

А. С. Попов
Прибор для обнаружения
и регистрирования электрических колебаний¹

Содержание настоящей статьи в главной своей части было предметом сообщения в апрельском собрании Физического отделения нашего Общества; теперь прибавлены только результаты испытаний предложенного мною прибора, сделанных в Лесном институте Г. А. Любославским, и некоторые опыты, произведенные с целью выяснения как явления, лежащего в основании устроенного прибора, так и условий действия самого прибора. В начале текущего года я занялся воспроизведением некоторых опытов Лоджа² над электрическими колебаниями с целью пользоваться ими на лекциях; но первые же попытки показали мне, что явление, лежащее в основе этих опытов, — изменение сопротивления металлических опилок под влиянием электрических колебаний — довольно непостоянно; чтобы овладеть явлением, пришлось перепробовать несколько комбинаций. В результате я пришел к устройству прибора, служащего для объективных наблюдений электрических колебаний, пригодного как для лекционных целей, так и для регистрирования электрических пертурбаций, происходящих в атмосфере. Попутно я сделал некоторые опыты с целью выяснения основного явления, но оговариваюсь, что само по себе явление не было предметом моего исследования.

¹ [I, С. 449–458. Там же приведен источник: {Журн. русск. физ.-хим. об-ва, часть физ., вып. 1, 1 (1896)}. В 2, с. 70, приведены и др. публикации: { Эта же статья напечатана с небольшими изменениями в журналах «Электричество», 1896, № 13–14, «Метеорологический вестник», 1896, № 3, а также вышла отдельным изданием (оттиск из «Метеорологического вестника»); рефераты этой статьи были также помещены в иностранных журналах: «Journal de Physique théorique et appliquée», 3-e série, Paris, 1897, t. VI, p. 602; «L'Eclairage électrique», Paris, 1897, 11 décembre, t. XIII, № 50, p. 524; «Die Fortschritte der Physik des Aethers», Braunschweig, 1896, Abt. 2, S. 387–388}].

² O. I. Lodge. The Work of Hertz. «The Electrician», v. XXXIII.

В 1891 г. Бранли открыл, что тонкие слои металла, осажденные на стекле, эбоните и т. п., а также металлические порошки обладают способностью мгновенно изменять свое сопротивление электрическому току, если вблизи их произойдет разряд электрофорной машины или индукционной катушки.

Не столь значительно, но все-таки заметно изменяется сопротивление порошка, если временно будет через него пропущен ток батареи из большого числа элементов. Сопротивление под влиянием разряда вообще уменьшается, хотя существуют исключения; тонкий слой платины (платиновое зеркало) иногда увеличивает сопротивление¹. Эти свойства порошка сохраняются, если порошок будет помещен в непроводящей жидкости, канадском бальзаме (Бранли) или даже в таких средах, как почти сухой коллодион и желатина (Минчин)², или в гуттаперче (Аппльярд)³.

Механические сотрясения возвращают снова опилкам прежнее состояние, характеризуемое большим сопротивлением. Действие разряда опять может уменьшить его, и снова встряхиванием можно получить прежние величины сопротивления.

Минчин, а затем Лодж применили эти свойства металлических порошков к обнаружению герцевых электрических лучей⁴; а в последнее время Бернацкий⁵ описал опыты в форме, более близкой к герцевым.

Причину явления Бранли видит в том, что в момент разряда все близлежащие, почти не прикасающиеся между собой зерна порошка заряжаются как конденсаторы и благодаря взаимному притяжению наступает лучшее прикосновение между ними. Действительно, изменение сопротивления от электрического колебания — того же знака и порядка, какое можно получить прессованием порошка. Минчин, основываясь на том, что в его опытах подвижность отдельных зерен была стеснена и чувствительность при высыхании желатины убывала, объясняет уменьшение сопротивления молекулярным движением — изменением расположения молекул, подвергшихся действию электромагнитного возмущения (*rearrangement of the*

¹ E. Branly. *Comptes Rendus*, v. CXI u CXII.

² G. M. Minchin. *The Philosophical Magasin*, v. 37.

³ R. Appleyard. *Там же*, стр. 38.

⁴ См. цитированные выше статьи.

⁵ *Wied. Ann.*, Bd. 55, 599, 1895.

molecules). Лодж, имея в виду ранее известные факты, что отдельные капли в струе жидкости и даже две отдельные, но близкие струи соединяются между собой¹ под влиянием даже слабых электрических сил, и принимая во внимание аналогичное явление — уничтожение тумана и дыма электризацией, считает возможным объяснить подобным образом и способность порошков к уменьшению сопротивления под действием электрических сил. Лодж предполагает, что близлежащие частицы, когда к действующей между ними силе частичного притяжения присоединяется еще электрическая сила, окончательно соединяются между собой и наступает то явление, которое в физике характеризуется словом «сцепление» (cohesion). Позднее в своей лекции «The Work of Hertz» он для характеристики механизма явления, между прочим, употребляет фразу: «it is a singular variety of electric welding», т. е. уподобляет связь, образующуюся в порошке, электрическому свариванию. Я, со своей стороны, разделяю последний взгляд Лоджа, придавая более значения слову «сваривание», чем то делает Лодж. Я подразумеваю именно под словом «сваривание» возможность образования в порошке нитей сплошного металла по линиям происшедшего разряда, причем способность различных металлов к свариванию, понимаемому в буквальном смысле, стоит в некотором соотношении к чувствительности порошков, как то будет видно из опытов, описанных ниже.

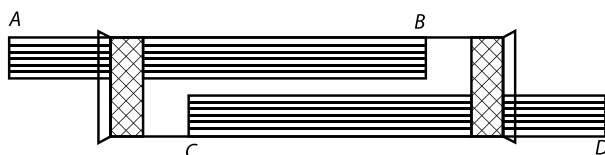
Прежде всего я пожелал дать такую форму прибору с опилками, чтобы иметь возможное постоянство чувствительности. При этом, руководясь высказанным взглядом на явление, надо было испытывать такое расположение частей цепи, содержащей опилки, чтобы увеличить шансы образования нитей металла по линиям тока. Лучшие результаты получились в следующих комбинациях.

1) Внутри стеклянной трубки длиной около 7 см и диаметром около 1 см сквозь пробки натянута две параллельные проволоки, не касающиеся между собой. Опилки насыпаны в трубку так, что они только немного ее не заполняют. Эта форма прибора очень удобна для опытов с грубым гальванометром и разрядом электрофора. Наклоном трубки можно регулировать величины сопротивления, так как в вертикальном положении порошок спрессовывается своим весом.

¹ O. J. Lodge. «On the Sudden Acquisition of Conducting — Power by a Series of Discrete Metallic Particles». *Phil. Mag.*, vol. 37.

2) Железные опилки, висящие на маленьком прямом магните в виде кисти, опирающейся на металлическую пластинку или чашку. В этом случае нити опилок уже образованы магнитными силами и электрический разряд только дает им проводимость. Подобная форма, как я потом узнал, была с успехом применена к измерительным опытам.¹

3) Наиболее удачная форма по значительной чувствительности, при достаточном постоянстве, выполнена следующим образом. Внутри стеклянной трубки, на ее стенках, приклеены две полоски тонкой листовой платины *AB* и *CD* почти во всю длину трубки (см. фиг. 1).



Фиг. 1

Одна полоска выведена на внешнюю поверхность с одного конца трубки, другая — с противоположного конца. Полоски платины своими краями лежат на расстоянии около 2 мм при ширине 8 мм; внутренние концы полосок *B* и *C* не доходят до пробок, закрывающих трубку, чтобы порошок, в ней помещенный, не мог, набившись под пробку, образовывать неразрушаемых сотрясениями проводящих нитей, как то случалось в некоторых моделях. Длина всей трубки достаточна в 6—8 см при диаметре около 1 см. Фиг. 1 представляет разрез трубки по диаметральной плоскости.

Трубка при своем действии располагается горизонтально, так что полоски лежат в нижней ее половине и металлический порошок вполне покрывает их. Однако лучшее действие получается в том случае, если трубка наполнена не более чем наполовину.

Во всех опытах как на величину, так и на постоянство чувствительности влияют размеры зерен металлического порошка и вещество его. Наилучшие результаты получаются при употреблении железного порошка, известного в продаже под названием «*ferrum pulveratum*»; железо, известное под названием «*ferrum, hydrogenio reductum*», дает

¹ Реферат в 1 вып. «Журнал Русск. физ.-хим. об-ва» (1895, стр. 17).

слишком большие величины сопротивления; более крупные опилки дают по временам очень большую чувствительность, но не постоянную. Довольно удовлетворительные результаты получаются с медным порошком, полученным восстановлением накаливаемого порошка окиси меди метиловым спиртом. Металлические опилки свеженапильные не годятся для опытов вследствие того, что имеют очень малое сопротивление; существование тонкого слоя окисла, по-видимому, необходимо для резкого изменения сопротивления.

Первая и третья формы прибора были употребляемы мною в опытах, служащих, как мне кажется, некоторыми аргументами в пользу поддерживаемого мной взгляда на явление. Желая получить более однообразия в строении порошка, я взял вместо опилок мелкую дробь, оказалось, что она представляет слишком большие величины сопротивления и не обнаруживает чувствительности к разряду, даже сильному и проходящему непосредственно через трубку. Поверхность этой дроби имела блестящий черный цвет, я освежил ее, встряхивая дробь в сосуде, стенки которого были покрыты стеклянной шкуркой; тогда дробь, помещенная в трубке с проволоками, давала сопротивление в десятки тысяч омов, но от разряда теряла проводимость, т. е. сопротивление трубки возрастало за 100 000 ом. Другого сорта дробь, поверхность которой имела вид графита, давала лучшую проводимость и всегда изменяла сопротивление в сторону уменьшения его. Первый сорт дроби содержал сурьму, сплав был жесткий; второй сорт был почти из чистого свинца.

Получив такой результат с дробью, я взял для испытания порошок истолченной сурьмы; как и другие свежеприготовленные порошки, он обладал очень большой проводимостью, но, будучи окислен нагреванием, он приобрел особенные свойства по отношению к разряду — его состояние было совершенно неустойчиво: сопротивление от разряда то увеличивалось, то уменьшалось. Случалось и так, что проводимость, приобретенная порошком от электрического колебания, при следующем разряде исчезала; только очень энергические разряды в слегка спрессованном порошке давали однообразный результат — именно уменьшение сопротивления.

Эти опыты, а также опыт с платиновым слоем (Бранли) и совершенная нечувствительность к разрядам угольного порошка (Лодж) при сопоставлении с опытами Спринга над свариванием раз-

личных металлов¹ при низких температурах наводят на мысль, что в порошках под влиянием разряда происходит связь между частицами такого же характера и от подобных же причин, как и в опытах Спринга над свариванием металлов. Сурьма оказывается неспособной к свариванию при температурах ниже плавления; платина сваривается с трудом и только при очень высоких температурах, а уголь сваривается только в вольтовой дуге.

В момент разряда через слабые контакты прикасающиеся частицы могут нагреться (т. е. получить значительные приращения в живой силе), несмотря на очень малую энергию разряда, потому что эта энергия выделяется мгновенно в весьма малом объеме вещества и как тепловая энергия, медленно рассеивается.

Для проверки такого взгляда я сделал еще опыт с окисью меди; порошок зернистой окиси меди был помещен между двух серебряных монет и для увеличения проводимости сжат; он оказался, как и следовало ожидать, нечувствительным к разряду; по крайней мере, его сопротивление не изменялось более 0,5%, каковое изменение при моих опытах можно было ясно заметить. Далее я испытал еще порошок медного колчедана (сернистая медь и железо) и случайно имевшийся у меня продукт, имеющий в металлургии название «белогоштейна» и содержащий главным образом сплавленную сернистую медь, — значит, способный плавится, но в то же время хрупкий и с кристаллическим строением. Эти порошки в трубке с платиновыми листочками обнаружили чувствительность: сопротивление их убывало, но амплитуда изменения при прочих равных условиях была значительно менее: сопротивление их изменялось в 2—3 раза под действием таких разрядов, под влиянием которых железные опилки меняли проводимость в 10—100 раз.

Отрицательные свойства платинового зеркала и порошка сурьмы мне кажутся понятными с этой точки зрения; слабые связи могут быть разрушены искрой и даже механическими силами, которыми сопровождаются энергические колебания в порошкообразной массе. По всей вероятности, отрицательные свойства можно придать значительным окислением поверхности и медному и железному порошкам, потому что в этих условиях образование сплошной нити металла будет затруднено, а дальнейшее окисление возможно.

¹ *W. Spring. Zeitschrift für Physikalische Chemie, v. XV, 65, 1894.*

Ограничиваясь описанием этих опытов, я опускаю различные попытки устроить прибор с достаточным постоянством чувствительности при малом числе контактов (цепочки, комбинации, аналогичные микрофонам, и т. п.); в подобных формах приборы могут достигать чувствительности, значительно превосходящей трубки с опилками, но постоянства чувствительности я пока не мог добиться.

Чтобы покончить с основным явлением, надо упомянуть еще о последних работах, касающихся этого явления. Ашкинас¹ нашел, что решетка, сделанная из тонкого листового олова, изменяет сопротивление на 2% от электрического колебания, и, казалось, надо было признать за электрическими колебаниями способность изменять строение проводников по крайней мере в поверхностном слое, но работы Хага² и Мицуно³ опровергают этот взгляд и сводят явления, наблюдаемые Ашкинасом, к разряду только что рассмотренных нами явлений. Добившись удовлетворительного постоянства чувствительности при употреблении трубки с платиновыми листочками и железным порошком, я поставил себе еще другую задачу: добиться такой комбинации, чтобы связь между опилками, вызванная электрическим колебанием, разрушалась немедленно автоматически.

Такая комбинация, конечно, удобнее, потому что будет отвечать на электрические колебания, повторяющиеся последовательно одно за другим. После некоторых попыток воспользоваться движением рамки гальванометра Д'Арсонваля для сотрясения трубки с опилками я пришел к более простым и верным средствам: употреблению вместо гальванометра телеграфного реле и обыкновенного звонка, как для объективного обнаружения действия электрического колебания на опилки, так и для разрушения проводимости опилок. Таким образом, был комбинирован прибор, к описанию которого я и перейду.

Прилагаемая схема (фиг. 2) показывает расположение частей прибора. Трубка с опилками подвешена горизонтально между зажимами *M* и *N* на легкой часовой пружине, которая для большей

¹ E. Aschkinass. *Verh. d. Phys. Gesellsch. zu Berlin. Jahr. 13, No 4.*

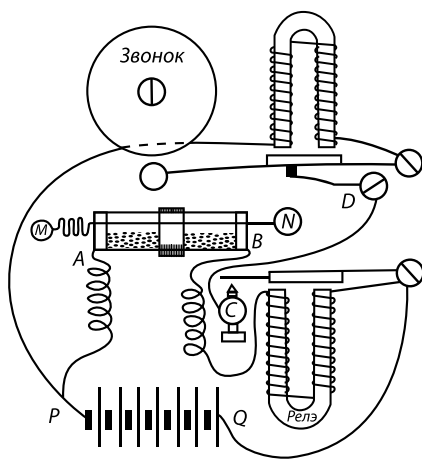
² H. Haga. *Wied. Ann., Band 56, p. 571, 1895.*

³ T. Mizuno. *Phil. Mag., v. 40, p. 497, 1895.*

эластичности согнута со стороны одного зажима зигзагом. Над трубкой расположен звонок так, чтобы при своем действии он мог давать легкие удары молоточком посредине трубки, защищенной от разбивания резиновым кольцом. Удобнее всего трубку и звонок укрепить на общей вертикальной дощечке. Реле может быть помещено как угодно.

Действует прибор следующим образом. Ток батареи в 4–5 в постоянно циркулирует от зажима *P* к платиновой пластинке *A*, далее через порошок, содержащийся в трубке, к другой пластинке *B* и по обмотке электромагнита реле обратно к батарее. Сила этого тока недостаточна для притягивания якоря реле, но если трубка *AB* подвергнется действию электрического колебания, то сопротивление мгновенно уменьшится, и ток увеличится настолько, что якорь реле притянется.

В этот момент цепь, идущая от батареи к звонку, прерванная в точке *C*, замкнется, и звонок начнет действовать, но тотчас же сотрясения трубки опять уменьшат ее проводимость, и реле разомкнет цепь звонка. В моем приборе сопротивление опилок после сильного встряхивания бывает около 100 000 ом, а реле, имея сопротивление около 250 ом, притягивает якорь при токах от 5 до 10 ма (пределы регулировки), т. е. когда сопротивление всей цепи падает ниже тысячи ом. На одиночное колебание прибор отвечает коротким звонком; непрерывно действующие разряды спирали отзываются довольно частыми, через приблизительно равные промежутки следующими звонками.



Фиг. 2

Чувствительность прибора можно характеризовать следующими опытами:

Прибор отвечает на разряды электрофора через большую аудиторию, если параллельно направлению разряда провести от точки *A* или *B* проволоку длиной около 1 м для увеличения энергии, достигающей опилок.

В соединении с вертикальной проволокой длиной в 2,5 м прибор отвечал на открытом воздухе колебаниям, произведенным большим герцевым вибратором (квадратные листы 40 см в стороне) с искрой в масле, на расстоянии 30 сажен.

Помещенный в цинковом замкнутом чехле прибор не отвечает на разряды, происходящие в непосредственном соседстве, даже и на искры между чехлом и кругом электрофора, но если вывести из чехла изолированную проволоку, соединенную с точкой *A* или *B*, то при конце, выдающемся из чехла на 10—15 см, прибор отвечает на колебания, производимые маленькими вибраторами Риги, Лоджа и т. п. на расстоянии 3—5 м; удлинение внешней части проволоки значительно увеличивает чувствительность.

Прибор очень чувствителен к разрядам между проводниками, находящимися в непосредственном металлическом соединении с цепью, содержащей трубку с опилками. Так, если соединить точку *A* или *B* со штифтом разрядного электроскопа, то прибор отвечает на всякий разряд листочков, происходящий при заряде электроскопа 300 в. Непосредственные разряды кружка или шарика, заряжаемых сухим столбом, дающим около 500 в, вызывают звонок при энергии заряда, меньшей 5 эрг.

Прибор отзывается на искру, образующуюся в момент перерыва в посторонней цепи, если эта цепь металлически соединена с цепью, содержащей опилки, например, если замыкать элемент Гренэ проволокой от зажима к зажиму и провести от одного зажима к точке *A* недлинный проводник. Если размыкаемая цепь содержит электромагнит, то действие искры размыкания может быть передано к прибору по весьма длинной проволоке. Самоиндукция и емкость в проводнике, передающем колебание, конечно, значительно ослабляют переданную энергию; поэтому искры в перерывах цепи звонка в точках *C* и *D* действуют на трубку с опилками, но слабо, искра в *D* даже не имеет значения, потому что в момент разрушения проводи-

мости опилок контакт в точке D замкнут. По этой причине расположение частей прибора, показанное выше, кажется единственным; при других расположениях легко может случиться неудача в том смысле, что проводимость, разрушенная ударом молоточка, восстановится под действием искры, происходящей в самом приборе, и звонок не прекратит звона.

Прибор, введенный на место телефона в одну из свободных линий на центральной станции, не отзывался ни на звонки, ни на разговорные токи соседних линий, ясно слышимые в телефоне, если последний ставили на месте моего прибора. Иногда он отвечал на короткие звонки, означающие конец разговора, и в момент подвешивания телефона на место в одной из соседних линий, но в эти моменты в цепях могли произойти быстрые колебания от образовавшейся искры.

По-видимому, прибор чувствителен и к медленным разрядам, проходящим через опилки, но только при более значительных энергиях: так, прибор отзывается на быстрые движения наэлектризованной эбонитовой палочки, производимые вблизи проводников самого прибора, но медленные движения на него не действуют. Ток, наведенный во вторичной обмотке индукционной спирали размыканием, при разряде через опилки непосредственно или с конденсатором, последовательно включенным в эту же цепь, всегда действует на опилки, вызывая достаточное уменьшение сопротивления; ток же, наведенный замыканием, действует заметно слабее, нерешительно. Подобный эффект, впрочем, согласуется с гипотезой, принятой мною выше. Прибор действует от разряда круга электрофора, в мокрый шнурок, около 1 м длиной, подвешенный к точке A или B , если шнурок смочен подкисленной водой, и не отзывается, если шнурок смочен дистиллированной водой.

В результате этих опытов можно сделать допущение, что всякий разряд через опилки может вызвать эффект уменьшения сопротивления, но величина эффекта зависит не от абсолютной величины энергии, выделенной в металлическом порошке, а от энергии, выделяемой в единицу времени, вернее — от быстроты выделения энергии, или от величины отношения энергия/время. Поэтому опилки более чувствительны к быстрым колебаниям при одинаковой величине энергии.

Прибор, обладающий такой чувствительностью, может служить для различных лекционных опытов с электрическими колебаниями и, будучи закрыт металлическим футляром, с удобством может быть приспособлен к опытам с электрическими лучами; во многих подобных опытах прибор, имеющийся в моем распоряжении, обладает излишней чувствительностью. Однако благодаря тому, что реле может изменять чувствительность в некоторых пределах, а также меняя число элементов батарей, желаемую степень чувствительности получить легко.

Другое применение прибора, которое может дать более интересные результаты, будет его способность отмечать электрические колебания, происходящие в проводнике, связанном с точкой *A* или *B* (на схеме), в том случае, когда этот проводник подвергается действию электромагнитных пертурбаций, происходящих в атмосфере. Для этого достаточно прибор, защищенный от всяких других действий, связать с воздушным проводом, проложенным вдали от телеграфов и телефонов, или же со стержнем громоотвода. Всякое колебание, переходящее за известный предел по своей интенсивности, может быть отмечено прибором и даже зарегистрировано, так как всякое замыкание контакта реле на схеме в точке *C* может привести в действие, кроме звонка, еще электромагнитный отметчик. Для этого достаточно один конец его обмотки присоединить между точками *C* и *D*, а другой — к зажиму батареи *P*, т. е. включить электромагнит в цепь параллельно звонку.

Испытание прибора в соединении с воздушной линией значительной длины даст несомненно более или менее интересные результаты. Лично мне случалось в течение одного лета на Урале¹ пользоваться удаленной от других телефонной линией, при этом в телефоне, когда бы ни пришлось взять его в руки, можно было слышать особенные ритмические звуки, а также очень часто шипение, свист и треск разряда; по свидетельству лиц, пользующихся этой линией, эти звуки слышны не только летом (я наблюдал их с мая по сентябрь), но и зимой; только зимой звуки менее вредят передаче речи, летом же иногда передача речи затрудняется ими.

¹ *Линия тянулась на протяжении 15 верст с запада на восток, вдоль горного отрога Урала, в Богословском округе.*

Пробное испытание регистрирующего прибора в соединении с громоотводом было сделано минувшим летом Г. А. Любославским в Лесном институте в С.-Петербурге.

На здании института среди других приспособлений, назначенных для наблюдений над направлением и силою ветра, была установлена небольшая, деревянная мачта, превышающая сажени на 4 стержни анемометров и флюгеров и снабженная на вершине обыкновенным наконечником громоотвода. Этот наконечник помощью проволоки, проведенной сначала по дереву мачты, а далее протянутой через двор на изоляторах в метеорологический кабинет, был соединен с прибором в точке А (фиг. 2). Точка В была присоединена к общему с другими метеорологическими приборами проводу, отведенному к земле при посредстве водопроводной сети. Регистрирующая часть состояла из электромагнита, к якорю которого было присоединено перо братьев Ришар, и из цилиндра той же фирмы с недельным оборотом. При этом оказалось, что прибор отвечал звонком и отметкой на всякое замыкание тока при наблюдении направления и силы ветра, потому что в сети проводников, соединенной с прибором общим проводом, идущим к земле, возбуждались в момент перерыва тока электрические колебания. Чтобы отличить эти отметки от других, произведенных атмосферным электричеством, наблюдатели, вызвавшие звонок, делали запись на цилиндре; это побочное действие на прибор было, однако, сохранено для того, чтобы быть уверенным в его исправности.

Прибор в пробном, не совсем исправном виде приводился в действие в последних числах июля н. ст., и затем в последних числах августа н. ст. и дал следующие результаты.

30 июля н. ст. По записям Главной физической обсерватории — гроза с 10^h40^m до 11^h40^m; по записи обсерватории Лесного института — гроза около 1 часа дня. Прибор дал ряд сливающихся между собой отметок, непрерывно следующих друг за другом на протяжении 40 мин. в пределах от 12 до 1 часа дня.

21 августа н. ст. На Главной физической обсерватории записано: гроза от 4^h50^m до 5^h50^m р. м. при ближайшем расстоянии 3 км в 5^h17^m и гроза от 8^h37^m до 9^h10^m вечера, ближайшее расстояние в 8^h40^m. Гроза записана наблюдателями Лесного института и зарегистрирована прибором рядом непрерывно следующих отметок с 4^h50^m до 8^h50^m вечера; в течение ночи прибор дал еще несколько отметок.

23 августа н. ст. Прибор дает непрерывную запись в 1^h15^m, продолжающуюся 25 мин., и другую запись после 9^h вечера продолжительностью 1 час 20 мин. Отметок о грозе и дожде не сделано *наблюдателями Лесного института.*

25 августа. Записи на приборе: 5^h45^m утра — продолжительность 20 мин.; отметки в 9^h10^m, в 10^h0^m, почти непрерывная запись от 10^h25^m а. т. до 7^h45^m р. т. В этот день отмечен дождь до полудня, в час дня и после полудня. По свидетельству студента-наблюдателя, в течение всего дня прибор давал звонки через 5—10 мин. Г. А. Любославский отсутствовал в этот день; по его наблюдению, этот день был жаркий, с большим количеством кучевых облаков. На Главной физической обсерватории отметок о грозе нет.

26 августа. Прибор дает отметки 4^h35^m утра, 5^h10^m утра, 8^h25^m вечера и 9^h45^m вечера; есть отметки наблюдателя о дожде ранним утром.

28 августа. Отметки: 9^h0^m утра и 12^h5^m; на последней отметке разбилась стеклянная трубка, содержащая опилки; в 12 час. отмечен наблюдателем дождь.

Прибор был снова приведен в действие в конце сентября старого стиля с изменением в регистрирующей части: недельный цилиндр заменен двенадцатичасовым, и запись делается на телеграфной ленте, наматывающейся на цилиндр. Скорость перемещения ленты при этом 23 мм в час; на ленте легко различить часто следующие друг за другом штрихи. Прибор стоит на прежнем месте, не защищен от действий на него метеорологических приборов, пользующихся электрическим током, и случайных разрядов при работах в физическом кабинете; поэтому, рассматривая записи прибора по часам, можно считать за несомненно происходящие от атмосферных разрядов только некоторые. Не подлежат сомнению отметки, сделанные в период времени от 11 час. ночи до 7 час. утра, так как в течение этого времени кабинет, в котором помещается прибор, и все соседние помещения здания закрыты. Такие отметки прибора существуют, например, 6 октября в 12 час. 45 мин. ночи и 5 час. утра.

В этом периоде можно отметить сутки 24—25 сентября. Двадцать четвертого сентября — день воскресный, кабинеты закрыты. 24 сентября есть отметки 8^h51^m утра и 5^h0^m, 5^h45^m, 6^h0^m вечера, в 5^h утром следующего дня и 9^h25^m утра. Отметки вечером 24 сентября были ожидаемы: я с Г. А. Любославским в это время находил-

ся в Петербурге, и Г. А., указав мне на резко очерченные облака, сходные по форме с грозowymi тучами, заметил, что очень любопытно — будет ли присутствие этих облаков отмечено прибором; позднее вечером этого дня был очень сильный дождь, имеющий характер летних ливней.

В половине октября испытания были прекращены вследствие необходимости некоторых изменений в пробном экземпляре. До сих пор работавшая при испытаниях батарея из 4 элементов Лекланше истошилась. В настоящее время прибор снова приведен в действие с батареей в 6 элементов Мейдингера.

При опытах с прибором в летний период необходимо, конечно, параллельно трубке с опилками ввести для безопасности гребенчатый громоотвод.

Кроме этого, считаю нужным прибавить еще некоторые замечания о регулировке собранного прибора. Звоник нужно урегулировать так, чтобы молоточек имел наибольший размах, а трубка с опилками должна быть помещена на такой высоте, чтобы она только что касалась молоточка, находящегося в покое, но не следовала за ним под действием своей пружины.

При таких только условиях прибор отвечает отчетливо — коротким звонком на отдельные колебания.

Основываясь на результатах, полученных при описанных выше испытаниях, можно выразить пожелание, чтобы лица, заинтересованные в наблюдениях над грозами, подвергли прибор более продолжительным и тщательным наблюдениям.

В заключение могу выразить надежду, что мой прибор при дальнейшем усовершенствовании его может быть применен к передаче сигналов на расстояния при помощи быстрых электрических колебаний, как только будет найден источник таких колебаний, обладающий достаточной энергией.

Кронштадт, декабрь, 1895 г.