

# НИКОЛА ТЕСЛА

колорадо-спрингс  
дневники  
1899–1900

Самара  
Издательский дом «Агни»  
2008

ББК 20г  
Т36

Издательство выражает признательность  
директору Музея Н. Теслы в Белграде Марии Сесич  
за активное участие и содействие в издании этой книги

Ответственный редактор *Г.Л. Бажуков*  
Научные редакторы  
доктор философских наук, профессор *Велимир Абрамович*  
кандидат технических наук *В.Д. Привалов*  
Перевод *Л.Б. Бабушкиной*

**Тесла Н.**

**Т36** Колорадо-Спрингс. Дневники. 1899–1900 — Самара: Издательский дом  
«Агни», 2008. — 460 с.: ил.

ISBN 978-5-89850-100-6

Книга представляет собой рабочий дневник Николы Теслы, в котором содержится исчерпывающее описание научных исследований в период с 1 июня 1899 по 7 января 1900 года. Автор тщательно регистрировал все данные экспериментов, возможно, опасаясь, что лаборатория может сгореть в результате работы с мощными электрическими разрядами.

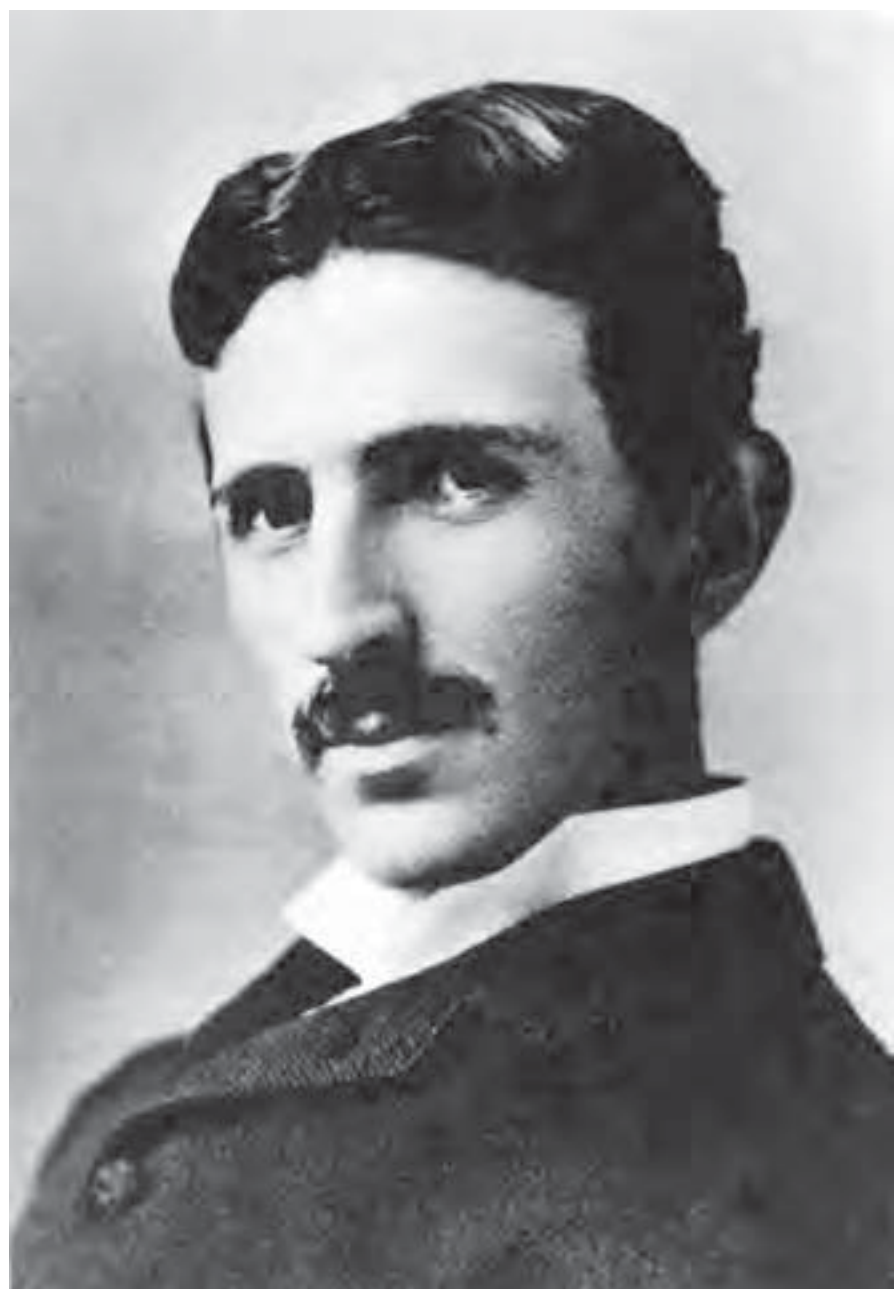
Судя по записям, ученый много времени посвятил передающему и приемному устройствам, производил измерения электромагнитного излучения электроразрядов в природе, изложил собственную теорию образования шаровых молний и мог создавать их на своих установках. С июня 1899 по июль 1900 года Тесла подал заявки на 7 патентов и опубликовал статью «Проблема увеличения энергии человечества», явившуюся конгломератом идей, взглядов и выводов, сформировавшихся после работы в Колорадо.

Дневники Николы Теслы на сербском языке увидели свет в 1976 году — к 120-й годовщине со дня его рождения и вызвали живой интерес у общественности. В 1978 году, переработанные и дополненные, они были изданы на английском языке также в Белграде. Эта книга — первый перевод Дневников на русский язык с английского.

ББК 20г

ISBN ISBN 978-5-89850-100-6

© Издательский дом «Агни», 2008



*Aurora Teena*

## ОТ ИЗДАТЕЛЯ

Выход в свет в Белграде Дневников в 1976 году в ознаменование 120-й годовщины со дня рождения Теслы вызвал у широкой читательской аудитории глубокий интерес к научной, исследовательской деятельности и необыкновенной жизни ученого. То первое издание на сербском языке было распродано в короткий срок. В течение следующих двух лет книга была доработана и подготовлена к печати на английском языке (Никола Тесла. *Колорадо-Спрингс. Дневники. 1899–1900*. Nolit, Belgrade, 1978).

Никола Тесла писал Дневники не для публики, скорее, для себя, чтобы определять направления своих исследований. Поэтому в процессе работы над рукописью потребовалось участие ряда экспертов. Корач, директор Музея Теслы, с момента его создания в 1952 году и до 1982 года, выступил с инициативой сделать перевод англоязычной рукописи Теслы и подготовить его для публикации. Музей выражает особую признательность за участие в этом проекте Павле Савичу, в то время президенту Сербской академии наук, Войину Поповичу, профессору Белградского университета, переводчикам и многочисленным научным сотрудникам.

Принимая во внимание тот факт, что рукопись Теслы не была опубликована при его жизни и содержит довольно много описаний экспериментов, его записи предваряет пространное предисловие, в которое вошли новые сведения о прибытии Теслы в Колорадо-Спрингс и его пребывании там, а также самые последние отклики, которые вызвала его научно-исследовательская работа.

Эксперименты Теслы того времени продолжают вызывать в научных кругах широкий интерес. В США были изготовлены два больших трансформатора Теслы, аналогичные описанному в Дневниках, начаты и другие работы, стимулом послужили исследования явлений шаровой молнии и другие феномены. Была опубликована и современная трактовка преобразователя Теслы с «дополнительной катушкой», имя Теслы появилось в различных средствах информации в связи с новейшими исследованиями в области передачи электромагнитных волн сверхнизких частот, где говорилось, что в их основе лежат работы Теслы в Колорадо-Спрингс.

Исследовательская работа Теслы в области радио неожиданно прервалась в начале века не из-за недостатка идей или отставания в разработке новых технологий, но, скорее, вследствие способа финансирования работ, когда Тесла прибегнул к помощи учредителей, которые, как оказалось, не

проявили интереса к его замечательной идее беспроводной передачи энергии «в количествах, значимых не только для передачи слабых сигналов». Дневники Теслы раскрывают его непостижимое и необыкновенное творческое воображение или, цитируя В. Корача, «...эти Дневники высвечивают то, что отличает Теслу от всех других исследователей: его созидательный дух, столь часто сбивающий с толку, изумляющий или вызывающий протест у многих современников, даже у отдельных наиболее компетентных специалистов, которые, по-видимому, считают, что некоторые идеи Теслы могли бы относиться к сфере несбыточных иллюзий, чем к признанным научным направлениям. В этом Тесла разделил участь величайших и прозорливейших исследователей».

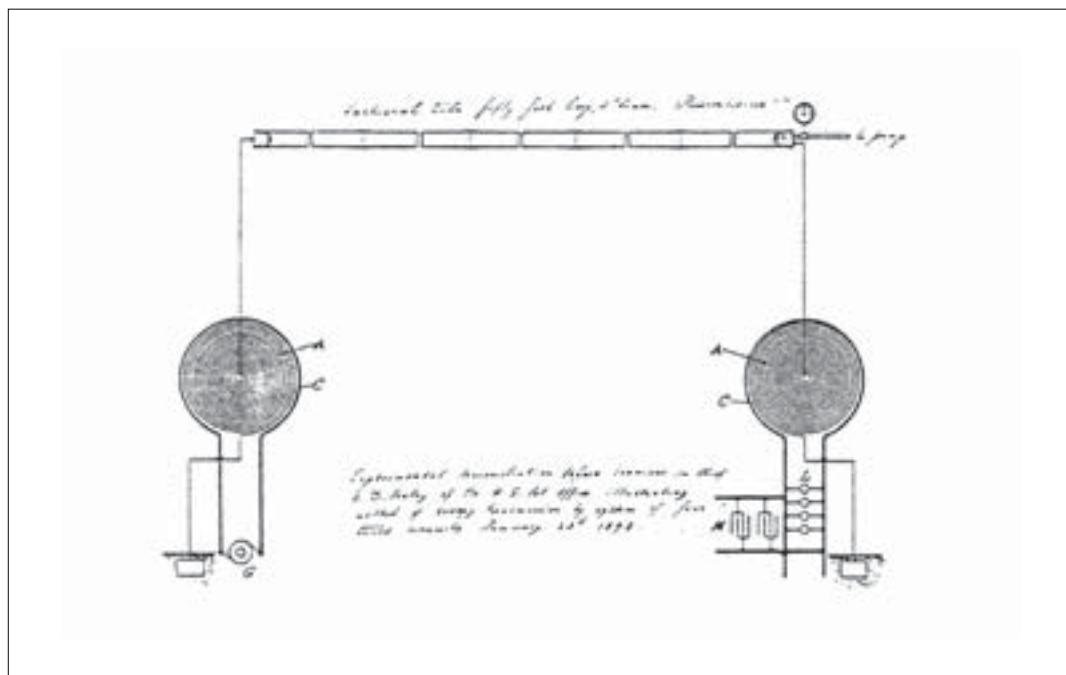
Подготовив к изданию Дневники, Музей Николе Теслы продолжил традицию опубликования материалов своего богатого архива, охватывающих чрезвычайно важный период в научно-исследовательской работе ученого, когда он закладывал основы радиотехники. Как подтверждают многочисленные факты, вплоть до настоящего времени понимание и признание идей Теслы и методов решения проблем отставали от темпов их реализации; зачастую случалось так, что его оригинальные идеи находили признание лишь в период их повторного открытия, в той или иной степени непредумышленно связанного с ранее написанным или запатентованным Теслой. Мы надеемся, что настоящее издание Дневников послужит новым стимулом для дальнейшего изучения вдохновенных идей и фундаментальных работ Николе Теслы.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

1898 год стал кульминационным в творческом порыве Николы Теслы в исследовании токов высокой частоты. Первые же шаги, в сущности первого в мире исследователя в этой области – с момента зарождения отправных концепций в 1890 году, – позволили Тесле, создать шедевры, в ряде случаев непревзойденные и поныне. Даже утрата лаборатории на Пятой авеню в 1895 году не остановила его исследовательское рвение надолго; несмотря на тяжесть потери, он вскоре продолжил работу в новой лаборатории на Хьюстон-стрит в Нью-Йорке и с не меньшей энергией устанавливал дотоле неизвестные закономерности и на их принципиальной основе создавал всё более сложные устройства.

Созданная Теслой многофазная система переменных токов решила проблему эффективной передачи и использования электрической энергии. Начав экспериментировать с токами высокой частоты, Тесла почти сразу же предсказал их огромные возможности в беспроводной передаче «энергии или сигналов». Оттолкнувшись от идеи, зародившейся у него в период между 1891 и 1893 годами, Тесла так быстро продвигался вперед, что в 1897 году подал заявку на два патента: принцип беспроводной передачи электрической энергии и на оборудование для этого. Несколько ранее, на торжествах по случаю сдачи в эксплуатацию гидроэлектростанции на Ниагаре, в тот период, когда мир осваивал применение многофазной системы, что дало возможность впервые в истории осуществлять передачу электрической энергии на расстояние, Тесла сказал следующее: «Прогресс в этой области (т.е. в передаче энергии) вселяет в меня надежду на то, что я еще смогу увидеть воплощение моей заветной мечты: передачи энергии от станции к станции без применения каких бы то ни было проводов».

Верный своему принципу проверки теории экспериментальным путем, Тесла строил в своих лабораториях мощные генераторы токов высокой частоты и занимался их изучением, используя при этом метод беспроводной передачи энергии и предназначенное для этого оборудование. Среди документов, хранящихся в Музее Николы Теслы в Белграде, была обнаружена фотография с подлинного негатива Теслы, подтверждающая, что эксперимент, описанный в его патенте «Метод передачи электрической энергии», был действительно проведен, более того, в присутствии главного инспектора Патентного бюро. Для перепроверки способа беспроводной передачи энергии «с использованием электропроводимости Земли и атмосферных слоев» в глобальном масштабе Тесле требовались высокое напряжение и более обширное пространство (в



*Ил. 1. Схема устройства, осуществляющего передачу электрической энергии через разреженный газ (подлинный диапозитив Теслы из Музея Николы Теслы в Белграде). Демонстрация опыта в присутствии главного эксперта (фамилия – неразборчиво) из Патентного ведомства США с целью иллюстрации метода передачи энергии с помощью системы четырех резонансных контуров. 23 января 1898 года*

своей лаборатории на Хьюстон-стрит он получал напряжение от 2 до 4 МВ с помощью трансформатора с катушкой диаметром 244 см), поэтому в конце 1898 года он начал подыскивать подходящее место для новой лаборатории. В середине 1899 года Тесла остановил свой выбор на плато на высоте около 2000 метров вблизи Колорадо-Спрингс, где построил деревянный ангар, достаточно большой, чтобы в нем поместились высокочастотный трансформатор с катушкой диаметром 15 м.

Прибытие Николы Теслы в Колорадо-Спрингс было отмечено в местной газете «Evening Telegraph» за 17 мая 1899 года сообщением, озаглавленным «Никола Тесла «позвонит» во Францию». Подзаголовок информировал читателей о том, что «в полдень в город прибыл гений в области электричества для исследования проблем, связанных с беспроводным телеграфом и ролью верхних слоев атмосферы». В заявлении, сделанном по прибытии в отель «Alta Vista», он сообщил корреспонденту газеты, что «намеревается посылать сообщения из Пайкс-Пик в Париж». Он разместил свой офис в отеле, где и ожидал прибытия двух ассистентов с большим количеством разнообразного

оборудования. Тесле был оказан радушный прием в лице его давнишнего друга Леонарда Куртиса из адвокатской фирмы «Холл, Престон и Баббитт», ранее работавшего в фирме «Карр, Куртис и Пейдж» в качестве поверенного в делах Теслы во время пребывания последнего в Нью-Йорке. В тот период Нью-Йоркское отделение фирмы Куртиса представляло интересы Теслы во всех важных судебных процессах, связанных с получением патентов.

2 июня 1899 года «Evening Telegraph» вновь поместила краткое сообщение о работе Николы Теслы, озаглавив его: «Станция Теслы в полной готовности». К этому времени Тесла завершил строительство деревянного ангара площадью примерно 50 на 60 футов, около 18 футов высотой, с двумя окнами и большой дверью. По-видимому, Тесла сам был главным «архитектором», и его уверенность в том, что ураганы не нанесут вреда этому сооружению, вызвала у газетного репортера комментарий следующего содержания: «Господин Тесла – великий ученый, но слабый архитектор». Как бы то ни было, но ураганы никогда не чинили препятствий работе Теслы, а ангар простоял еще пять лет после его отъезда.

В конце июля Тесла уже проводил различные эксперименты в обстановке полной секретности, не допуская в лабораторию никого, кроме своих помощников. Он сообщил корреспонденту газеты «Evening Telegraph», «что не будет заниматься беспроводным телеграфом, потому что уже достаточно над этим поработал». Он проводил опыты главным образом ночью вследствие доступности электрической энергии, которую получал от городской электрической компании. 7 октября городская газета опять опубликовала интервью с Теслой, где говорилось о том, что он разработал новый метод в телеграфии, который, в отличие от любого иного (включая и метод Маркони), исключает какие бы то ни было помехи и перехваты сообщений. Новый принцип действия телеграфа описан в его Дневнике за 27 июня 1899 года. Прозвучавшее в беседе с корреспондентом и вызвавшее интерес сообщение о том, «что он собирается разработать установку, позволяющую передавать от 1500 до 2000 слов в минуту» совсем не упоминается в его Дневнике. На вопрос об эксперименте Маркони Тесла ответил: «У меня нет времени заниматься этой проблемой, но я удовлетворен тем, что к ней проявляют интерес. Вам должно быть ясно, что в опытах Маркони нет ничего нового. Его эксперименты интересны, вот и всё. Я доволен тем, что его опыты, как сообщают, проходят успешно, но установка и все ее компоненты, о чем я ранее уже говорил, имеют один фатальный дефект – их нельзя использовать, если в радиусе 200 миль от источника работают мощные электродинамические приборы. При таких условиях никакой обмен сообщениями невозможен».

Судя по сообщениям в «Colorado Springs Gazette» за 30 октября 1903 года, Тесла намеревался посетить город, его лаборатория всё еще находилась там. 6 апреля 1904 года вышеупомянутая газета написала, что Тесле предъявлен иск об оплате счета за электричество за период с 1 июня 1903 года по 31

марта 1904 года, кроме того ему был также выслан счет за потребление воды. 2 июля 1904 года «Colorado Springs Gazette» сообщила, что лаборатория Теслы продана по стоимости деревянного строения. Приборы были вынесены и складированы, так что Тесла мог забрать их. Постройка была продана Мэддоксу. Таким образом, спустя пять лет лаборатория Теслы прекратила свое существование.

Как сообщалось в филаделфийском издании «Engineering Mechanics», Тесла прибыл в Колорадо-Спрингс 18 мая 1899 года, чтобы ускорить исследования в области беспроводного телеграфа и свойств высоких атмосферных слоев. В статье «Передача электрической энергии без проводов» в 1904 году Тесла сформулировал цели своего приезда в Колорадо-Спрингс следующим образом: 1) Проанализировать работу мощного генератора токов высокой частоты; 2) Разработать способ индивидуализации и изоляции передаваемой энергии; 3) Определить закономерности передачи токов через землю и атмосферу.

До приезда в Колорадо-Спрингс Тесла около 10 лет занимался исследованиями в области токов высокой частоты. По возвращении из Питсбурга, где он некоторое время работал консультантом в компании Вестингауза, во всех деталях продумал свою многофазную установку и приступил к строительству генератора переменных токов, токов более высокой частоты, чем применялись в производстве. В 1890 году он подал две патентные заявки на два типа генераторов, вырабатывающих ток с частотой, превышающей 10 килогерц. Один из патентов имел отношение к «беззвучному» дуговому разряду, но это было только начало нового применения переменных токов, вскоре получивших название «токов Теслы». В истории электротехники генераторы Теслы занимают особое место; они послужили прототипом генераторов, которые около четверти века спустя стали применяться как источники питания для мощных радиостанций, а позднее – для индукционного нагрева.

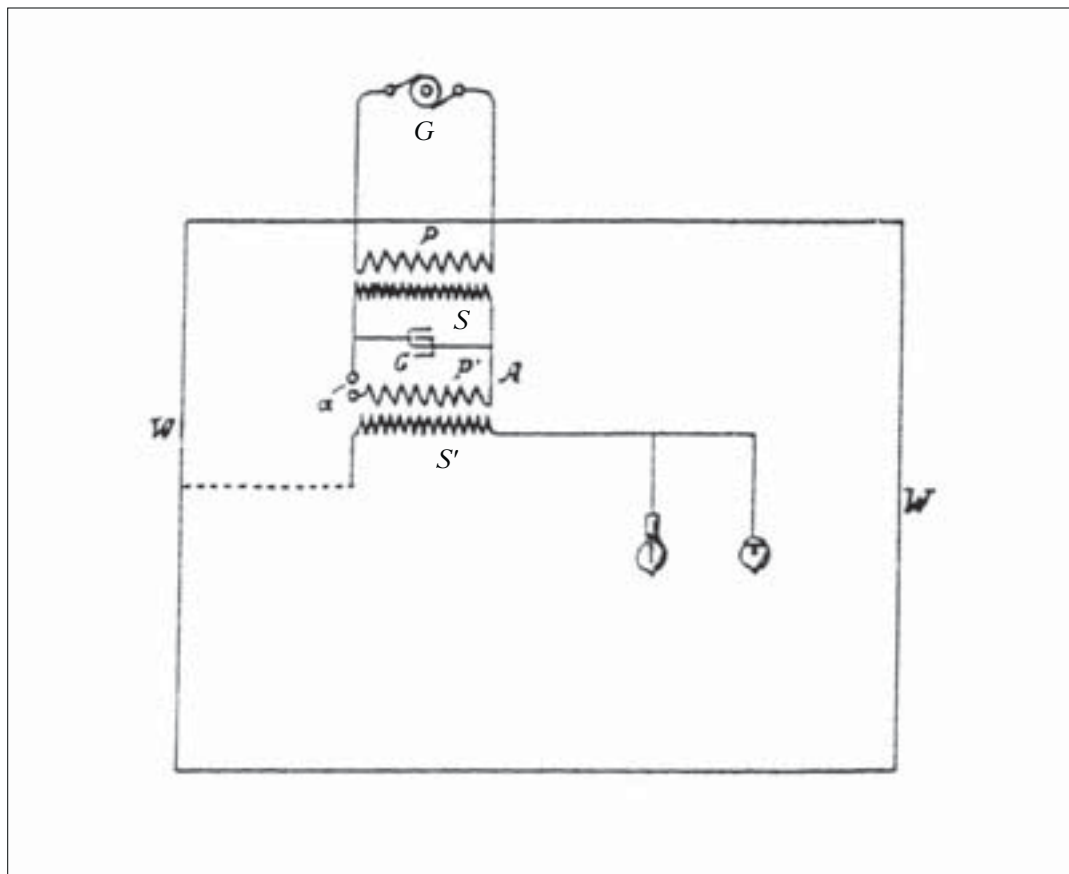
В самом начале своих исследований в области токов высокой частоты Тесла обнаружил их особые физиологические воздействия и указал на возможность применения в медицине. Он много работал над использованием высокочастотных токов для электрического освещения с помощью трубок различных форм и конструкций с разреженным газом. В течение 1891 года ученый публиковал результаты своих исследований в журналах, регистрировал их в патентах и изложил в своей знаменитой лекции, прочитанной для сотрудников Американского института электроинженеров в Колумбийском университете. Лекция, предназначенная для видных специалистов в области электротехники, а также впечатляющие эксперименты способствовали широкому признанию его идей и вскоре принесли ему мировую известность. Демонстрация Теслой свечения в трубках с разреженным газом, не присоединенных проводами ни к какому источнику питания, явилась самым первым опытом беспроводной передачи энергии и первым шагом на пути осуществления идеи, которой он

посвятил большую часть своей жизни. Мощное электрическое поле, в котором трубка с разреженным газом начинает ярко светиться, образуется между пластинами конденсатора, соединенного со вторичной обмоткой высокочастотного трансформатора. Первичная обмотка трансформатора соединена через конденсатор с генератором переменного тока *высокой частоты*. Режим работы всей установки был оптимальным, когда в первичной и вторичной обмотках трансформатора создавались условия для резонанса. Тесла применял резонансный трансформатор также и с искровым осциллятором и пришел, таким образом, к созданию устройства для простого и эффективного генерирования токов высокой частоты из постоянного или переменного низкочастотного тока. Искровой осциллятор сыграл чрезвычайно важную роль в развитии метода получения переменных токов высокой частоты. Это было устройство, которое, спустя лишь несколько лет, заняло свое место почти во всех физических лабораториях под названием «катушка Теслы».

Хронологически высокочастотный осциллятор Теслы с искровым разрядником и трансформатором без стального сердечника впервые был описан им в патенте № 454622 от 23 июня 1891 года под названием «Установка для электрического освещения» (на рассмотрение представлен 25 апреля 1891 года). Осциллятор преобразовывал низкочастотные токи в токи «высокой частоты и очень высокого напряжения» и применялся для подачи питания к однополюсным лампам (ил. 2). В цепь генератора входит сетевой трансформатор  $PS$ , подающий высокое напряжение для зарядки конденсатора. Когда напряжение в конденсаторе достигает величины напряжения пробоя воздушного слоя искрового разрядника  $a$ , конденсатор  $C$  разряжается через первичную обмотку высокочастотного трансформатора  $P$ . Колебательный контур  $CP'$  замыкается посредством искры, и возникают колебания. Явление разряда конденсатора в этом случае носит иной характер, чем разряд конденсатора через катушку с термогенным сопротивлением, исследованием которого занимался Генри\* и который уже был известен во времена Теслы. В генераторе Теслы энергия высокочастотных колебаний первичной обмотки постепенно перетека-

---

\* В 1842 году Генри обратил внимание на необычное явление намагничивания железной иглы разрядом тока от лейденской банки. Позднее Гельмгольц объяснил это явление и пришел к выводу, что электричество, вероятно, переходит от одной к другой пластине конденсатора, пока не установится равновесие. Математическая формула разрядов от лейденской банки через катушку с учетом потерь была опубликована лордом Кельвином в 1853 году. Комментируя вывод, он установил, что разряд от лейденской банки будет генерировать колебания по формуле  $\frac{1}{4C} > \left(\frac{R}{2L}\right)^2$  ( $L$ ,  $C$  и  $R$  обозначают индуктивность, емкость и сопротивление цепи соответственно) с частотой, определяемой выражением  $\omega = \sqrt{\frac{1}{4C} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}$ . При условии малых потерь ~~в цепи~~  $\sqrt{\frac{1}{LC}}$  может быть применена упрощенная формула  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ , часто встре-



*Ил. 2. Установка для электрического освещения*

ет на вторичную обмотку. Во вторичной цепи задействованы распределенная емкость вторичной обмотки и емкость проводов и объектов, подключенных к вторичной обмотке. Следовательно, вторичная обмотка является также колебательным контуром. По прохождении энергии от первичной цепи к вторичной остаточная энергия возвращается в первичную цепь и снова переходит во вторичную и т.д. до тех пор, пока энергия не уйдет в потери до такой степени, что искровые разряды в цепи первичной обмотки исчезнут. Тогда начнется новый цикл наполнения конденсатора  $C$  от источника питания  $G$  через сетевой трансформатор. В 1895 году Обербек представил теоретическое обоснование генератора Теслы, которое позволяет глубже понять процесс, происходящий в высокочастотном генераторе.

---

чающаяся в дневниковых записях, известная как выражение Томсона. Экспериментальное исследование природы колебаний искрового разряда конденсатора было впервые проведено Феддерсеном в 1858 году с помощью вращающегося отражателя.

В лекции, прочитанной в Английском электротехническом институте в феврале 1892 года, затем еще раз в Королевском научном обществе в Лондоне, а после этого в Париже, Тесла сообщил новые данные о своих искровых генераторах и о дальнейших исследованиях в области токов высокой частоты.

В этой лекции Тесла подробно описал конструкцию высокочастотного трансформатора без железного сердечника и указал на то, что электрическое напряжение вторичной обмотки нельзя определить, исходя из соотношения витков первичной и вторичной обмотки. Кроме того, увлеченно занимаясь проблемой искрового разрядника, он представил несколько предложений по их устройству (некоторые из них были позднее приписаны другим изобретателям). Описывая устройства, с помощью которых он проводил эксперименты в ходе упоминавшейся выше лекции, он предложил новые способы быстрого гашения искры посредством сильного магнитного поля, сжатого воздуха, последовательно соединенных искровых разрядников и единичного или последовательно соединенных разрядников – обычных или с вращающимися поверхностями.

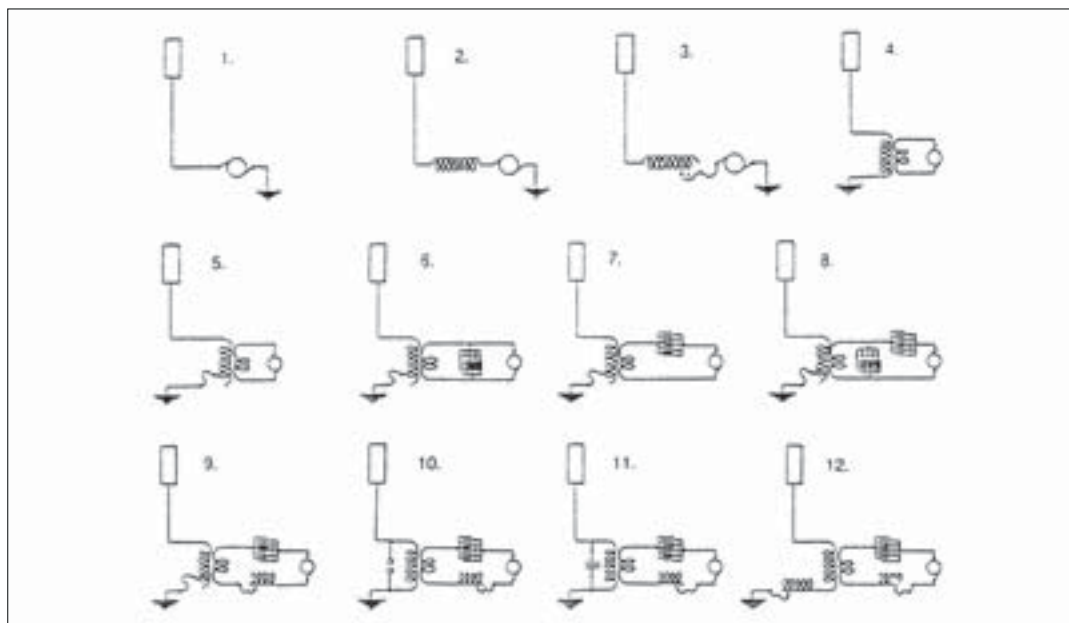
В лекции говорилось о том, каким образом следует регулировать емкость в первичном и вторичном контурах высокочастотного трансформатора для получения максимального эффекта, чему «в прошлом», как сказал Тесла, «уделялось недостаточное внимание». Тесла экспериментально подтвердил, что напряжение во вторичном контуре можно повысить путем увеличения емкости в такой степени, в какой она «компенсирует» индуктивность вторичного контура (резонансного трансформатора). Он представил несколько ламп с одним электродом, соединенным с вторичным контуром, дал описание своей знаменитой трубки с кистевым разрядом и высказался по поводу ее возможного применения в радиотелеграфии. Здесь же он убедительно пояснил, что токи высокой частоты с легкостью проходят сквозь разреженный до определенной степени газ и указал на возможность применения этой их способности для питания двигателей и ламп на значительном расстоянии от источника питания. В такой передающей системе роль высокочастотного резонансного трансформатора была бы весьма существенной.

Представленная на иллюстрации 3 схема относится к раннему периоду работы Теслы с токами высокой частоты. Копия отпечатана с подлинного диапозитива 1891–1892 годов, обнаруженного в архивах Музея Николы Теслы. В соответствии с заглавием, написанным Теслой, схема представляет собой иллюстрацию различных способов применения высокочастотного генератора переменного тока в первых экспериментах, проведенных в лаборатории на Гранд-стрит в 1891–1892 годах. Лишь некоторые из этих схем были опубликованы в печатных изданиях. Отсюда следует, что это важный документ, проливающий свет на плодотворный, но недостаточно известный период успешного воплощения изобретений Теслы. Его чертежи, к примеру, дают понять, что Тесла уже на начальном этапе вводил высокочастотный трансформатор в

разомкнутую цепь антенны. Тип подключения, представленный на иллюстрации 3 под номером 4, появляется позднее в двух патентах за 1897 год, представляющих установку Теслы и метод беспроводной передачи электрической энергии (искровой излучатель Теслы указывается в этих патентах в качестве альтернативы генератору токов высокой частоты).

В феврале 1893 года Тесла прочитал свою третью лекцию о токах высокой частоты в Институте Франклина в Филадельфии. Он повторно выступил с этой же лекцией в марте 1893 года перед Национальной ассоциацией электрического освещения в Сент-Луисе. Наиболее важной частью лекции было описание устройства «для передачи сигналов или, вероятно, даже энергии на любое расстояние без применения проводов». Эти выступления Теслы часто расценивались как основной план развития радиотехники, так как в них изложены принципы и понятия первостепенного значения. Таковыми являются принцип настройки резонанса для повышения чувствительности и избирательности приема; индуктивная связь между входными и рабочим контурами; антенная система, в которой антенна имеет емкостный характер. Кроме того, Тесла безошибочно уловил значение правильно подобранной частоты высокочастотных токов и положительную роль незатухающих токов в осуществлении передачи сигналов на большие расстояния.

В период с 1893 по 1898 годы Тесла подавал заявки и получил семь американских патентов на высокочастотный излучатель в целом, один патент



*Ил. 3. Способы подключения генератора переменного тока к системе «Антенна – земля» (подлинный диапозитив Теслы)*

на высокочастотный трансформатор и восемь на различного типа электроискровые источники и вращающиеся прерыватели. В опубликованной позднее статье Тесла представил итоговый отчет о своей работе с высокочастотными излучателями, в котором говорилось, что в течение восьми лет изысканий, начиная с 1891 года, он создал не менее 50 типов такого рода излучателей, способных работать на постоянных или переменных низкочастотных токах.

Параллельно с работой по усовершенствованию высокочастотных излучателей Тесла с полной отдачей исследовал области применения токов высокой частоты. Широко известны его работы, касающиеся внедрения в практику приборов, генерирующих рентгеновские лучи, о которых он рассказывал в ряде статей в период с 1896 по 1897 год и в своей лекции в Нью-Йоркской академии наук. Он говорил о возможных способах применения в медицине высокочастотных излучателей, выступая с лекцией перед Американской электротерапевтической ассоциацией в Буффало в сентябре 1898 года. Заслуживает внимания и его патент, полученный в том же году, под названием «Способ и механизм управления для движущихся судов и автомобилей». В этом патенте изложены основы телемеханики – отрасли, которая получила свое развитие спустя многие десятилетия после открытия Теслы.

2 сентября 1897 года Тесла сделал заявку на патент № 650343, которая позднее была поделена\* и зарегистрирована под № 645576 от 20 марта 1900 года и № 649621 от 15 мая 1900 года. В отличие от всех других исследователей в области радиотехники, которые работали с ослабленными токами высокой частоты и на очень больших частотах, Тесла исследовал область более низких частот установившихся токов высокой частоты. И когда прочие пытались усовершенствовать, главным образом, устройство Герца с искровым излучателем в антенном контуре (Лодж, Риги, Попов, Маркони и другие) и отдавали предпочтение приемнику с чувствительным когерером (Бренли, Лодж, Попов, Маркони и другие), Тесла работал над идеей, зародившейся в 1892–1893 годах. Насколько он преуспел в практическом осуществлении беспроводной передачи электрической энергии еще до своего приезда в Колорадо-Спрингс, можно судить по его патенту № 645576 и схеме на иллюстрации 1.

Разрабатывая идею беспроводной передачи энергии в глобальном масштабе, Тесла исходил из понимания того, что газ при небольшом давлении является превосходным проводником токов высокой частоты. При высоком

---

\* Для истории радиотехники особое значение имеет второй из двух патентов, защищающий право на применение беспроводной передачи энергии, известный как «Система четырех резонирующих контуров». Этот патент был субъектом долгого судебного разбирательства, начатого Маркони против Соединенных Штатов и закончившегося в 1943 году в пользу Теслы и аннулировавшего американский патент Маркони за № 763772, зарегистрированный в 1904 году, потому что в нем не было ничего нового по сравнению с патентами Лоджа, Теслы и Стоуна.

напряжении давление, при котором газ начинает хорошо проводить ток, выше, таким образом, по мнению Теслы, не было нужды в проводнике, поднятом на высоту до 15 миль, потому что токопроводящих атмосферных слоев можно достичь при значительно меньшем подъеме проводника (фактически это антенна). «Коротко говоря, мое изобретение (цитата из патента 645576), основанное на этих открытиях, предполагает генерирование в одном месте электрического потенциала такого свойства и величины, что он вызывает протекание тока через высокие атмосферные слои от местонахождения источника до отдаленного места приема и потребления энергии». Иллюстрация 1 служит доказательством того, что Тесла проводил эксперименты по передаче энергии через разреженный газ в присутствии представителя Патентного бюро США. Патент свидетельствует, что давление в трубке колеблется от 120 до 150 мм рт. ст. При таком давлении и настроенных контурах эффективная передача энергии достигается при напряжении от 2 до 4 миллионов В на антенне передатчика. В патентной заявке Тесла ходатайствовал о защите авторских прав на подобный метод при условии, что земля должна использоваться в качестве вторичного проводника\*.

В Колорадо-Спрингс Тесла пробыл почти год. Из статей, публиковавшихся в журналах «American Inventor» и «Western Electrician», можно получить некоторые сведения о его работе и полученных в то время результатах. В них говорилось, к примеру, о том, что в 1900 году Тесла планировал передать электрические сигналы в Париж беспроводным способом. В ноябре 1899 года

---

\* В конце восьмидесятых годов XIX века научные знания о радиоизлучении и распространении электромагнитных волн были весьма скудными. После опубликования результатов исследований Герца в 1888 году, которые содержали доказательства теории Максвелла о динамике электромагнитного поля, стало распространяться мнение, что электромагнитные волны ведут себя так же, как световые волны, и перемещаются прямолинейно. Такой подход приводил к пессимистическому выводу о радиусе действия радиостанций, вскоре отвергнутому после экспериментов, проведенных с системой «Антенна – земля» в соответствии с электрической схемой Теслы 1893 года. Тесла, как обычно, не согласился с выводом, что существует лишь один способ распространения «электрических колебаний» без проводов – прямолинейно, так как он был убежден, что земля является хорошим проводником, посредством которого можно будет передавать электрическую энергию. Он предвидел несомненно важную роль атмосферных слоев, обладающих высокой проводимостью, в «глобальной» системе беспроводной передачи электрической энергии. Весьма интересно, что с самого начала считалось, что перемещение радиоволн носит некий особый характер, но затем эта точка зрения была предана почти полному забвению, и о ней не вспоминали до недавнего времени. В пятидесятые годы XX века работы Шумана, Бреммера, Баддена, Уэйта, Гейлиса и других трактовали перемещение электромагнитных волн сверхнизких частот (от 6 до 30 герц) и очень низких частот (от 3 до 30 килогерц) в полном соответствии с основными постулатами Теслы.

сообщалось, что Тесла успешно продвигается вперед в усовершенствовании своей установки беспроводной передачи, и что посылаемые им сигналы не интерферируют. В феврале 1900 года появилось сообщение, что Тесла вернулся в Нью-Йорк.

Исчерпывающее описание научных исследований в период с 1 июня 1899 года по 7 января 1900 года содержится в Дневниках, где Тесла ежедневно делал записи от руки. В отличие от многих других рукописей, хранящихся в архивах Музея Николы Теслы в Белграде, Дневники в Колорадо-Спрингс велись постоянно и тщательно систематизированы, хотя Тесла не планировал их публиковать. Скорее всего, записи велись для регистрации результатов исследований. Возможно, это делалось из предусмотрительности, на случай уничтожения его лаборатории, что легко могло произойти из-за опасных экспериментов с мощными электрическими разрядами. Часть дневниковых записей Тесла отправил в Патентное бюро США, что подтверждается тем, что некоторые страницы с оборотной стороны листа проштампованы. Иногда Тесла не делал никаких записей, но в начале соответствующего месяца он обычно объяснял причину.

Судя по записям, Тесла посвящал большую часть своего времени передающему устройству, в частности генератору высокочастотных токов большой мощности (около 56%), далее приемникам слабых сигналов (приблизительно 21%), измерению емкости вертикальной однополюсной антенны (около 16%) и другим различным научным изысканиям и исследованиям (примерно 6%). Он разработал конструкцию большого высокочастотного излучателя с тремя колебательными контурами, потенциал которых достигает 10 миллионов вольт, опробовал различные варианты приемных устройств с одним или двумя когерерами со специальными контурами смещенного возбуждения, производил измерения электромагнитного излучения электрических разрядов в природе, разработал измерительные методики в радиотехнике, продумывал устройства модулятора, антенн с параллельным питанием и т.д. Он также изложил свою теорию образования шаровых молний и мог создавать их искусственным путем.

Часть разработок, завершенных в Колорадо-Спрингс, Тесла представил в патентах и статьях. В период с июня 1899 года по июль 1900 года Тесла представил заявки на 7 патентов и опубликовал пространную статью, озаглавленную «Проблема увеличения энергии человечества».

За несколько дней до отъезда из Колорадо-Спрингс Тесла пригласил фотографа, который сделал ряд снимков наружного вида лаборатории и ее интерьера. Составил описания в общей сложности к 63 фотографиям, значительная часть которых демонстрировала его огромный трансформатор в действии и большое количество стримеров и искровых разрядов, вырывающихся из «дополнительной» катушки. Он, должно быть, получал удовольствие, глядя на эти мощные разряды, сопровождаемые громом и искровыми вспышками

длиной несколько десятков метров. В то время генератор с катушкой Теслы был уже широко известен и применялся в различных целях, но Тесла опередил всех в исследованиях сверхвысоких напряжений на своем гигантском трансформаторе. По окончании работ в Колорадо-Спрингс он опубликовал некоторые фотографии как иллюстрации для нескольких статей, и они вызвали бурю энтузиазма и изумления, подобно тому, как это было после его лекций в Америке, Англии и Франции в 1891–1893 годах. Увидев фотографии Теслы, великий немецкий ученый Слейби написал, что опытные приборы других исследователей всего лишь игрушки по сравнению с аппаратами Теслы.

Описание фотографий в его Дневниках сопровождается подробным описанием работы излучателя. Сами фотографии выполнены профессионально и убедительно свидетельствуют о масштабах экспериментов. Чтобы получить такие фотографии, Тесла прибегнул к фотомонтажу. Сначала был сделан снимок действующего аппарата, а затем сидящего человека. Он утверждал, что видел яркие пятна на некоторых фотографиях – огненные шары, и описал процесс их формирования. Изучение и получение шаровой молнии не было целью научно-исследовательской работы Теслы в Колорадо-Спрингс, но, по его словам, это были особые эксперименты, «интересные с научной точки зрения», которыми он занимался, если располагал временем.

Некоторые страницы Дневников Тесла использовал для составления патентных описаний, которые он представлял на рассмотрение в период с 1899 по 1902 годы. Тесла практиковал постоянное ведение записей, которые, вероятно, служили памяткой для написания документов в тот период, когда он официально объявлял о своих изобретениях.

В Дневнике имеется несколько интересных описаний природы в окрестностях лаборатории и некоторых необычных метеорологических явлений, но всё это имело отношение к прошлым или будущим исследованиям.

В 1900 году в «The Century» вышла большая статья Теслы, «Проблема увеличения энергии человечества», в которой он высказывает свои взгляды и делает ряд выводов, сформировавшихся в результате работы в Колорадо-Спрингс. В 1902 году, выступая в суде, он рассказал, как писал эту статью, в следующих словах: «The Century» настаивал, чтобы я написал обещанную статью, но это потребовало всех моих сил. Я понимал, что это должна быть историческая статья, поскольку впервые огласил результаты, далеко выходящие за рамки того, что я или кто-либо еще в мире когда-либо совершал».

О его работах в Колорадо-Спрингс вновь писали в 1904 году. Некоторые интересные факты об этом периоде содержались в его ответах чиновникам из Американского патентного бюро в 1902 году относительно патентных прав Теслы и Фессендена. Этот документ включает в себя показания ассистента Теслы Фрица Левенштейна и секретаря Джорджа Шеффера. В апреле 1899 года Тесла принял Левенштейна на временную работу в Нью-Йорке, а уже в мае пригласил его в Колорадо-Спрингс, где тот проработал до конца сентября,

пока семейные обстоятельства не заставили его уехать в Германию. Тесла был удовлетворен его работой и предложил ему приехать опять в Колорадо-Спрингс, что и случилось в феврале 1902 года.

По возвращении 11 января 1900 года в Нью-Йорк Тесла, продолжая работу над проблемами радиосвязи, усиленно занимался поисками тех, кто мог бы профинансировать практическое осуществление его открытий, имеющих отношение к проекту «Всемирной системы беспроводной передачи». Ему принадлежало строение на Лонг-Айленде, и он приступил к оснащению своей новой лаборатории. Из написанных позднее заметок известно, что он намеревался экспериментально подтвердить идею о резонансе Земли, изложенную им в патенте, который был представлен в 1900 году. Задуманные им опыты, по-видимому, не повторялись вплоть до шестидесятых годов XX века, когда было экспериментально доказано, что Земля резонирует с частотой около 8.14–20 герц. Тесла был недалеко от истины – по его подсчетам, резонанс составлял 6.18–30 герц. Поглощенный этой огромной важности идеей, он снизил темпы работ над трансокеанской радиостанцией, в то время как Маркони в 1901 году осуществил успешную передачу сигнала через Атлантику с помощью более простого устройства. Тесле пришлось объясняться со своим финансистом Морганом относительно того, что его целью было передавать не слабые сигналы, а более значительные энергии для их всевозможных применений. Комментируя предприятие Теслы, крупнейший специалист в этой области Уэйт среди прочего написал следующее: «С исторической точки зрения, важно отметить тот факт, что гениальный Никола Тесла задумал создать мировую коммуникационную сеть на основе созданного им в 1899 году в Колорадо-Спрингс огромного высоковольтного передатчика с искровым генератором. Через несколько лет он построил большую установку на Лонг-Айленде, с которой намеревался посылать сообщения в Корнуолл в Англии. Более того, строил планы применения модифицированного варианта установки для подачи энергии в любую точку на Земле. К сожалению, его спонсор Дж. Пирпонт Морган перестал оказывать поддержку в этот момент, вероятно, вследствие успеха Маркони, осуществившего трансатлантическую связь с помощью значительно более дешевых устройств. Несмотря на это, эксперименты Теслы тесно связаны с начавшимся позднее развитием средств связи на сверхнизких частотах».

Тесла предполагал, что саму Землю можно привести в состояние резонанса с частотами порядка 10 герц. Он обратил внимание на то, что энергия отражается от диаметрально противоположной точки на его передатчик в Колорадо-Спрингс таким образом, что образуются стоячие волны.

В письме Моргану в начале 1902 года Тесла объяснял, что то, исследованием чего он занимается, «можно резюмировать в виде трех отдельных проектов: 1) передача энергии в небольших количествах и проявление слабых эффектов, почти не улавливаемых чувствительными приборами; 2) передача

энергии в значительных количествах, исключая применение чувствительных приборов и обеспечивая безопасное управление любым устройством, не требующим большой энергии; 3) передача большого количества энергии в промышленном масштабе. Завершение нынешнего этапа моей работы будет означать осуществление первого шага». Для проведения экспериментов по передаче больших энергий он надеялся построить станцию на Ниагаре, генерирующую потенциал в 100 миллионов вольт.

Однако Тесле не удалось обеспечить себе необходимую финансовую поддержку, и после трех лет активных поисков и неудачных попыток завершить строительство станции в Лонг-Айленде он отказался от своих планов и занялся исследованиями в других областях. Им написано несколько статей о бесконечных возможностях беспроводной передачи энергии, до конца жизни он оставался в уверенности, что наступит время, когда его проект можно будет воплотить в жизнь. Сегодня, когда мы располагаем доказательством резонанса Земли, известного как резонанс Шумана, и когда мы знаем, что в пространстве земной ионосферы распространяются волны очень низких частот с поразительно малым затуханием – столь малым, что образуются стоячие волны, мы понимаем, как был прав Тесла, когда утверждал, что механизм распространения электромагнитных волн в «его установке», принципиально отличен от установки Герца, где имеет место направленное излучение. Мы понимаем, что Тесла не мог знать в точности, какие частоты может иметь волновое движение, трактуемое как бегущие волны, в узком пространстве между Землей и ионосферой, потому что он, вероятно, никогда не имел возможности осуществить эксперименты, которые он блестяще разработал и описал еще в 1893 году в лекции в Сент-Луисе. Жернова справедливости, к сожалению, вращаются медленно, и после долгих лет почти полного забвения достижений Теслы в области радиосвязи его имя вновь триумфально заблестало на страницах научных сочинений, касающихся распространения электромагнитных волн очень низких частот и резонанса Земли. В своей книге Джексон пишет, что «этот выдающийся, гениальный человек четко охарактеризовал Землю как резонансный контур (он не знал об ионосфере), определил частоту наиболее слабого резонанса в 6 герц (это близко к 6.6 герца для идеально кондуктивной сферы) и описал способы и средства генерирования и обнаружения таких волн...»

Дневниковые записи Николы Теслы в Колорадо-Спрингс являются важным историческим документом того периода, когда научный дар Теслы достиг своего пика. Они дают возможность проникнуть в творческое воображение Теслы, раскрывают замыслы и искания его эмпирического духа. Экспериментальное доказательство идеи было для Теслы ключевым моментом, и в то же время он стремился к достижению согласованности между экспериментальными и расчетными показателями. Тесла использовал упрощенные математические модели для расчетов исследуемых систем. Подобный подход

к расчету телеграфных радиостанций встречается в литературе более позднего периода.

Желающие получить исчерпывающие сведения о деятельности Теслы обнаружат в Дневниках источник информации, дающий более глубокое понимание уже известных документов и помогающий идентифицировать многочисленные бумаги, хранящиеся в Музее Николы Теслы в Белграде, часто без указания даты или без описания.

Подготовка рукописи к печати потребовала немало времени и усилий, чтобы представить материал в форме, аутентичной оригиналу, но легкой для изучения. Текст не подвергался изменениям, если только не встречались незначительные математические погрешности или некорректно примененные единицы измерения энергии и мощности.

# КОЛОРАДО-СПРИНГС ДНЕВНИКИ 1-30 ИЮНЯ, 1899

Colorado Springs June 4. 1898.

Senders  $\left\{ \begin{array}{l} \text{one input} \\ \text{several inputs} \end{array} \right\}$  for one telephone receiver  $\left\{ \begin{array}{l} \text{several inputs} \\ \text{one input} \end{array} \right\}$  for one telephone input

form of Energy Levels {

- Heads up action
- Current
- Rays { Light blue
- Energy 1.2
- negative
- Sound

Force of  
coupling  
affected by  
load on

{ Effect is  
less in road adhesion, depends on  
Magnitude of  
horizontal force  
load  
light  
horizontal acceleration and  
reflected in by road. It's pleasant

Instruments {  
Haber's needles  
Sutures or wire  
Needles - if soft have one  
for hard ones  
Bottle  
Dressings (Glycerine) / etc.  
Cottons { Rheostat hand.  
Electric station

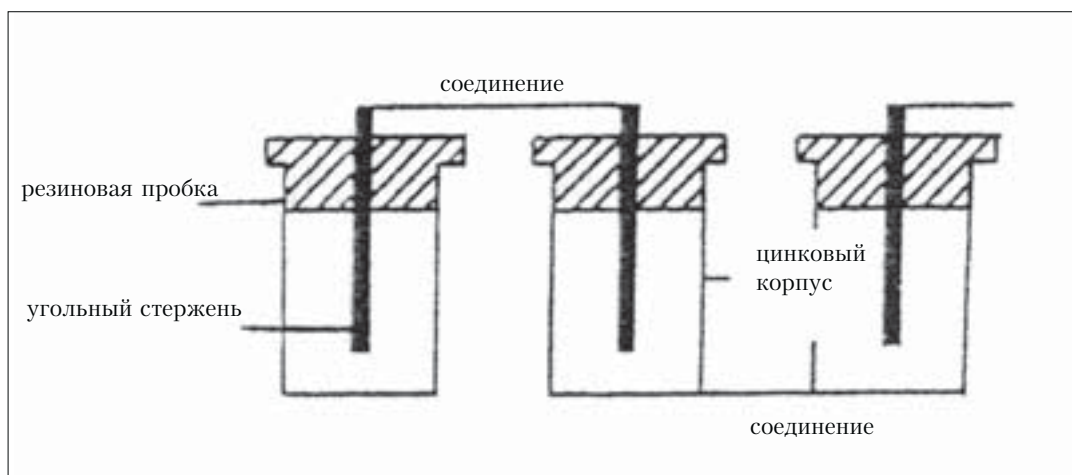
Regarding  
Instruments,  
suitable for  
the various  
forms of living  
instruments

Arrangement of a card i. l. c. to be used out.

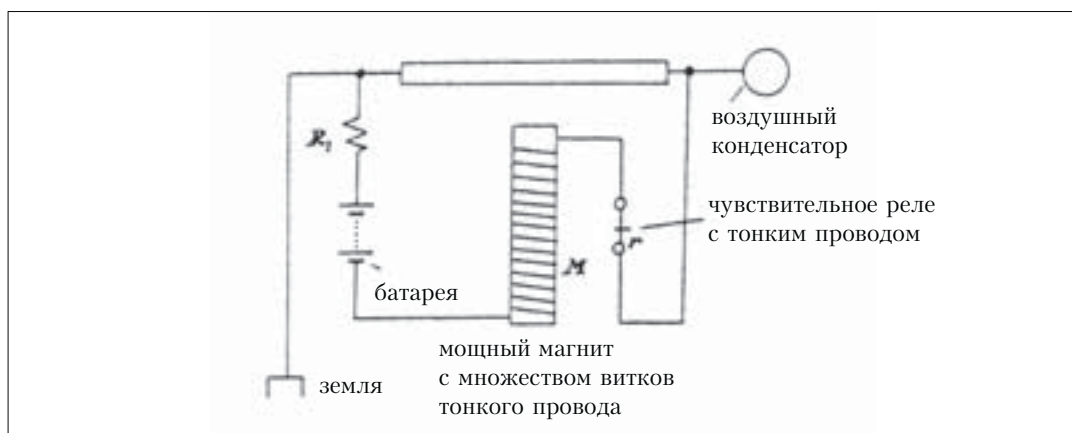
Колорадо-Спрингс

1 июня, 1899

Устройство представляется удачной разработкой для малых батарей с очень большой электродвижущей силой, необходимой для возбуждения вакуумной трубки, служащей приемником в телеграфии; поскольку для возбуждения трубки нужен очень слабый ток, батарея заряжена именно таким. Предшествующие эксперименты показывают, что  $1/20\,000$  ампера вполне достаточно. Приблизительный объем корпуса  $1/4$  кубического фута. Стоимость не должна быть непомерно высокой. Крышки, пробки и угольные стержни вполне доступны.



Присоединение приемника должно быть таким же, как в нью-йоркских экспериментах: при необходимости можно использовать реостат  $R_1$ , для поддержания напряженности трубки, близкой к состоянию пробоя. Очень важно,



как и во всех чувствительных устройствах, чтобы диэлектрик имел напряженность, близкую к состоянию пробоя. Магнит  $M$  должен иметь сопротивление, почти равное внутреннему сопротивлению батареи, с тем чтобы получить эффективную отдачу. Для этого подойдет реле с сопротивлением в 1 000 ом. Магнит должен быть сильным, чтобы погасить свечение трубки. Такое устройство может оказаться очень чувствительным и будет пробиваться от воздействия очень слабых токов, передающихся через землю, от таким же образом присоединенного генератора.

Колорадо-Спрингс

2 июня, 1899

|                                                                      |   |                                                                                                         |   |                                                                        |               |                                                    |   |
|----------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------|---|
| Передача сигнала<br>Полезное использование<br>Конденсатор<br>Способы | { | Телеграфия                                                                                              | { | Суда<br>Суша<br>Кабели (весьма вероятно, что необходим мощный аппарат) |               |                                                    |   |
|                                                                      |   | Обеспечение безопасности                                                                                |   | {                                                                      |               | Суда<br>Айсберги                                   | } |
| Исследовать                                                          | { | Животные<br>Растения                                                                                    | { | Электричество                                                          | электричество |                                                    |   |
|                                                                      |   | Земные помехи                                                                                           |   | {                                                                      |               | Магнетизм<br>Статическое<br>Атмосферное            | } |
|                                                                      |   |                                                                                                         |   | {                                                                      |               | Земные токи<br>Воздействие солнца и т.п.           | } |
|                                                                      |   | Размещение на месторождениях                                                                            |   | {                                                                      |               | Магнитные<br>Немагнитные при отражении             |   |
|                                                                      |   | Связь с рентгеновскими лучами, другими лучами и невидимыми солнечными лучами. <i>Чрезвычайно важно.</i> |   |                                                                        |               |                                                    |   |
| Измерения и т.д.                                                     | { | Сопротивление, сила тока, электродвижущая сила и т.д.<br>Интенсивность, свет, тепло и т.п.              | { | энергия, мощность                                                      |               |                                                    |   |
|                                                                      |   | Измерительные приборы                                                                                   |   | {                                                                      |               | сила тока<br>всевозможные интегрирующие устройства | } |

*Колорадо-Спрингс**3 июня, 1899*

Различные модификации принципа аккумуляирования энергии слабых импульсов, полученных издадека, и использование усиленного импульса для работы приемного устройства. Общие соображения относительно некоторых способов реализации упомянутого принципа:

Резонанс —



Колорадо-Спрингс

4 июня, 1899

## Беспроводная телефония

Общие сведения:



Разработать компоновку схемы и т.д.

*Колорадо-Спрингс**5 июня, 1899*

Метод электромагнитной индукции; результаты экспериментов со специальной аппаратурой рассчитаны по формуле:

$$M = \frac{p^2 s^4 W_p V_t^2}{32^2 D^6 S^2}$$

$M$  – энергия во вторичном, или принимающем контуре

$p = 2\pi n$ , что приблизительно составляет  $40\,000 = 4 \times 10^4$

$S$  – длина стороны квадратного контура  $= 1\,200 = 12 \times 10^2$  см

$W_p$  – энергия, расходуемая в первичном контуре,  $= 4 \times 10^{10}$  эрг предположительно

$V_t$  – общий объем проводов в обоих контурах  $= 25 \times 10^3$  куб. см

$D$  – расстояние от центра до центра контуров (по горизонтали)

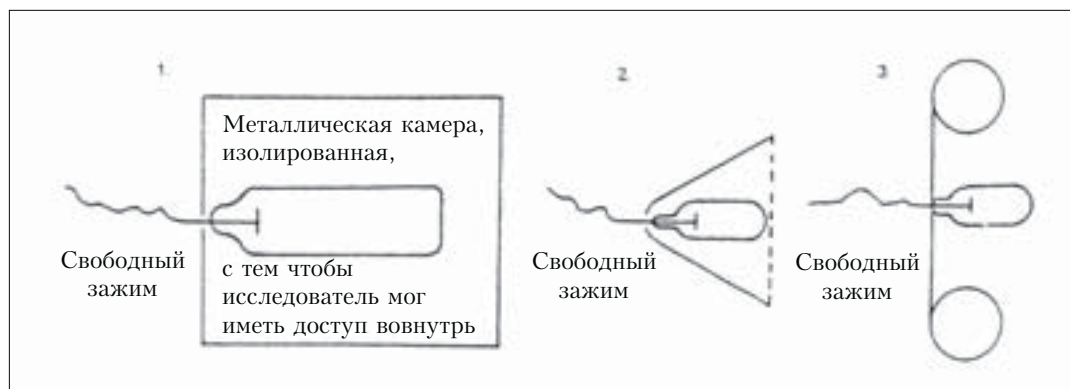
$S$  – удельное сопротивление проводов  $= 1.7 \times 10^3$

При минимальном значении  $M$ , равном 0.3 эрг, необходимом для воздействия на реле, оказывается, что для данных контуров и при таком режиме работы потребуется, вероятно, около 1 мили коммуникаций. При контурах в 1 000 квадратных метров – около 30 миль. Из этого следует, что недостаток метода электростатической индукции может оказаться весьма существенным по сравнению с методом возмущенного земного и атмосферного заряда.

*Колорадо-Спрингс**6 июня, 1899*

*Устройства с одноэлектродной трубкой для получения излучения  
большой мощности*

Мощность генератора практически не ограничена, теперь стоит проблема разработки трубки, способной выдерживать любое требуемое напряжение. Трубки, с которыми работали в Нью-Йорке, были изготовлены с алюминиевыми цоколями или без них, но в обоих случаях выявлялось ограничение, так что доступной оказывалась лишь небольшая часть возможной электродвижущей силы. Если сделать из стекла, нижняя часть получит пробой вследствие стримеров, а если применять алюминиевые цоколи, возникнет искрение в направлении цоколя. Погружение в масло и другие подобные средства создают неудобства. В конечном счете, есть вероятность, что постоянное экранирование уязвимых частей трубки покажет существенные результаты. Эта идея была неоднократно проверена экспериментально различными способами.



В каждом случае изолированное тело конденсатора располагают таким образом, чтобы стримеры не могли проявлять себя. Электрическая емкость должна максимально увеличить электродвижущую силу на свободном выводе.

Колорадо-Спрингс

7 июня, 1899

Ориентировочный расчет витка первичного контура, применявшегося в экспериментальной установке:

$$L_s = \pi \left[ 4A \left( \log_e \frac{8A}{a} - 2 \right) + 2a \left( \log_e \frac{8A}{a} - \frac{5}{4} \right) - \frac{a^2}{16A} \left( 2 \log_e \frac{8A}{a} + 19 \right) \right]$$

При этом  $A$  — радиус окружности = 25 футам = 300 дюймам =  $300 \times 2.54 = 762$  см,  $a$  — радиус кабеля =  $\frac{13''}{32} = \frac{13}{32} \times 2.54 = 1.03$  см

$$\begin{aligned} \frac{8A}{a} &= 5919 \quad \log_e \frac{8A}{a} = 3.772248 \times 2.3 = 8.6762 \\ 4A &= 3048 \quad 2a = 2.06 \quad a^2 = 1.061 \quad 16A = 12192 \\ L_s &= \pi \left[ 3048 \times (8.6762 - 2) + 2.06 \times (8.6762 - 1.25) - \frac{1.061}{12192} \times (17.3524 + 19) \right], \end{aligned}$$

пренебрегая последним членом, имеем:

$$\begin{aligned} L_s &= 3.1416 \times (3048 \times 6.6762 + 2.06 \times 7.4262) = \\ &= 3.1416 \times (20349.06 + 15.3) = 3.1416 \times 20364.36 \\ L_s &= 63976.67 \text{ см,} \end{aligned}$$

или приблизительно 63900 см.

Два последовательных витка могут составить приблизительно 255 600 см.

*Ориентировочный расчет индуктивности петли первичного контура, применявшейся в экспериментальном генераторе на вертикальной опоре в Нью-Йорке*

Диаметр петли = 8 футов = 244 см,  
отсюда следует:  $A = 122$  см, диаметр кабеля  $= \frac{13''}{16}$

$$a = \frac{13''}{32} \times 2.54 = \text{около } 1 \text{ см}$$

$$\frac{8A}{a} = 976 \quad \log_e \frac{8A}{a} = 2.98945 \times 2.3 = 6.875735$$

$$a^2 = 1 \quad 4A = 488 \quad 16A = 1952$$

$$L = \pi \left[ 4A \left( \log_e \frac{8A}{a} - 2 \right) + 2a \left( \log_e \frac{8A}{a} - \frac{5}{4} \right) - \frac{a^2}{16A} \left( 2 \log_e \frac{8A}{a} + 19 \right) \right] =$$

$$= \pi (488 \times 4.875735 + 2 \times 5.625735 - \frac{1}{1952} \times 32.75) =$$

$$= \pi (2379.3600 + 11.2515 - \text{малая дробь}) =$$

$$= \pi \times 2390.6115 = 3.1416 \times 2390.6115 \quad L = 7210.345,$$

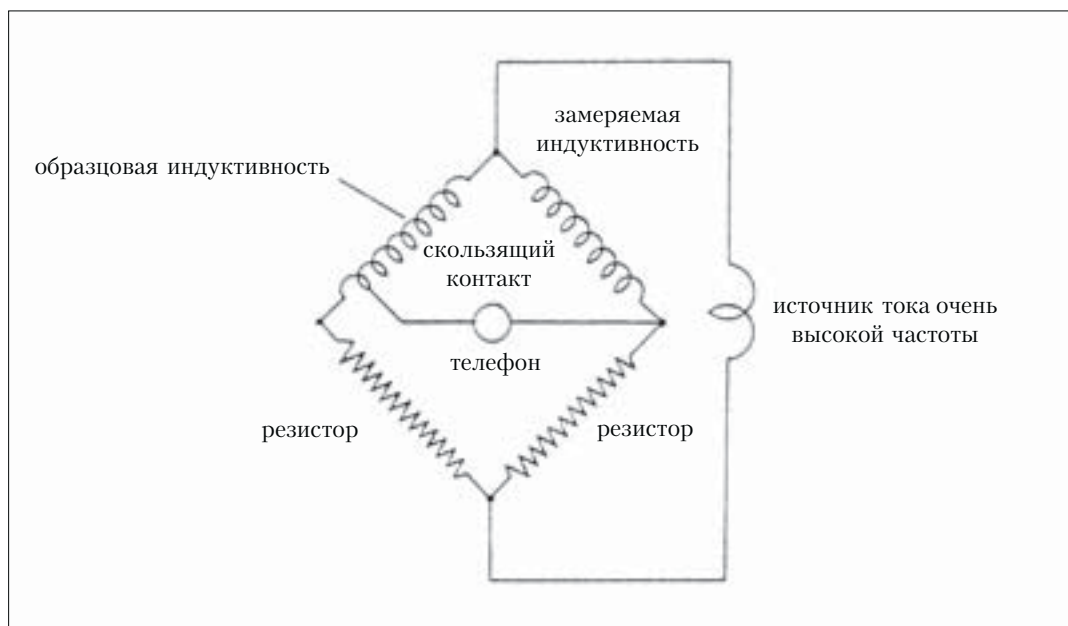
если концы достаточно близки, будет чуть больше 8000 см.

*Колорадо-Спрингс*

8 июня, 1899

*Метод и аппаратура для определения индуктивности,  
а также электрических емкостей, наиболее подходящих для определения  
малой индуктивности*

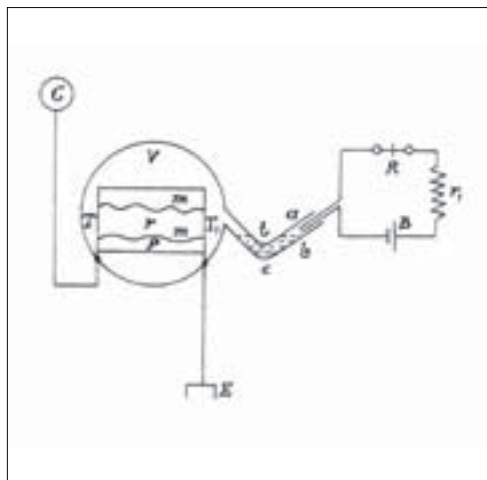
Поскольку при высокой частоте токов сопротивление можно не учитывать, собственную индуктивность нетрудно сопоставить следующим образом. Образец индуктивности обеспечивается посредством скользящего контакта, так что можно установить любое число витков. Два сопротивления, соответствующие источнику тока высокой частоты, и индуктивность, подлежащая измерению, соединяются в виде моста. Два противолежащих контакта, один подвижный, подсоединены к телефонному аппарату. Если не прослушивается никакого звука, то мы будем иметь две индуктивности, то есть одну, которую следует замерить, и ту часть образцовой индуктивности, которая соответствует состоянию равновесия, или молчанию в телефоне, — практически они равны, если количественные параметры подобраны надлежащим образом. Подобным



способом можно измерять емкость. Вероятно, можно было бы обойтись без высокочастотного источника и использовать вместо него очень резкий разряд конденсатора. Дополнительное сопротивление следует устанавливать таким образом, чтобы имеющиеся на двух участках сопротивления, благодаря которым ток распределяется, были равны или близки.

Колорадо-Спрингс

9 июня, 1899



Оцениваем целесообразность применения столба воздуха или иного газа в качестве детектора помех на расстоянии. Это возможно осуществить по принципу термометра Райса, который применялся в экспериментах в Нью-Йорке. Устройство прибора показано на схеме слева. Резервуар  $V$ , желательнo с отполированной поверхностью, выполненный на манер зеркал, отражающих лучи к центру. В этот резервуар помещен резистор  $r$  минимальной массы. Этот резистор удобно получить, соединив карандашной линией  $mm$  два контактных

зажима  $T$  и  $T_1$  удерживающих стеклянную пластину  $P$ . Масса должна быть ультрамалой, для того чтобы минимальным количеством тока поднимать температуру карандашного штриха, или проводников, и таким образом нагревать воздух в резервуаре, который, расширяясь, погонит капиллярный столб жидкости  $s$ , содержащейся в трубке  $t$ , к контактам  $ab$ . Жидкость должна быть очень легкой и не обязательно высокой проводимости, достаточной лишь для того, чтобы реле  $R$  могло работать от батареи  $B$  при образовании контакта между  $a$  и  $b$ . Для регулировки тока батареи можно использовать сопротивление  $r_1$ . Контакты  $TT_1$  лучше соединять способом, к которому я обычно прибегал, то есть один заземлять, а другой соединять с поднятым телом с развитой поверхностью. При применении воздуха нам потребуется 0.1696 калории на грамм  $^{\circ}\text{C}$ . Теперь не составит труда подсчитать, насколько может расширяться воздух на каждый эрг подаваемой энергии.

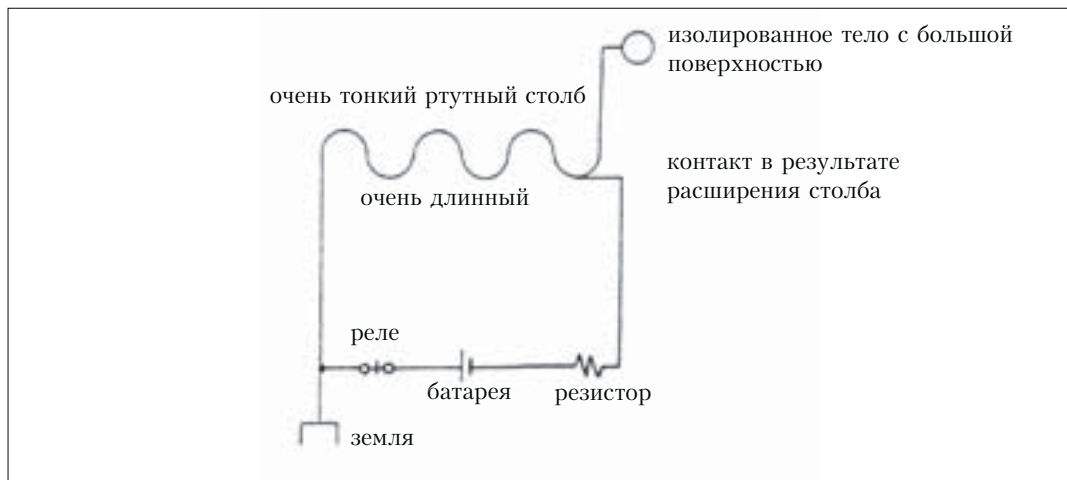
*Колорадо-Спрингс*

10 июня, 1899

Допустим, что мы имеем очень тонкий ртутный столб с сопротивлением  $R$ , длиной  $L$ , соединенный с землей и с поднятым на высоту изолированным проводником, как показано на схеме.

Тогда, если ток  $I$  пройдет через него, энергия, поглощенная ртутным столбом и перешедшая в тепловую, будет равна  $RI^2$  ватт. Ток, конечно, очень слабый, и в телеграфии мы не могли рассчитывать на передачу более чем 1 эрг на большое расстояние от передающей станции; вопрос в том, что можно сделать с таким небольшим количеством энергии?

При повышении температуры ртутного столба до  $t$  градусов выше нормальной он будет расширяться на 0.00018 своей длины на каждый градус,



следовательно длина ртутного столба составит  $L + Lt \times 0.00018 = L(1 + 0.00018t)$ . Это значение несколько больше того, какое можно получить в действительности в стеклянной трубке. Допустим, трубка имеет диаметр  $1/10$  мм и длину 10 метров; ее сопротивление будет равно примерно 1000 ом. Тогда  $RI^2 = 1000$ ,  $I^2 = 1/10^7$ , исходя из того, что поступающая энергия составляет 1 эрг, получаем  $I^2 = 1/10^{10}$ ,  $I = 1/10^5$  ампера.

Ртутный столб в трубке расширяется с каждым градусом на  $0.00018 \times 10 = 0.0018$  метра, или 0.18 см, или 1.8 мм.

Объем столба составит  $0.01 \times 10\,000 = 100$  куб. мм, или 0.1 куб. см. Теперь он будет весить  $0.1 \times 13.6 = 1.36$  грамма. Его масса будет равна  $0.00136/9.81$ . В то же время для увеличения температуры воды на  $1^\circ\text{C}$  нам потребуется 41 600 000 эрг на каждый грамм. При удельной теплоте ртути, равной 0.0319, нам потребуется  $41\,600\,000 \times 320/10\,000 = 41\,600 \times 32 \approx 1\,330\,000$  эрг.

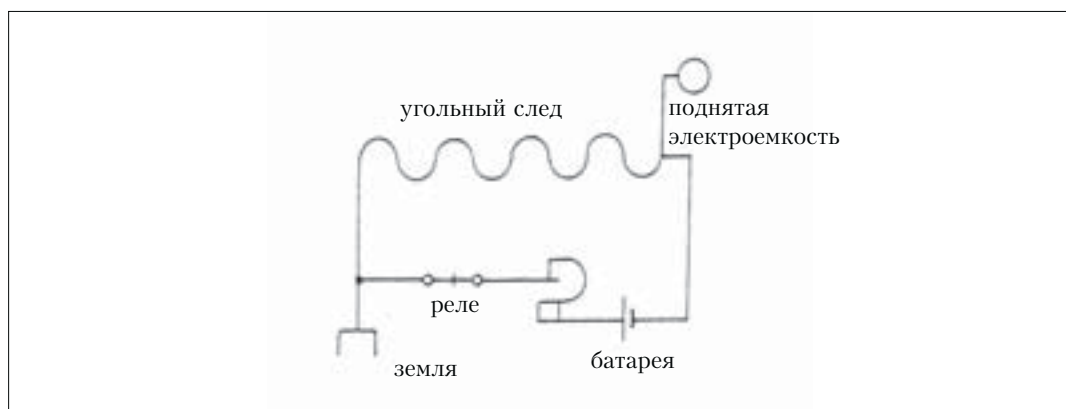
Отсюда следует, что индикация возмущений с помощью ртутного столба вряд ли осуществима, если только ртутный столб не удастся сделать значительно более тонким.

*Колорадо-Спрингс*

*11 июня, 1899*

Описываемый ниже способ и аппаратура для обнаружения слабых возмущений, проходящих через атмосферу, представляют несомненный интерес для телеграфии. Эта идея была доведена до практического осуществления в Нью-Йорке, но результаты были неудовлетворительными. Теперь можно возобновить эксперименты с помощью аппарата, представленного ниже.

Основная идея состоит в том, чтобы обеспечить такой путь прохождения тока, чтобы сопротивление проводника снижалось при его прохождении и чтобы его масса была минимальна. Удельная теплоемкость вещества, образующего путь тока, должна быть по возможности наименьшей. Я понял, что



лучший способ заключается в том, чтобы получить линию соответствующей толщины посредством угля, соединив ею два подводящих зажима; эта линия и является высокоомным резистором. Один конец этого проводника предпочтительно соединять с землей, а другой – с поднятым на высоту объектом с большой поверхностью. Кроме того, проводник присоединен к цепи с реле и батареями любым подходящим способом, например, таким, как в указанной здесь компоновке. Итак, когда проходит слабый импульс, он понижает сопротивление угольного следа и тогда ток большей величины сможет пройти через батарею, и так будет продолжаться, пока не сработает реле. Затем реле прерывает ток в батарее, и устанавливается нормальный режим работы. Для прерывания тока можно использовать реле как таковое, или возможно применение дополнительного магнита, как показано. Для повышения чувствительности угольный след может быть соединен по мостовой схеме.

*Колорадо-Спрингс*

*12 июня, 1899*

Приемлемый способ (отнюдь не лучший) получения проводника малой массы со свойством мгновенного испарения или распада под воздействием тока батареи и их последующего быстрого восстановления таков:

две клеммы закрепляются на пластине из изоляционного материала, желательно стекла, и затем на пластину наносится пленка из вещества, обладающего слабой проводимостью, которая осуществляет шунтирование клемм, образуя достаточный контакт для прохождения электричества между ними.

Следующий способ представляется наиболее подходящим для осуществления этой идеи.

В небольшую колбу с двумя клеммами в пробке помещается некоторое количество йода, и любым возможным способом колба нагревается до такой температуры, чтобы галоид приобрел вид чрезвычайно тонкой пленки, позволяющей току батареи проходить через реле. Путем соответствующего соединения с реле может быть пропущен более сильный ток, в результате чего йодная пленка разрушится, и клеммы вновь разъединятся, этот процесс может постоянно повторяться с требуемой частотой. Такую пленку можно использовать для обнаружения слабых импульсов, например, в осуществлении телеграфной связи через среду, в этом случае она соединена с землей и с электрической емкостью.

# СОДЕРЖАНИЕ

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| ОТ ИЗДАТЕЛЯ                           | 4   |
| ПРЕДИСЛОВИЕ                           | 6   |
| КОЛОРАДО-СПРИНГС. ДНЕВНИКИ. 1899–1900 |     |
| 1. 1–30 июня, 1899                    | 21  |
| 2. 1–31 июля, 1899                    | 57  |
| 3. 1–31 августа, 1899                 | 149 |
| 4. 1–30 сентября, 1899                | 203 |
| 5. 1–31 октября, 1899                 | 237 |
| 6. 1–30 ноября, 1899                  | 297 |
| 7. 1–31 декабря, 1899                 | 359 |
| 8. 1–7 января, 1900                   | 397 |