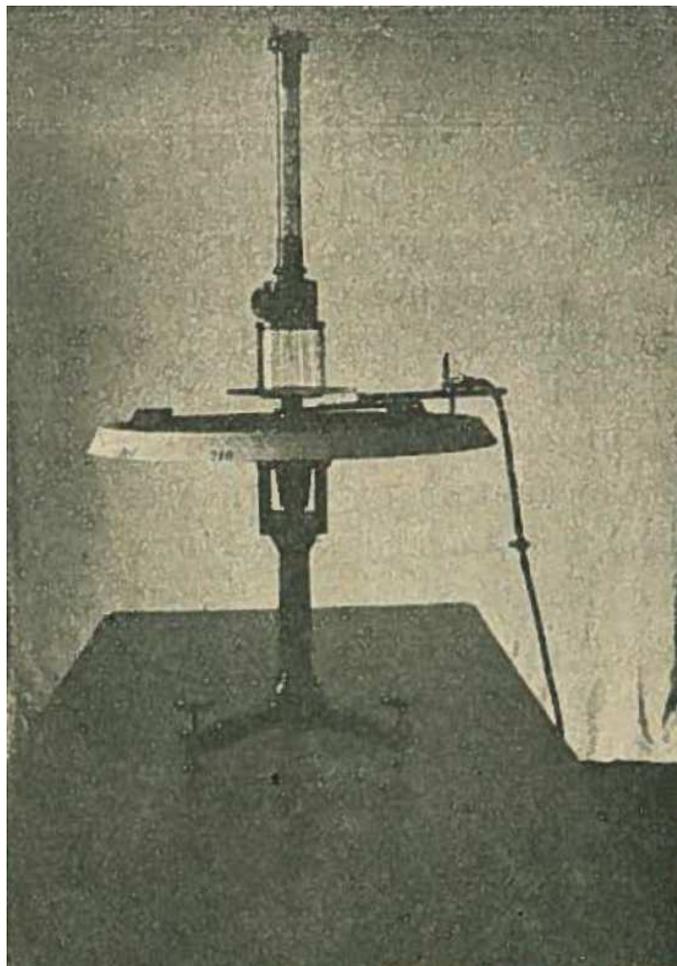
излучений и подвешенной системы. Это обстоятельство и побудило меня заняться подробным изучением следующих вопросов: а) как может изменяться пондеромоторное действие излучающего источника на подвешенное тело в зависимости от их относительного расположения; б) остается ли это действие неизменным, когда подвешенное тело и излучающий источник оставляют в каком-либо определенном относительном расположении, и с) если оно меняется со временем, то каким именно образом.

Для решения этих вопросов я построил новый прибор. Прибор этот изображен на прилагаемом здесь рисунке. Как видно, прибор есть в сущности большой гониометр, на столике которого установлен в требуемом положении охранный цилиндр для слюдяного кружка с приспособлением для его подвешивания. Этот цилиндр стеклянный и имеет высоту, равную 9,2 см., а внутренний диаметр его равен 9,4 см и толщина стенки 2,5 мм. Слюдяной кружок 5 см. в диаметре был подвешен в горизонтальном положении ровно на половине высоты этого цилиндра. Верхнее и нижнее основания последнего закрыты стеклянными пластинками. В центре верхней пластинки находится небольшое круглое отверстие, через которое проходит тонкая проволока, поддерживающая слюдяной кружок. Небольшое зеркальце, прикрепленное к этой проволочке, помещается в металлической толстостенной муфте, укрепленной на верхней крышке охранный цилиндра. Подвес употреблен бифилярный и для него взята нить, состоящая только из одной паутинки, снятой с кокона шелкового червя.

При установке аппарата было обращено особенное внимание на то, чтобы ось вращения столика и ось вращения кружка совпадали, и чтобы края последнего повсюду находились на совершенно одинаковом расстоянии от стенок цилиндра.

К одной из подвижных алидад гониометра прикреплен в горизонтальном положении небольшой латунный стержень, снабженный сантиметровыми делениями. На этом стержне укреплялся небольшой газовый рожок на таких расстояниях, которые смотря по роду опыта оказывались наиболее желательными. Чтобы можно было легко следить за постоянством давления в газовой сети, был вставлен в ответвление трубки, по которой подавался газ к рожку, керосиновый манометр. Регулирование тока газа производилось краном при рожке. За норму была принята такая скорость истечения, чтобы в самой широкой своей части пламя не было шире четырех сантиметров.

С описанным прибором были произведены измерения в нескольких помещениях. Прибор всегда устанавливался в центре избранного для опыта помещения и из соседства с ним удалялись всякие посторонние предметы. При этом горизонтальный диаметр лимба, отмеченный на концах своих цифрами 0° и 180° , совмещали с плоскостью астрономического меридиана и конец его, отмеченный цифрой 0° , обращали на север. При этой установке ошибка не превышала $10'$.



Отсчетная труба всегда устанавливалась на таком расстоянии, чтобы одному миллиметру шкалы отвечал угол в $45'$, т.е. на расстоянии 229 см. Но на глаз можно было безошибочно определить еще пятые доли деления, так что ошибка при делении углов отклонения слюдяного кружка не могла превышать $9''-10''$. Хотя трудно предполагать, чтобы отсчетная труба на указанном расстоянии могла оказать на кружок какое-нибудь заметное действие, однако во избежание каких бы то ни было подозрений на этот счет, я всегда располагал трубу к югу от прибора и ось ее почти совмещал с направлением магнитного меридиана.

III. ПРОИЗВОДСТВО ИЗМЕРЕНИЙ

Прежде чем было приступлено к производству систематических наблюдений при помощи описанного аппарата, был сделан ряд опытов с целью выяснить, каким образом следовало вести измерения, чтобы можно было считать обеспеченной сравнимость их. Таким путем было найдено, что с момента начала освещения новое положение равновесия кружка устанавливалось приблизительно через 23–25 минут. Когда же это было достигнуто, то поворот алидады с пламенем на угол $15^\circ-20^\circ$ требовал всякий раз для установки равновесия только 6–8 минут. Вследствие таких указаний я принял за правило следующий порядок измерений.

За полчаса до того момента, с которого намечалось производство измерений, делался отсчет, алидада с газовым рожком устанавливалась на 0° лимба и зажигался газ. Через полчаса делался второй отсчет и вслед за этим алидада тотчас же перемещалась на 20° в сторону видимого движения солнца. Спустя 10 минут делался третий отсчет и вслед за ним алидада перемещалась на новые 20° . Через следующие 10 минут производился снова отсчет и поворот алидады на 20° . И в таком порядке измерение велось до тех пор, пока пламя не обошло всех азимутов горизонта. На это требовалось времени 3 часа. Так как кроме отклонений под действием пламени кружок подвержен девиации с суточным периодом, то после возвращения пламени в начальное положение, т.е. когда алидада вновь попадала на нулевое деление лимба, отклонение получалось, вообще говоря, несколько иное, чем начальное. Но разница между ними не очень велика. Весьма возможно, что разница эта происходила отчасти и от явления гистерезиса.

Близость пламени к кружку увеличивает его отклонения весьма существенным образом. Однако это увеличение отклонений при уменьшении расстояний происходит далеко не так, как можно было бы предполагать. Поэтому было желательно, чтобы пламя находилось возможно близко от кружка, хотя, конечно, не ближе того предельного расстояния, на котором делалось уже заметным влияние конвекционных токов газа. Из предварительных опытов мною было найдено, что, помещая пламя на расстоянии 30 см от стенки охранного цилиндра, нельзя вызвать конвекции, которая влиянием своим затемняла бы дело. Поэтому почти вся серия опытов, за очень небольшим исключением, была произведена с пламенем, находившимся на этом именно расстоянии от стенки цилиндра.

Необходимо сказать несколько слов еще о времени суток, когда производились мною измерения. Так как слюдяной кружок прибора невозможно было избавить от действия той причины, которая заставляет его совершать правильные колебания в течение суток, и так как ход девиации является особенно интенсивным в дневное время, то для моих измерений оказывались удобными только вечерние или ночные часы. Я производил свои измерения в промежуток времени между 7 ч. 30 мин. и 10 ч. 30 мин. вечера, чтобы иметь в своем распоряжении также результаты третьего срочного метеорологического наблюдения, совпадавшего с серединой моих измерений.

IV. ГЛАВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОБНАРУЖЕННОГО ПО ВЫШЕИЗЛОЖЕННОМУ МЕТОДУ ПОНДЕРОМОТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ ИЗЛУЧАЮЩЕГО ИСТОЧНИКА НА ПОДВЕШЕННОЕ ТЕЛО

Таким образом я получил огромный цифровой материал, который по весьма понятным причинам я не могу опубликовать здесь полностью. Однако наглядность картины, обрисовываемой этими рядами измерений, несколько не страдает от того, если ограничиваться

только средними месячными величинами, вычисленными по ежедневным наблюдениям. В некоторых отношениях наглядность картины от этого даже выигрывает. В нижепомещенной таблице 1-ой и находятся эти средние семь месяцев 1909 года, начиная с июня, и пять начальных месяцев 1910 г. Такая таблица средних обнимает собою, следовательно, наблюдения за целый год. Вращения кружка в сторону видимого движения солнца приняты в таблице положительными, а в противоположную сторону - отрицательными.

Следующие заключения вытекают из рассмотрения приведенной таблицы.

а) Несмотря на все принятые меры к тому, чтобы освещение кружка при всяком положении пламени было совершенно одинаково и чтобы охранный цилиндр благодаря совпадению своей оси с осью вращения кружка также не вносил изменений в характер пондеромоторных действий пламени, это однако ничуть не препятствовало кружку получать в действительности весьма своеобразный ряд отклонений, который ясно показывал, что разные направления в поле продолжают оставаться не равноценными. Из таблицы видно, что, перемещая пламя по разным азимутам горизонта, всегда приходилось проходить в восточной половине поля через два таких направления, по которым пондеромоторного действия пламени совсем не происходило. Эти направления выделяли собою такой участок поля, находясь в котором, пламя производило вращения кружка в противоположную сторону (в сторону движения стрелки часов), чем во всех остальных участках поля. Правда, эти направления не были единственными в течение всего годичного периода наблюдений. В первой половине месяца мая 1910 г., а также в некоторые дни в конце его, совершенно отчетливо выделилось образование и в западной половине поля небольшого участка с таким же характером отклонений, как в восточной половине его, ограниченного двумя направлениями нулевого пондеромоторного действия. Но обычно в этой части поля наблюдались отклонения отрицательные, хотя и составлявшие минимальную величину из всех отклонений, какие приходилось получать в каждом отдельном опыте. Условимся называть такие направления направлениями нулевого действия.

Таким образом, своим движением по всем азимутам горизонта пламя возбуждало в кружке такой род отклонений, что, построив по ним кривую, получаем кривую с двумя минимумами и двумя максимумами¹. Весьма любопытно, что те направления, по которым действие освещения достигало наибольшей величины, хотя и противоположных знаков, образуют друг с другом углы почти ровно в 120° , а направления, в которых лежали западный минимум отклонений и восточный максимум положительных отклонений, почти составляют продолжение один другого.

б) Обращаясь к более подробному рассмотрению таблицы, находим далее, что нельзя отметить ни одной

¹См. кривую I на диаграмме, приложенной в конце статьи.

Таблица I
Прибор установлен в одной из комнат физического кабинета

Месяц (1909 - 1910)	Девияция кружка по наблю- дению в 7 ч вечера	Азимуты восточной половины поля										Азимуты направлений нулевого действия	Угол между этими направ- лениями	Температура наружн. воздуха по набл. в 9 ч вечера	
		0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°				
Июнь	196,1	-7,3	-1,8	5,6	13,5	16,7	14,3	10,1	6,2	-0,4	8,4	24°27'	158°49'	134°22'	15,4 °C
Июль	198,8	-9,8	-2,8	4,6	13,7	18,4	16,6	13,3	9,1	1,3	-6,8	27°55'	163°55'	136°0'	15,7 °C
Август	196,0	-8,4	-1,3	6,8	15,5	20,3	17,8	14,2	10,9	4,2	-3,3	23°48'	172°15'	148°27'	16,7 °C
Сентябрь	192,1	-7,5	0,5	9,5	17,6	22,0	20,6	17,0	13,3	6,8	-0,7	18°38'	178°45'	160°7'	14,2 °C
Октябрь	197,5	-13,7	-4,7	4,9	13,0	17,0	15,9	12,9	7,2	-0,1	-8,4	29°49'	160°50'	131°1'	10,0 °C
Ноябрь	204,1	-14,8	-6,4	1,8	7,5	9,5	7,2	3,0	-3,1	-10,9	-19,0	35°45'	129°50'	94°5'	0,8 °C
Декабрь	201,0	-11,6	-4,0	3,3	7,9	9,1	6,1	1,7	-4,6	11,8	19,0	31°0'	125°16'	94°16'	0,5 °C
Январь	200,1	-11,6	-3,9	3,2	7,8	8,5	5,4	0,7	-5,5	-12,4	-19,5	31°33'	121°45'	90°42'	-0,9 °C
Февраль	200,4	-13,0	-5,7	1,6	6,9	8,3	5,0	0,5	-5,5	-11,7	-18,0	35°37'	121°40'	80°3'	2,0 °C
Март	199,7	-12,1	-5,1	2,0	7,3	8,4	4,9	0,3	-4,9	-10,4	-16,8	34°2'	121°6'	86°45'	2,2 °C
Апрель	191,7	-6,8	-1,3	5,4	12,4	15,0	12,5	8,1	3,3	-2,6	-8,6	23°30'	150°45'	127°15'	8,0 °C
Май	194,0	-8,5	-3,1	4,1	12,3	16,4	13,4	9,1	4,1	-2,3	-9,0	28°37'	152°49'	124°12'	14,1 °C
Год	197,6	-10,5	-3,3	4,4	10,5	14,1	11,6	7,6	2,5	-4,2	-11,5	28°34'	147°28'	118°54'	8,2 °C

Месяц (1909 - 1910)	Девияция кружка по наблю- дению в 7 ч вечера	Азимуты западной половины поля									Азимуты направлений нулевого действия	Угол между этими направ- лениями	Температура наружн. воздуха по набл. в 9 ч вечера	
		200°	220°	240°	260°	280°	300°	320°	340°	360°				
Июнь	196,1	-9,1	-10,5	-7,6	-4,2	-7,9	-14,5	-15,8	-12,6	-9,4	24°27'	158°49'	134°22'	15,4 °C
Июль	198,8	-9,4	-12,2	-9,8	-8,3	-13,6	-19,6	-20,5	-17,8	-12,9	27°55'	163°55'	136°0'	15,7 °C
Август	196,0	-6,8	-9,2	-7,6	-4,5	-9,3	-15,5	-17,3	-14,9	-10,7	23°48'	172°15'	148°27'	16,7 °C
Сентябрь	192,1	-5,2	-9,1	-8,3	-5,9	-10,9	-17,7	-18,7	-14,8	-9,5	18°38'	178°45'	160°7'	14,2 °C
Октябрь	197,5	-12,6	-17,0	-15,6	-13,4	-16,9	-23,6	-25,7	-22,2	-15,8	29°49'	160°50'	131°1'	10,0 °C
Ноябрь	204,1	-21,4	-23,5	-18,3	-13,5	-16,5	-24,6	-28,3	-24,3	-17,0	35°45'	129°50'	94°5'	0,8 °C
Декабрь	201,0	-19,6	-20,4	-14,4	-8,9	-11,9	-19,9	-24,2	-20,7	-13,6	31°0'	125°16'	94°16'	0,5 °C
Январь	200,1	-19,8	-20,3	-13,9	-8,2	-11,3	-19,6	-24,2	-20,6	-13,5	31°33'	121°45'	90°42'	0,9 °C
Февраль	200,4	-38,1	-17,8	-11,7	-7,0	-10,7	-19,3	-24,1	-21,5	-14,5	35°37'	121°40'	86°3'	2,0 °C
Март	199,7	-16,3	-15,4	-9,9	-5,3	-8,3	-16,8	-21,6	-19,3	-12,9	34°2'	121°6'	86°45'	2,2 °C
Апрель	191,7	-9,2	-9,6	-5,7	-1,8	-5,0	-11,8	-13,8	-11,2	-9,0	23°30'	152°45'	127°15'	8,0 °C
Май	194,0	-11,0	-11,3	-7,8	-4,4	-7,1	-14,0	-16,6	-13,9	-11,0	28°37'	150°49'	124°12'	14,1 °C
Год	197,6	-13,2	-14,7	-10,9	-7,1	-10,8	-18,1	-20,9	-17,8	-12,5	28°34'	147°28'	118°54'	8,2 °C

пары месяцев, в течение которых характер пондеромоторного действия пламени оставался бы неизменным. Всегда дело происходило так, что наблюдения за каждый месяц приобретали свою особенную физиономию, заметн отличаясь от того, что давали наблюдения в смежные месяцы. Вследствие этого и получилось то, что в некоторые месяцы наибольшая величина пондеромоторного действия пламени наблюдалась в восточной половине поля, а в другие месяцы - в западной половине его. Проследивая же общий характер изменений величины этого действия, нельзя не подметить того, что в любом азимуте оно проявило изменчивость с годовым периодом.

Из последних колонн таблицы видно, что подобную же изменчивость проявили также и направления нулевого действия. В каждом месяце того годичного промежутка времени, к которому относится таблица 1-ая, эти направления были особые и образовывали между собою гораздо больший угол в теплое время года, чем в холодное, так что и здесь можно проследить изменчивость с годовым периодом.

Весьма замечательно, что изменение направлений нулевого действия происходит также и в течение суток. Например, наблюдения за 18, 19 и 20 апреля (ст. ст.) 1909 г. для разных часов суток дали мне следующие

величины углов между этими направлениями:

18 апреля	8:00	101°30'
	10:00	118°30'
	11:00	120°30'
	13:00	126°30'
	20:00	104°0'
19 апреля	07:00	97°0'
	08:30	115°0'
	11:00	112°0'
	13:00	135°30'
	17:00	129°0'
	19:00	123°0'
	21:00	117°0'
20 апреля	23:00	116°30'
	01:30	108°30'
	04:30	117°0'
	10:00	126°30'
	06:00	126°30'
	07:00	129°30'
	13:00	120°0'
18:30	119°0'	

Отсюда видно, что в течение суток происходит сближение направлений нулевого действия в более холодное время и расхождение их в теплое время дня. Но кроме этих правильных, закономерно совершающихся, изменений, здесь следует упомянуть также и о тех случаях, когда явление приобретает характер бури. Так, например, 23 Апреля (ст. ст.) 1909 г. в 2 часа 30 мин. дня, еще

удалось измерить угол между направлениями нулевого действия, причем он оказался равным всего лишь 68° . В промежуток же от 8 час. вечера до 11 часов ночи, эти направления столь быстро и резко изменялись, что фиксировать их не было никакой возможности. В отношении такого рода “бурь” весьма обращает на себя внимание тот факт, что в большинстве случаев в это же время приходится наблюдать сильные магнитные бури, так что между этими явлениями существует, по-видимому, довольно тесная связь.

с) Наконец, необходимо отметить еще следующую особенность пондеромоторного действия пламени. Первая колонка таблицы заключает в себе числа, показывающие, как изменялось положение равновесия кружка под действием причин, производящих его девиацию. Следовательно, эта колонка дает понятие о годовом ходе девиации. Что же касается направления этой девиации, то последняя колонка таблицы показывает, что в холодное время года девиация происходила в сторону движения стрелки часов, а в теплое время - по противоположному направлению.

Сравнивая теперь годовой ход девиации кружка с годичною же изменчивостью пондеромоторного действия пламени, какое пришлось наблюдать в западной половине поля и особенно в северо-западной части его в азимуте 320° , нельзя не видеть полного параллелизма их. Такая закономерность выступает еще отчетливее при сопоставлении между собою ежедневных наблюдений, так что это обстоятельство совершенно устраняет всякую возможность объяснять ее случайностью. Поэтому в отношении пондеромоторного действия пламени приходится отметить еще и такую особенность, что всякий раз, когда в ходе девиации слюдяного кружка в приборе приходилось наблюдать повороты в сторону движения стрелки часов, одновременно с этим приходилось наблюдать возрастание пондеромоторного действия пламени в западной половине поля; если же девиация получала обратное направление, то вместе с тем пондеромоторное действие пламени делалось наиболее интенсивным в восточном участке поля с положительными отклонениями и значительно ослабевало во всей западной половине поля.

V. ЗАВИСИМОСТЬ ПОНДЕРОМОТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ ИЗЛУЧАЮЩЕГО ИСТОЧНИКА ОТ РАССТОЯНИЯ

В виду столь удивительных результатов, полученных из цикла вышеописанных наблюдений, мне казалось интересным произвести подобную же серию наблюдений, но только с пламенем, удаленным на большое расстояние от кружка. С этою целью я прикрепил к подвижной алидаде гониометра стержень длиной в один метр, что мне давало возможность помещать пламя на расстоянии до 122 см от центра кружка. Таким способом я надеялся также выяснить до некоторой степени закон, по которому происходит уменьшение пондеромоторного действия пламени вследствие увеличения расстояния.

Из этих наблюдений было найдено, что с возрастанием расстояния пондеромоторное действие пламени довольно быстро убывает, так что на расстоянии 50–60 см оно обнаруживалось только в трех участках поля, примыкающих к направлениям максимального действия. Что же касается этих последних, то их легко было обнаружить, помещая пламя даже на расстоянии 122 см.

Чтобы дать здесь наглядный пример того, каким образом убывает пондеромоторное действие пламени вследствие увеличения расстояний, я приведу здесь результаты специальных опытов, которые были произведены мною по следующему методу. Укрепив подвижную алидаду гониометра в избранном азимуте, я помещал пламя сначала на расстоянии 122 см от центра кружка. Сделав отсчеты в начале опыта и после того, как кружок совершенно установился в новом положении равновесия, я приближал пламя на 12 см и выжидал новой установки равновесия кружка. Затем производился отсчет и приближение пламени еще на 10 см. И в том же порядке опыт велся до тех пор, пока пламя не оказалось на расстоянии 30 см. На этом расстоянии пламя удерживалось полчаса, в течение которого делались два отсчета через каждые 15 минут. После последнего из них опыт велся в обратном порядке, пока пламя вновь не оказалось на расстоянии 122 см от кружка. После отсчета на этом расстоянии горение газа прекращалось, а спустя 30–40 минут определялось положение равновесия кружка в отсутствии освещения.

Такой сложный способ измерений я вынужден был употребить потому, что я не имел в своем распоряжении другого такого же прибора и потому не имел никакой возможности знать точно те отклонения, какие получал во время опыта кружок вследствие своей суточной девиации. Вследствие этого и оказалось необходимым: 1) вести опыт в глубокое ночное время, когда девиация весьма сильно замедляет свой ход и 2) удлинить время производства измерения вдвое, чтобы посредством второй серии измерений иметь в распоряжении доказательства устойчивости или неустойчивости поля.

Просматривая цифры вертикальных рядов в приведенной таблице, легко заметить, что отношение суммы отклонений, взятых через одно, к промежуточному отклонению составляет для данного азимута величину постоянную, больше 2. Следовательно, зависимость величины пондеромоторного действия пламени от расстояния может быть представлена формулой

$$\phi = \phi_0 e^{-\alpha R} \quad (1)$$

если под буквой ϕ станем подразумевать отклонение, которое получает кружок, когда пламя находится от его центра на расстоянии R , а ϕ_0 и α будут некоторыми постоянными. Буква e обозначает основание натуральных логарифмов. Для рассматриваемых здесь случаев я нашел следующие значения постоянных ϕ_0 и α для случая перемещения пламени в азимуте:

Таблица II

Расстояние в см	Азимуты 70° восточной части поля		Азимуты 180° южной части поля		Азимуты 200° южной части поля		Азимуты 320° северо- западной части поля	
	Наблюд.	Вычисл.	Наблюд.	Вычисл.	Наблюд.	Вычисл.	Наблюд.	Вычисл.
30	23,5	23,7	10,0	9,7	15,5	15,8	15,5	15,8
40	19,0	19,2	7,3	7,0	9,5	9,7	13,0	13,5
50	15,7	15,5	4,7	5,1	6,2	5,9	11,7	11,6
60	12,8	12,5	3,2	3,7	4,0	3,6	10,1	10,0
70	10,1	10,1	2,3	2,7	2,5	2,2	8,8	8,5
80	8,3	8,1	1,7	1,9	1,1	1,4	7,5	7,3
90	6,6	6,5	1,3	1,4			6,2	6,3
100	5,5	5,3	1,0	1,0			5,7	5,4
110	4,4	4,3	0,8	0,7			5,0	4,6
122	3,0	3,3	0,6	0,5			3,4	3,8

$$70^\circ \phi_0 = 45,2 \quad \alpha = 0,0215$$

$$180^\circ \phi_0 = 25,5 \quad \alpha = 0,0322$$

$$200^\circ \phi_0 = 68,5 \quad \alpha = 0,0490$$

$$320^\circ \phi_0 = 25,0 \quad \alpha = 0,0153$$

Насколько хорошо величины отклонений, вычисленные при помощи этих постоянных, удовлетворяют наблюдениям, это видно из таблицы. Это обстоятельство заслуживает потому тем большего внимания, что указанные выше трудности эксперимента, заставившие ввести в дело усложнения, без сомнения, ослабляли степень точности измерения.

Весьма интересно сопоставить эти результаты с теми, которые были получены мною из аналогичных же опытов в августе 1908 г., произведенных в подземном павильоне Одесской Магнитно-Метеорологической Обсерватории при помощи обыкновенного вариометра деклинации, в котором магнит был замещен пальмовым прутиком. Производя освещение последнего пламенем керосиновой лампы со стороны северного конца его, я получил следующие отклонения:

Расстояние, см	Отклонение	
	Набл.	Выч.
29,8	7,2	6,9
38,3	4,8	5,0
46,8	3,3	3,6
55,3	2,6	2,7
63,8	2,1	1,9

Для этих наблюдений постоянные ϕ_0 и α равны

$$\phi_0 = 21,0 \quad \alpha = 0,0374$$

и согласие между вычисленными и наблюдаемыми отклонениями вновь оказывается весьма большим. Это дает основание заключить, что форма, какую имеет подвешенная система, не влияет на вид математического выражения, посредством которого может быть представлена зависимость пондеромоторного действия излучающего источника от расстояния.

VI. ОПЫТ ОБЪЯСНЕНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ, ВЫТЕКАЮЩИХ ИЗ ПРЕДЫДУЩИХ НАБЛЮДЕНИЙ, И НЕКОТОРЫЕ СЛЕДСТВИЯ ИЗ ОСНОВНОЙ ГИПОТЕЗЫ

Пришлось бы погрешить против самых элементарных требований теории вероятностей, если бы начать объяснять случайностью закономерности, отмеченные в предыдущих отделах моего сообщения. Не подлежит ни малейшему сомнению, что в изучаемом мною ряде явлений пондеромоторное действие излучающего источника есть на самом деле фактор переменный и величина его зависит от 1) расстояния, 2) направления, по которому производится освещение подвешенного тела, 3) направления, в котором в момент наблюдения протекает девиация немагнитных тел, и, наконец, 4) времени. А так как девиация немагнитных тел есть явление, находящееся в самой тесной связи с метеорологическим состоянием атмосферы², то, следовательно, и пондеромоторное действие освещения необходимо рассматривать зависящим от метеорологических соотношений.

Как бы парадоксальным ни казался такой вывод, однако он не должен возбуждать собою ни сомнений, ни подозрений. В научной литературе можно найти множество заметок о том, что ученые по разным поводам наталкивались на необходимость считаться с метеорологическим состоянием атмосферы и влияние его иногда находили там, где менее всего было можно ожидать найти его. Из множества примеров укажу здесь на следующие. Восемьдесят лет тому назад Мунке [5] рядом продолжительных наблюдений над загадочным движением коромысла построенных им крутильных весов доказал, что метеорологическое состояние атмосферы влияло на ход явления вполне отчетливо и при том в совершенно определенном направлении. Затем Гаусс [6] подметил влияние его во время разработки методов наблюдения, относящихся к области земного магнетизма. Гельмгольц и Пиотровский [7] нашли это влияние во время своих работ над внутренним трением жидкостей. В сообщениях Р. Пашвитца [8], Эотфоса [9], Кремье [10] и других ученых находятся указания

²См. подробности об этом предмете в моих прежних сообщениях - [4], стр. 170-185, [1], стр. 184-190

на тот же предмет. В самое последнее время Э.Е. Лейст [11] посвящает ему большую часть своего исследования относительно вариации земного магнетизма и т. д.

Поэтому нас несколько не должен удивлять тот факт, что наблюдения над пондеромоторным действием излучающего источника на тело, находящееся с ним в соседстве, обнаружили влияние на величину его со стороны метеорологического состояния атмосферы. Если относительно способа, при помощи которого производится это действие, стоять на той точке зрения, которую разделяю я, то влияние метеорологических соотношений должно быть признано даже неизбежным. В самом деле, что бы ни говорил П.Н. Лебедев о моих опытах, описанных в первом сообщении, ими бесспорно доказано, что в изучаемом мною цикле явлений движения подвешенного тела, находящегося в соседстве с излучающим источником, не производятся ни световым давлением, ни давлением света на газ, ни температурными неравенствами, ни воздушными токами, а вероятнее всего они возникают по той же причине, по которой могут возникнуть подобный движения в системе наэлектризованных проводников или магнитов, если будет меняться их состояние или относительное расположение. С одной стороны, эти мои опыты, с другой стороны, наблюдения Стонея и Мосса [12], Финкенера [13], Крюсса [14], Неезена [15], Никольса [16] и других ученых, изучавших опытно и теоретически влияние близости твердой стенки на подвижность радиометрического крыла, а также наблюдения Эотфоша [9] и особенно О. Мейера [17] над влиянием, оказываемым на период колебания коромысла крутильных весов высотой подвешивания над дном прибора, действительно заставляют думать, что состояние среды вокруг погруженного в нее тела – иное, чем то, какое она способна иметь в отсутствии тела, и что это состояние изменяется при изменениях температуры тела. Имея это в виду, мы имеем основание считать всякое тело подобным наэлектризованному проводнику или магниту и состояние среды в какой-либо точке промежуточного пространства между телами рассматривать, как результат наложения полей каждого из тел, находящихся с нею в соседстве. Но отсюда будет следовать тогда, что механические действия между какими-нибудь двумя телами, какие могли бы явиться в результате взаимодействия их полей, должны зависеть также и от окружающих предметов. Следовательно, если механизм пондеромоторного действия излучающего источника на подвешенное тело действительно таков, то метеорологическое состояние атмосферы неизбежно должно отражаться на величине этого действия. А так как метеорологическое состояние атмосферы есть состояние переменное, то в такой же степени неустойчивым должно быть и механическое соотношение между излучающим источником и находящимся вблизи его подвешенным телом. В виду этого изменчивость во времени, которую приходится замечать в пондеромоторных действиях излучающего источника, становится объяснимой.

Так же просто можно объяснить и остальные зависимости, указанные выше. Как логическая необходимость из основной гипотезы вытекает заключение, что в пространстве между телами, хотя бы и одиноко стоящими, вообще говоря, следует считать поле неоднородным и непостоянным. Поэтому перемещение излучающего источника в таком поле должно сопровождаться механическими действиями на подвешенное тело не только разными по величине, смотря по расстоянию и относительному расположению этих тел, но также разными по направлению.

Таким образом, если стоять на той точке зрения, что в пространстве вокруг тела вследствие влияния последнего среда испытывает некоторое изменение своего состояния, то является возможность легко объяснить все отмеченные в настоящем сообщении особенности механических соотношений между излучающим источником и телом, находящимся в соседстве с ним. Однако легко видеть, что эта гипотеза позволяет объяснить и те результаты, которые были сообщены мною в первом сообщении. Так, например, одною из самых загадочных черт явления несомненно служит способность излучающего источника действовать механически на подвешенное тело, хотя бы оно и было изолировано от первого системой экранов или даже замкнуто со всех сторон оболочкою. Я показал, что в подобных случаях движение подвешенного тела всегда происходит. Я показал далее, что движение происходит и тогда, когда вблизи подвешенного тела помещают другое тело, имеющее с ним совершенно одинаковую температуру. Разница, которую приходится наблюдать при этом, состоит только в том, что величина отклонения под действием нагретого тела получается гораздо больше.

П.Н. Лебедев пытается объяснить это явление тем, будто бы в моих опытах подвешенная система недостаточно хорошо была защищена от излучений, как будто этим облегчается выяснение второй группы опытов, которые не оставляют никакой почвы для подобных толкований. Поэтому точка зрения П.Н. Лебедева обязывает приписывать излучениям нагретого тела свойства, которых еще никто не наблюдал. Между тем моя гипотеза дает возможность объяснить дело весьма просто. В самом деле, если всякое тело действительно окружено полем и интенсивность последнего возрастает одновременно с температурой тела, то помещение его вблизи другого тела должно изменить состояние среды, в котором она находилась до этого момента, не только по направлению кратчайшего расстояния между ними, но вообще во всем пространстве. По этой причине даже в случае абсолютной непроницаемости вещества экрана для излучений нагретого тела возможность возникновения пондеромоторных действий в пределах геометрической тени, отбрасываемой экраном, отнюдь не исключается. Если же непроницаемость экрана для последних будет не полная, то даже совершенно замкнутая оболочка не защитит тела, помещенного внутри ее, от действий тела, находящегося снаружи, подобно тому, как невозможно защитить магнит от действия другого

магнита, помещая его хотя бы и в весьма толстой оболочке из красной меди.

Затем, я отметил в моем первом сообщении [1] также такой факт, что в условиях моих прежних установок всегда приходилось наблюдать весьма большое усиление действия излучающего источника, если подвешенное тело помещать между полюсами электромагнита и увеличивать напряжение поля. Являясь одним из самых сильных доказательств того, что источник пондеромоторных действий нагретого тела заключается в особом состоянии среды вокруг него, этот факт может находить для себя объяснение в том, что возбуждение магнитного поля вокруг подвешенного тела сопровождается изменением характера поля последнего.

Таким образом не остается ни одного факта, который нельзя было бы объяснить с точки зрения моей гипотезы. В свою очередь это делает самую гипотезу весьма вероятной. В виду этого мне казалось желательным производство новых таких опытов, которые или подтверждали бы ее, или окончательно ниспровергали. На первую очередь я поставил опыты, которые должны были показать, оправдываются ли на самом деле те следствия, которые логически вытекают из гипотезы. Ряд ближайших следствий из них таков:

1) если на состояние среды между излучающим источником и подвешенным телом окружающие тела действительно оказывают влияние, то в характере пондеромоторных действий излучающего источника непременно должны обнаружиться некоторые различия, если производить опыт в разных помещениях, хотя бы при этом и пользовались одним и тем же прибором, употребляли один и тот же излучающий источник и применяли к делу совершенно одинаковый способ установки прибора и одинаковую операцию измерений;

2) если производить опыт в одном и том же месте и с помощью одного и того же прибора, то замена излучающего источника высокой температуры излучающим источником низкой температуры должна обратить знак действия на противоположный, вследствие чего отклонения должны изменить свое направление;

3) замена в приборе охранного цилиндра другим цилиндром, а также замена самого подвешенного тела другим телом непременно должны вызывать некоторые особенности в пондеромоторных действиях одного и того же излучающего источника;

4) если излучающий источник заменить острием, то электрически разряд через него должен производить на подвешенное тело неодинаковые пондеромоторные действия в разных направлениях поля;

и 5) если непроницаемость твердых тел для пондеромоторных действий излучающих источников неполная, то электрический разряд через острие должен возбуждать движения подвешенного тела даже в том случае, если бы последнее было заключено в металлическую проводящую оболочку, удерживаемую при каком либо неизменном потенциале. Этот ряд следствий я решил проверить непосредственно на опыте.

VII. ОПЫТЫ, ПРЕДПРИНЯТЫЕ С ЦЕЛЬЮ ПРОВЕРКИ ОСНОВНОЙ ГИПОТЕЗЫ, И РЕЗУЛЬТАТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ИЗ НИХ

Все опыты, предпринятые с вышеозначенной целью, были произведены с прибором, описанным и изображенным на рисунке в начале настоящего сообщения. Сохранен был неизменным и способ производства измерений. Все необходимые предосторожности также были приняты.

Чтобы решить вопрос, способна ли окружающая обстановка оказывать на явление какое либо влияние, были выбраны три помещения. Одним из них была большая западная комната физического кабинета, вторым – очень высокий и обширный актовый зал института и третьим – длинный подземный коридор, находящийся под поверхностью земли на глубине около 14 метров. Готический свод зала поддерживается симметрично расположенными четырьмя массивными колоннами. В точке пересечения диагоналей прямоугольника, в вершинах которого расположены эти колонны, был установлен прибор.

В подземном помещении, как раз посередине его, имеется массивный каменный устой, которым делится коридор на восточную и западную половину. Прибор был установлен сначала в восточной половине помещения, а потом перемещен в западную.

Что касается всех остальных опытов, то они были произведены в одной из западных комнат физического кабинета. Эта комната имеет форму продолговатого прямоугольника; в центре его был установлен прибор. Когда производились опыты с целью проверить второе следствие из перечисленных выше, то излучающим источником высокой температуры служило газовое пламя, а в качестве излучающего источника низкой температуры я воспользовался жидким воздухом, кипящим в стеклянной пробирке под атмосферным давлением. Эту пробирку я укрепил на месте газового рожка на рычажке подвижной алидады гониометра и вместе с нею обходил все азимуты поля совершенно так же, как это делалось с пламенем. При этом уровень жидкости в пробирке все время поддерживался по возможности на одинаковой высоте, а оседавший на внешней поверхности пробирки весьма пушистый иней удалялся соскабливанием.

Когда я проверял третье следствие, то в условие опыта входило употребление газового пламени в качестве излучающего источника и одной из следующих комбинаций:

а) слюдяного кружка в качестве подвешенного тела и стеклянного цилиндра высотой 213 мм, диаметром 137 мм и толщиной 1 мм в качестве охранного цилиндра;

б) охранного цилиндра, указанного в пункте (а), с заменой слюдяного кружка кружком стеклянным 80 мм в диаметре и толщиной 0,1 мм;

в) того же охранного цилиндра с заменой слюдяного кружка магнитной стрелкой ромбической формы длиной 80 мм. С каждой из указанных комбинаций опыты

производились в продолжение нескольких дней (например, опыты с комбинацией (с) тянулись непрерывно 21 день). В помещаемую ниже таблицу 3-ю включены средняя из этих наблюдений.

Наконец, при проверке пятого следствия пользовались комбинациями (b) и (с), а излучающий источник заменяли острием, расположенным вертикально. Но так как на малых расстояниях от подвешенного тела пондеромоторное действие наэлектризованного острия было весьма велико, то подвижную алидаду гониометра пришлось снабдить стержнем в один метр длиною и только на самом конце его, на расстоянии 125 см. от оси вращения гониометра, помещать острие. Во всех опытах с острием потенциал его удерживался на высоте $14 \cdot 10^3$ вольт и измерения произведены как в случае положительной, так и в случае отрицательной электризации острия. Само собою разумеется, что в опытах с магнитной стрелкой была принята в расчет та вариация, которую она испытывала в своем склонении во время опыта. Для этой цели мне служил деклинатор, установленный в той же комнате в условиях, по возможности одинаковый с гониометром. Отсчеты по обоим приборам производились в один и тот же момент, в чем большую помощь оказал мне один из моих слушателей Я.И. Клявин. Что касается электростатического действия наэлектризованного острия на магнитную стрелку, то оно было найдено из предварительных опытов и также принято в расчет.

Только что описанную серию опытов я повторил еще тогда, когда как охранный цилиндр, так и все остальные наружные стеклянные части прибора были оклеены снаружи листками станиоля толщиной 0,02 мм. Так как при этом условии действие острия оказалось гораздо слабее, то пришлось укреплять острие на расстоянии 45 см от оси гониометра. Опыты проделаны как с положительно наэлектризованным, так и с отрицательно наэлектризованным острием, хотя никакой особенной разницы в действии, происходящей от этого, не было замечено даже в предварительных измерениях.

Все полученные из этих опытов результаты совмещены в прилагаемой здесь таблице 3-ей. В ней нет лишь данных, относящихся к действию наэлектризованного острия на магнитную стрелку.

Это однако не значит, что такого действия не наблюдалось. Оно было, но получить желаемый результата для этих случаев оказалось чрезвычайно трудно, так как при употреблении охранный цилиндр, не оклеенного станиолем, колебания потенциала острия вызывали неправильные колебания стрелки. Во втором же случае защитное действие станиолевых листков оказалось настолько большим, что только через 2 часа 30 мин. после начала действия разряда происходила полная установка магнитной стрелки в новом положении равновесия. Таким образом, потребовалось бы слишком много времени, чтобы заключить полный цикл измерений. Но очевидно, что за это время под действием внешних атмосферных условий состояние поля могло измениться настолько существенно, что было бы невоз-

можно решить, что собственно должно быть отнесено на счет действия только одного острия. То отклонение, какое в моих опытах получала магнитная стрелка, когда ось острия располагалась в азимуте 0° (т. е. к северу от стрелки), было равно 21,5 делениям шкалы в случае отрицательного разряда и 20,0 делениям в случае разряда положительного электричества. Но эту разницу в 1,5 деления шкалы, но всей вероятности, необходимо отнести на счет того, что опыты были произведены в разные дни и, следовательно, состояние поля могло быть неодинаковым в обоих этих случаях.

Чтобы картина, обрисовываемая числами этой таблицы, была наиболее ясна, по горизонтальным рядам ее я вычертил кривые. На прилагаемой здесь диаграмме эти кривые помещены одна под другой, чем облегчено сравнение их друг с другом и от чего влияние излучавшегося фактора выступает наиболее рельефно.

Сравнение кривых I и V доказывает, что замена пламени кипящим жидким воздухом действительно сопровождается инверсией пондеромоторных действий, так как и этом случае отклонения, вообще говоря, происходят в направлениях, противоположных тем, по которым они происходят в случае пламени. Кроме того здесь наблюдается весьма заметное уменьшение величины отклонений, в чем нельзя не видеть подтверждения того закона, что пондеромоторное действие излучающего источника есть функция его температуры.

Посредством сравнения кривых I, II, III и IV приходится убеждаться, что каждому отдельному помещению свойственны некоторые особенности, которые сообщают ему определенную физиономию. В этом отношении является весьма интересным то, что такие особенности могут получить существенное изменение даже на небольшом расстоянии. Об этом ясно свидетельствуют кривые III и IV, из коих первая относится к восточной половине подземного помещения, а другая служит характеристикой западной половины его.

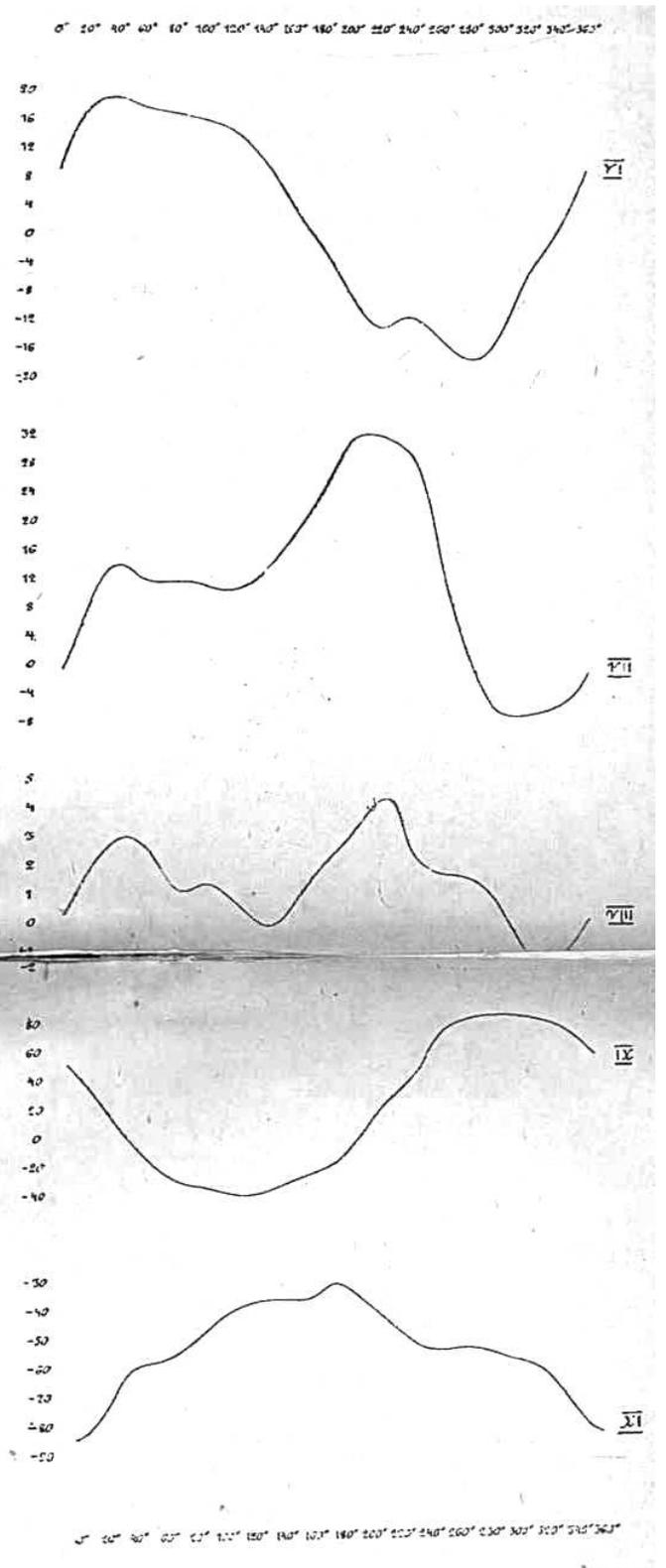
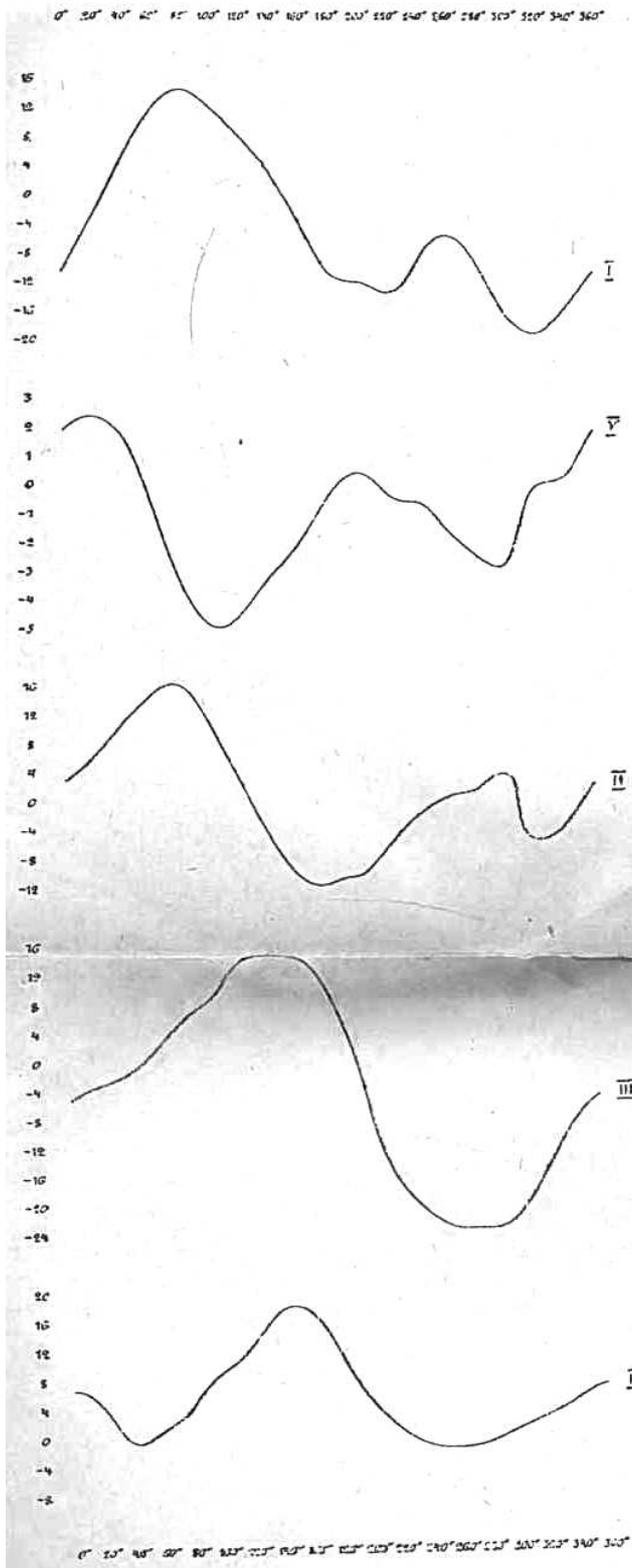
Кривые I и VI выясняют, что может происходить от замены в приборе одного охранный цилиндр другим, а кривые VI, VII и VIII – как изменяется характер явления, когда в качестве подвешенного тела берут разные тела, хотя бы и одинаковой формы. Отсюда нельзя не заключить, что всякое тело действительно способно вносить в ход явления свои особые черты и что, следовательно, допущение существования некоторого поля вокруг всякого тела получает в этом обстоятельстве для себя экспериментальное подтверждение.

Весьма замечательно, наконец, что и пондеромоторное действие заряженного острия оказывается в различных участках поля неодинаковым не только по величине, но и по направлению и что такое различие в действии вполне отчетливо обнаруживается далее и тогда, когда подвешенное тело изолируется от действий разряда замкнутой со всех сторон металлической оболочкой. В этом заключается новое, весьма интересное свойство электрического разряда через острие. В 1899 г. я первый показал [18], что заряженный электр-

Таблица III

Номер	Помещение, в котором производился опыт	Условия опыта			Азимуты восточной половины поля									
		Излучающ. источник	Охранный цилиндр	Подвешен- ное тело	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°
I	Физический кабинет	Пламя	Малый толсто-стенный	Слюдяной кружок	-10,5	-3,2	4,6	11,6	14,5	12,2	8,3	3,3	3,3	-10,5
II	Готический зал	-//-	-//-	-//-	3,1	6,4	11,2	15,2	16,1	10,5	2,9	-4,7	-10,0	-11,0
III	Подземный коридор, восточ. полов.	-//-	-//-	-//-	-5,1	-3,1	-1,4	2,1	6,3	9,6	14,5	15,1	14,2	8,0
IV	Подземный коридор, западная. полов.	-//-	-//-	-//-	6,9	4,4	-0,3	1,3	4,6	9,2	12,7	17,4	17,3	11,5
V	Физический кабинет	Жидкий воздух	-//-	-//-	1,9	2,4	1,7	-0,6	-3,3	-4,8	-4,5	-3,2	-2,0	-0,4
VI	Физический кабинет	Пламя	Большой тонкостен.	-//-	9,0	17,4	19,2	17,8	17,0	16,1	14,5	10,5	4,1	-1,9
VII	Физический кабинет	-//-	-//-	Стекло-нный кружок	-0,6	9,0	14,1	12,0	11,8	11,2	10,8	13,3	18,3	24,5
VIII	Физический кабинет	-//-	-//-	Магнитная стрелка	0,3	2,0	3,0	2,5	1,2	1,4	0,7	0,0	0,9	2,2
IX	Физический кабинет	Острые полож. и отгр. разряд	-//-	Слюдяной кружок	53,0	27,8	0,5	-20,7	-34,5	-36,7	-41,0	-36,2	-28,5	-19,7
X	Физический кабинет	-//-	-//-	-//-	49,0	20,3	-8,5	-23,7	-35,5	-43,2	-46,5	-46,2	-37,0	-24,2
XI	Физический кабинет	-//-	Большой тонко-стенный оклеенный станиолем	-//-	-84,0	-75,0	-60,4	-57,4	-51,9	-43,4	-38,3	-36,8	-36,8	-31,7

Номер	Помещение, в котором производился опыт	Условия опыта			Азимуты восточной половины поля									
		Излучающ. источник	Охранный цилиндр	Подвешен- ное тело	200°	220°	240°	260°	280°	300°	320°	340°	360°	
I	Физический кабинет	Пламя	Малый толсто-стенный	Слюдяной кружок	-12,1	-13,5	-9,6	-5,7	-9,2	-16,4	-19,1	-15,9	-10,5	
II	Готический зал	-//-	-//-	-//-	-9,9	-5,8	-1,6	0,9	2,1	4,1	-4,8	-2,8	3,1	
III	Подземный коридор, восточ. полов.	-//-	-//-	-//-	-3,6	-15,7	-20,7	-23,2	-23,4	-22,3	-16,5	-9,4	-5,1	
IV	Подземный коридор, западная. полов.	-//-	-//-	-//-	5,1	1,1	-1,1	-1,5	-0,8	1,0	2,8	5,0	6,9	
V	Физический кабинет	Жидкий воздух	-//-	-//-	0,4	-0,3	-0,6	-1,5	-2,4	-2,7	-0,1	0,3	1,9	
VI	Физический кабинет	Пламя	Большой тонкостен.	-//-	-8,8	-12,9	-11,6	-14,7	-17,4	-14,0	-5,6	0,5	9,0	
VII	Физический кабинет	-//-	-//-	Стекло-нный кружок	31,5	31,9	29,2	14,3	0,6	-6,4	-6,6	-5,3	-0,6	
VIII	Физический кабинет	-//-	-//-	Магнитная стрелка	3,3	4,4	2,5	1,8	1,6	0,6	-1,0	-1,0	0,3	
IX	Физический кабинет	Острые полож. и отгр. разряд	-//-	Слюдяной кружок	1,0	24,8	44,5	73,3	80,0	80,8	78,5	71,3	53,0	
X	Физический кабинет	-//-	-//-	-//-	-6,0	18,8	39,0	64,8	71,0	74,8	68,5	54,3	49,0	
XI	Физический кабинет	-//-	Большой тонко-стенный оклеенный станиолем	-//-	-38,2	-47,2	-54,2	-54,6	-55,1	-58,6	-62,6	-75,0	-84,0	



скоп, помещенный внутри металлического цилиндра, соединенного с землей, под действием разряда через острие

- а) заряжается, если он перед тем не был заряжен,
- б) изменяет величину заряда в случае заряжения одноименным электричеством
- и с) меняет свой заряд на одноименный с зарядом острия в случае заряжения разноименным электричеством.

Теперь приходится признать, что и пондеромоторное действие разряда через острие также способно передаваться через толщину металлических проводников.

Таким образом, ни одна особенность явления из тех, которые можно было предусматривать на основании гипотезы, не оказалась неоправданной на опыте.

За самое последнее время мне удалось обнаружить еще одно явление, которое весьма интересно как само по себе, так и в отношении рассматриваемого здесь вопроса. После того, как мною было найдено, что разряд через острие производит на слюдяной кружок механическое действие даже в том случае, когда он находится внутри проводника, мне казалось весьма вероятным, что ток, идущий по проволоке, также должен производить пондеромоторное действие на немагнитное тело, находящееся с ним в соседстве. Опыт оправдал эти ожидания. Когда через круглое отверстие в центре подвешенного легко подвижного слюдяного кружка была пропущена медная проволока толщиной в 5 миллиметров и по ней пускали ток, то кружок получал весьма заметные вращения. При токе в 2 ампера я наблюдал отклонение в 6,3 мм, а ток в 20 ампер производил отклонение в 64,5 мм. При этом оказалось, что отклонения не зависят от направления тока: при каком угодно направлении последнего кружок всегда вращался в сторону движения стрелки часов.

Вторую любопытную черту явления составляет большая устойчивость отклонений. После прекращения тока величина произведенного им отклонения не падает до нуля, а только на некоторую долю ее и требуется много времени, чтобы кружок пришел в свое начальное положение равновесия. Что касается характера движений немагнитного тела, вызываемых током, то он имеет большое сходство с тем, который наблюдается в движениях под действием излучающего источника. Этот характер отмечался мною уже несколько раз; отмечен он также и в начале настоящего сообщения.

Указываемое здесь явление служит в настоящее время предметом моего особого изучения и я надеюсь посвятить ему страницы одного из моих будущих сообщений.

VIII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В своем первом сообщении я с особенной твердостью отметил то обстоятельство, что пондеромоторное действие нагретого тела на ненагретое представляет огромное сходство с таковым же действием на соответственные тела наэлектризованного проводника или

магнита. Из предыдущего видно, что явившаяся, как следствие из этой аналогии, гипотеза термических полей на самом деле не только позволяет разбираться легко и просто в механических соотношениях между излучающим источником и подвижным телом, находящимся в соседстве с ним, но и дает возможность предусматривать новые явления и свойства тел. Это обстоятельство дает в руки вдумчивого исследователя весьма многое, а самой гипотезе сообщает жизненные свойства. И, действительно, с того времени, как были изобретены крутильные весы и многие ученые по многим и самым разнообразным поводам пользовались ими, было отмечено большое количество сведений о загадочных явлениях, которые до сих пор остаются только отмеченными, но не разъясненными. Является вопрос, не открывается ли теперь путь для истолкования хотя бы части таких загадок? На ряде примеров я хочу показать, что имеются серьезные основания ответить на этот вопрос утвердительно.

Среди явлений такого рода одно из первых мест бесспорно принадлежит девиациям немагнитных тел и тем загадочным связям, в которых они находятся, как с вариациями элементов земного магнетизма, так и с общим метеорологическим состоянием атмосферы. Что это явление имеет самобытную природу и самостоятельное существование, это следует не только из моих наблюдений, опубликованных мною с конца 1901 г, но и из наблюдений Мунке [5], [6], Гельмгольца и Пиотровского [7], Корню и Бэйля [19], Брауна [20], Кремье [10], Таммена [21], Штрейтца [22], О. Мейера [17] и других ученых. Поэтому никаких сомнений не может быть в том, что подвешенное немагнитное тело обладает способностью совершать девиации. Но если это так, то невольно напрашивается вопрос, не может ли быть объяснена хоть часть вариаций магнитной стрелки действием силы, производящей девиации немагнитного тела? Ведь и на самом деле было бы странно предположить, что магнитная стрелка остается безучастной к действию причины, которая заставляет правильно и закономерно изменять свое положение в пространстве всякое другое тело природы. Таким образом, в отношении вопроса о магнитных вариациях создается почва для толкования их с совершенно иной точки зрения, чем та, которая разделяется огромным большинством современных магнитологов.

Другую группу загадочных явлений составляют те, в которых ученые первой половины прошедшего столетия усматривали свойство лучей с короткой длинной волны возбуждать в железе или стали временный или перманентный магнетизм. Не одна страница [23] истории науки посвящена изложению хода исследований в этой области и тем противоречиям, к которым приходили ученые. Но если судить по описаниям явления, то можно убедиться в том, что исследователи наблюдали не намагничивание светом стальной или железной иглы, а только девиацию ее в световом поле. Источник противоречий становится поэтому совершенно понятным: достаточно припомнить таблицы

3 и 5 настоящего сообщения, чтобы понять, что как величина, так и направление девиации подвешенных стальных стрелок должны были получаться разные у разных исследователей, смотря по яркости света и направлению освещения, а если принять во внимание еще суточную и годовую изменчивость термического поля стрелок, то и в зависимости от времени суток или года. Следовательно, рассматривая весь вопрос с такой точки зрения, можно не только примирить между собой мнения ученых, занимавшихся изучением этого явления, но и дать ему весьма простое объяснение.

В качестве третьего примера я укажу здесь на крайне странный с первого взгляда и мало понятный факт, почему, несмотря на многочисленное исследование, охватившие собой период свыше 100 лет, применение к делу самых усовершенствованных методов исследования и употребление приборов с весьма высокой степенью чувствительности, все-таки никак нельзя поручиться за второй десятичный знак в величине средней плотности земли. Но тщательно изучая протоколы этих исследований и обращая внимание на те замечания, какие иногда мимоходом делали ученые по поводу того, что им приходилось наблюдать на своих приборах, или с чем им приходилось бороться во время исследования, нельзя не встретиться с явлением немагнитных девиаций. Тогда не может возбуждать изумления результат, полученный, например, Корню и Бэйлем [19] и состоящий в том, что при помощи одного и того же прибора и при употреблении совершенно одинаковых способов манипулирования во время производства опытов те из них, которые производились летом, дали число, отличное от того, которое было получено из зимних опытов (летом для плотности земли найдено число 5,56, а зимой – 5,50), причем и средняя ошибка результата оказалась также разная (летом $125 \cdot 10^{-4}$, а зимой – $150 \cdot 10^{-4}$). Если снова принять во внимание, какое огромное влияние на весы было подмечено Корню и Бэйлем со стороны общего метеорологического состояния атмосферы, а также принять в соображение тот факт, что характер, аналогичный магнитными бурям, непериодические девиации немагнитного тела приобретают главным образом в холодное время года, то, как видно, есть возможность объяснить этот результат иначе, чем объясняют его сами Корню и Бэйль (небольшим прогибом коромысла и происшедшим от того уменьшением момента инерции подвешенной системы).

Четвертым примером может служить загадочный результат Кремье [10], полученный им из гравитационных опытов с водою и воздухом. Как известно, в опытах Кремье отношение девиации коромысла весов, наблюдаемых в воде и воздухе, всегда получалось больше теоретического. Не свидетельствует ли этот факт о том, что термическое поле тела зависит также и от свойств среды, в которой тело находится? Очевидно, что в случае положительного ответа на поставленный вопрос в опытах Кремье заключалось бы доказательство существования еще одной общей черты в свойствах полей термического, электрического и магнитного. Вместе с

тем открывалась бы возможность объяснения результата Кремье с иной точки зрения, чем та, которой придерживается сам исследователь.

Наконец, нельзя не упомянуть в заключение о том, что исследование П.Н. Лебедева [24] о давлении света на газы также заключает в себе немало загадочного. Но я отмечу здесь только следующее. Стремясь особенно оттенить трудность исследования, П.Н. Лебедев откровенно признается в параграфе 11 своей статьи, что желательные размеры аппарата ему удалось подыскать только после того, как были перепробованы другие аппараты в количестве больше двадцати. Очевидно, следовательно, что им искусственно подобраны условия, при которых получался желательный ему результат. Таблица 3-я настоящего сообщения доказывает, что путем такого подбора на самом деле можно добиться такой цели. Однако неизбежно при этом возникает вопрос, возможно ли таким путем экспериментально доказать правильность того положения, ради подтверждения которого было предпринято исследование? Не в этой ли искусственности условий эксперимента и кроется истинная причина того, что почти во всех без исключения случаях наблюденные величины светового давления оказались у профессора Лебедева больше теоретических? Какое научное значение имеет верный ответ на этот вопрос – понять не трудно. Но читатель видит, что поставить такой вопрос необходимо в виду фактов, описанных в настоящем сообщении.

Приведенных примеров, думается мне, достаточно, чтобы убедиться, что область приложения результатов, изложенных в настоящем сообщении, на самом деле весьма обширна и что очень многие вопросы науки получают благодаря им совершенно особенное освещение. Но вместе с тем вполне очевидно, что эти результаты открывают новое поле для исследований и возбуждают немалое количество таких вопросов, научное значение которых может быть поставлено наравне с вопросом хотя бы о световом давлении.

Ноябрь 1911 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Н.П. Мышкин. Пондеромоторные силы светового поля. ЖРФХО, 1909, т.41, вып.4, с.161-190. См. также ЖФНН, 2013, т.1, вып. 2, с.114-126.
- [2] П.Н. Лебедев. Еще раз по поводу наблюдений проф. Н.П. Мышкина. ЖРФХО, 1909, т.41, вып.6, с. 263-264. См. также ЖФНН, 2013, т.1, вып. 2, с.127.
- [3] Zöllner. Pogg. Ann. 160, p. 296.
- [4] Н.П. Мышкин. Движение тела, находящегося в потоке лучистой энергии. ЖРФХО, 1906, т. 38., вып. 3, с. 149-184. См. также ЖФНН, 2013, т.1, вып. 1, с.89-104.
- [5] Muncke. Pogg. Ann. 20, p. 419.
- [6] Gauss. Resultate aus dem Beob. des magn. Vereins im Jahre 1837, p. 419.
- [7] Helmholtz und Piotrowski. Sitzungsber. d. K. Ak. d. Wiss. zu Wien, 40, p. 625, 1860.
- [8] R. Paschwitz. Заслуживает особого внимания мемуар, помещенный в Astronom. Nachricht, Nr 3109-3110.
- [9] R. v. Eotvos. Wiedem. Ann., 59, p. 354, 1896.
- [10] V. Cremieu. C.R., 141, p.p. 653, 713, 1905; 143, p. 887, 1906.
- [11] E. Leyst. Die Variationen des Erdmagnetismus, p. 183-251, Separatabdr. aus Bulletin de la Societe Imperiale des Naturalistes de Moscou, 1909.

- [12] Stoney and Moss. Proc. Roy. Soc., 22, Febr. 1877.
- [13] Finkener. Pogg. Ann. 158, p. 572.
- [14] Kruss. Pogg. Ann. 159, p. 332.
- [15] Neesen. Pogg. Ann. 156, p. 144.
- [16] Nichols. Wiedem. Ann., 60, p. 401.
- [17] O. Meyer. Pogg. Ann. 125, p. 565-569.
- [18] Н.П. Мышкин. ЖРФО, т. 31, стр. 241.
- [19] Cornu et Baille. C.R., 76, p. 954, 1873.
- [20] Braun. Denkschr. d. Kais. Ak. de Wiss. zu Wien, 64, p. 187, 1897.
- [21] Tammen. Repert. d. Physik, 18, p. 348, 1882.
- [22] Streintz. Sitzungber. d. K. Ak. d. Wiss. zu Wien, 69, Abt. II, 1874.
- [23] Gehler's Physikalisches Worterbuch, Bd. 6, S.s. 873-903.
- [24] Lebedew. Annal. d. Physic, Bd. 32, s. 420, 1910.