

Жуе 1918/19

Радиотехник

№ 10. ФЕВРАЛЬ 1920.

№ 10

719

ИЕ РАДИООТДЕЛА НАРОДН. КОМИССАРИАТА
ПОЧТ и ТЕЛЕГРАФОВ.

.....

Типография Радиолaborатории Наркомпочтеля.
Нижний-Новгород.

Оглавление „Радиотехника“ № 10.

	Стр.
От редакции.	415
Радиотелефон. <i>В. Лебединского</i>	418
Электрический павильон Константиновской Обсерватории в Павловске. <i>П. Тверского</i>	426
Исследование д'Арманья свойств приемных рамок. <i>В. Лебединского</i>	440
Электронные релэ. <i>Е. Свирского</i> и <i>В. Хащинского</i>	451
Характерные черты авиационного радиотелеграфа <i>Л. И. Сапелькова</i>	475
Усилитель токов высокой частоты. <i>Вл. Листова</i>	490
Материалы к вопросу об установках приемных радиостанций. <i>В. Делаacroa</i>	496
Работа В. И. Романова: „О методе получения и о затухании коротких электрических волн в проволоке“. <i>Ш.</i>	502
Из очень давнего прошлого.	512
О коэффициентах формулы Ричардсона. <i>Н. Никитина</i>	514
Научно-технические беседы в Радиолaborатории с Мас-терской	518
Хроника: Алексей Алексеевич Гаврилов †. — Е. Н. Флорина-Лебединская †. — Успехи радиотелефонии. — Популярные лекции.	524
Библиография	527
Письма в редакцию	530
Смесь	530
Указатель по авторам	539
Алфавитный указатель	542

Радиотехник

№ 10. ФЕВРАЛЬ 1920.

ЖУРНАЛ ИЗДАВАЕМЫЙ РАДИООТДЕЛОМ НАРОДНОГО
КОМИССАРИАТА ПОЧТ и ТЕЛЕГРАФОВ.

Печатается при Нижегородской Радиолaborатории.

От редакции. — Настоящим 10-м выпуском заканчивается тот комплект номеров „Радиотехника“, на который принималась подписная плата. Первый выпуск этого комплекта (№ 5) вышел из печати 17 июня, и таким образом все шесть выпусков вышли в течение менее девяти месяцев. Новая подписка принимается с согласия Радиоотдела Наркомпочтеля на следующие шесть выпусков (№№ 11—16) по цене 120 рб. с доставкой. Как усматривают подписчики, редакция находит более целесообразным брать подписку на выпуски, а не на срок (год или полугодие), вследствие чего сдвоенных или строенных и т. п. номеров выпускать не предполагается; относительно числа тетрадок редакция выполняла до сих пор точно условия подписки.

Что касается до своевременности выхода тетрадок, то при условии того содействия Нижегородской радиолaborатории, какое проявлялось до сих пор, и при условии наличности матерьяла (он убывает, журнал живет и сейчас в значительной мере прежними накоплениями матерьяла), редакция имеет полные основания предполагать выпуск за каждые 1½—2 месяца, по одному номеру.

Полный алфавитный указатель всего матерьяла, помещенного в №№ 5—10, приложен к настоящему выпуску; он составлен С. И. Шапошниковым. Подобный указатель за предшествовавшие 4 выпуска помещен в № 4.

Журнал „Телеграфия и Телефония без проводов“ еще не окончен в комплекте, объявленном при подписке. 28 января вышел в свет № 6. Подписка на него будет объявлена по выходе № 10.

Ниже помещаем статью П. Тверского об исследовании атмосферных электрических явлений на нашей физической обсерватории, около Петрограда. Как известно, по предположению Радиоотдела (см. „Рад.“ стр. 395 и 406), на радиостанции будут возложены некоторые простейшие наблюдения, долженствующие после соответственной систематизации дать ответы на коренные вопросы о роли атмосферных явлений при радиопередаче. При выработке таких ответов большое значение могут иметь сведения о результатах, добываемых физической обсерваторией.

Знакомство с ее методами может иметь большое значение для желающих познакомиться вообще с подобными исследованиями, чтобы самим принять участие в них, самим подойти поближе к электрическим явлениям в окружающей нас атмосфере.

Старинный прибор, водяной коллектор играет тут основную роль. Это, в принципе — водяной столб, заканчивающийся внизу водяной струей. Будучи в электрическом поле атмосферы (силовые линии пригл. вертикальны), он, как всякий проводник, получает два заряда на своих концах, причем нижний заряд вследствие отрывания капель струи непрерывно уходит в землю, а верхний распространяется на электрометр и своими переменами в напряжении вызывает соотв. изменения в показании этого последнего прибора.

В другом месте мы помещаем еще один обзор наших представлений об электронном релэ. Этому вопросу в полезных книжках „Рад.“, а особенно в № 6 „ТиТбп“ посвящено было много статей. Статья Свирского и Хашинского объединяет сведения, почерпнутые из нескольких иностранных и русских изданий вышедших за последние (не самые последние) годы. Читатель может получить в ней еще раз различные пояснения. Но должно отметить, что мы в этом вопросе

далеко не стоим на одном месте и много нового как в смысле выработки типов, так и в смысле методов рассмотрения процессов; мы значительно подвинулись вперед благодаря работам Бонч-Бруевича.

Исследование В. И. Романова об электрических волнах по проволокам представляет собою значительнейшую научную работу, произведенную у нас за последние годы по электромагнитным волнам. С. И. Шапошников извлек из нее все наиболее близкое к интересам нашего журнала. Редакция полагает, что в журнале должны быть отмечены работы по физике и не только столь близкие по своим темам к радиопередаче, как работа Романова. Пример катодного реле показывает, как важно знание физики из самых разнообразных областей ее для радиотехника.

Одною из задач нижегородской радиолaborатории является разработка **телефонии без проводов** на большие расстояния. Уже месяца три тому проф. Вологдин начал свои опыты по радиотелефонии при помощи своей машины высокой частоты. Параллельно с этим П. А. Остриковым велись подготовительные работы с дуговым генератором, результаты которых изложены в его статье („ТиТбп“ № 6, стр. 108), и с генераторами, питаемыми катодными реле. В то же время разрабатывался тип этих реле.

В самое последнее время начаты испытания телефонного передатчика с катодным реле, которые дали уже существенные результаты; а именно радиотелефонное сообщение Нижнего-Новгорода с Москвой (с 15 янв.).

В России первые опыты по радиотелефонии производились на заводе РОБТиТ еще пять лет тому назад, причем разговор передавался на 27 верст (из Птг в Детское Село); несколько позже в 6. офицерской электротехнической школе производились опыты (А. Т. Углов) с французским телефонным передатчиком, не давшим однако столь большого расстояния.

Что касается до заграницы, то кроме беглых сообщений о случае передачи через Атлантический океан („Рад.“ № 2 и № 5, стр. 40) мы имеем мало сведений (см. Хронику); но из того факта, что наши станции никогда еще не принимали телефонного разговора из заграницы, можно заключить, что там не имелось регулярных мощных телефонных установок.

Радиотелефон.

Прием на слух.—Метода музыкальной искры.—Состав букв.—Идея радиотелефона.—Сравнение с микротелефонной линией.—Затруднения при передаче речи.

Мы все знаем, как обычно теперь применение телефона к радиопередаче сигналов, т. е. телефона, как приемного аппарата в радиотелеграфии; но еще совсем необычно применение радио к телефону, т. е. применение наших способов преобразования механической энергии в энергию лучистую, в свет, в электро-магнитные волны к передаче звуков на большие расстояния.

Применение телефона к радиотелеграфии началось в первые же годы ее существования. П. Н. Рыбкин рассказал в нашем журнале¹⁾, по документам, как им совместно с Д. С. Троицким 28 мая 1899 года в Кронштадте был произведен первый прием на телефон. „Приемный провод, какой позволяла поднять мачта в 6½ саж., доставлял слишком мало энергии“ для когерера, и реле не действовало. „Телефон, введенный вместо реле, совершенно отчетливо обнаружил все посылаемые сигналы“. Нужно заметить, что телефон, включенный вместо реле, исключал и применение ударника, считавшегося, однако, необходимым при употреблении когерера; без ударника, встряхивавшего когерер, этот последний, предполагалось, мог бы воспринимать только один первый сигнал. Следовательно, на телефон воспринимались такие сигналы, которые не оставляли когерер в „когерированном“ состоянии, после которых он сам декогерировался, т. е.—естественно предположить—самые слабые сигналы. Последующие опыты подтвердили это свойство слабых сигналов оставлять когереру способность декогерироваться, и

¹⁾ „Радиотехник“ № 8, стр. 265.

таким образом за телефоном укрепилось место приемника самых слабых сигналов, наиболее чувствительного.

Но так как „принимать на телефон“ это значит—слышать, то следовательно, обратившись к человеческому уху, техника получила наиболее чуткий прием электромагнитных волн.

Как результат успехов того года, Рыбкин (там же стр. 276) указывает дальность передачи 9 миль при приеме на реле и 28 миль при приеме на слух.

По исследованиям физиков (Рэйле, Вин) ухо уже начинает слышать (порог слышания), когда к нему подходит энергия по 10^{-14} ватта, т. е. по одной миллиард-миллионной килограмметра в секунду. Действительно мы слышим такую „трубу“, как писк комара; прислушавшись, мы слышим рост травы¹⁾.

Когда укрепилось применение телефона к телеграфии без проводов, воспользовались другою способностью уха: способностью различать чистые музыкальные тона. Телеграфирование звучащей (музыкальной) искрой получило преимущество, не только потому что при нем легче отличить сигнал от атмосферных разрядов, не дающих музыкального тона, и не только потому что оно позволяет легко различить передающие станции одну от другой даже при быстром прохождении на приемнике всей шкалы его волн, но еще и по причине большей чувствительности уха к восприятию именно чистых тонов.

Известно, что метод звучащей искры состоит в отправлении одного за другим рядов одинаковых волн через определенные промежутки времени ($1/1000$ до $1/250$ сек). При каждом ряде волн приемная антенна, настроенная на волны этого периода, приходит в резонанс и затухает, так что ее колебания могут быть изображены черт. 1 стр. 424. Детектор пропускает по половинке (напр. верхней на черт. 1) каждой волны, и телефонная мембрана от всей этой совокупности половинок каждого ряда получает одно полук колебание. Таких импульсов мембрана получит столько в секунду, сколько появляется рядов волн, и это дает в ухе впечатление тона, соответствующего числу ее колебаний, числу рядов волн в секунду.

Исследования показывают, что для восприятия, осознания чистого звука не надобно такое количество импульсов,

¹⁾ См. напр., как ничтожны звуковые мощности музыкальных инструментов, приведенные в табл. I на стр. 373, которые, однако, далеко не представляют собою порога слышания, в миллиарды раз превосходят его.

которое заняло бы собою целую секунду или даже одну десятую ее; достаточен один период, даже чуть не половина его, чтобы осознание произошло; так что в течение какойнибудь сотой доли секунды ухо уже узнает тон. Музыкальные тона распознаются им, даже когда они очень слабы и очень кратковременны, по обрывку, как что то хорошо знакомое; так и мы можем распознать быстро, не всматриваясь, сразу близко знакомого в толпе, даже по какойнибудь части его одежды.

Изменяя частоту следования рядов волн, можно задать какой угодно тон и следовательно передать его помощью электромагнитных волн, если эти тона будут следовать друг за другом в порядке, как в какойлибо песенке (это можно сделать помощью т. наз. многотонного передатчика, позволяющего быстро менять частоту волновых рядов), тогда будет передаваться напев ее и восприниматься ухом у приемного аппарата (черт. 2, тон *а* и *б*).

Само собою разумеется, что приемная антенна не должна быть настроена ни на один из тонов этой песни; их периоды могут быть так длинны, что потребовалась бы антенна необычайных размеров. Она остается настроенной только на те волны, ряды которых составляют все эти тона (черт. 2), и эта настроенность достаточна для восприятия их всех, во всем их разнообразии.

Звучащая искра, многотонный передатчик— есть ли это уже осуществление беспроволочного телефона? На приемной станции слушают те звуки, которые разгосятся и на отправительной непосредственно от звучащей или поющей искры; в промежуточной же среде несутся эл.-магн. волны.

Но несмотря на все сходство этого промежуточного процесса, это еще не радиотелефон, и по двум причинам.

Во-первых, здесь не сам человеческий голос возбуждаемыми им воздушными волнами производит изменения в амплитуде эл.-магн. волн. Передача многотонным передатчиком подобна скорее тому, как если бы лишенный голоса попытался передать свою песнь помощью различных музыкальных инструментов.

Во-вторых, и это особенно важно, многотонный передатчик может передать различные звуки в какой угодно последовательности или, как говорят музыканты, мелодию, простейший напев, но это не будет речь.

Каждая буква каждого нашего слова есть сложная, но вполне определенная смесь нескольких различных волн, отличающихся не только своим периодом, но и относительными величинами амплитуды. К такому составу различных периодов с различным относительным значением (амплитудами) ухо чрезвычайно чутко; оно улавливает его хотя бы и в густой сложности других звуков; мы узнаем букву „а“ или „о“, произносимые с самыми различными интонациями, выражающими удивление, угрозу, догадку, порицание, согласие и т. д., которые (интонации) все суть опять таки нечто иное, как тоже различные волны, прибавляемые к тем основным, непрерывным, нужным для буквы „а“ или „о“.

Телефонная передача должна передать, по крайней мере, эти основные элементы букв—звуков в их периодах и относительных амплитудах, при чем сам голос должен являться регулирующим деятелем при этой передаче.

Есть мнение, что ухо различает даже и относительные сдвиги по фазе всех составных частей буквы. Следовательно, для правильной передачи ее должны оставаться неискаженными и эти сдвиги.

Идея осуществления радиотелефона возникла, кажется, в Америке¹⁾. Она очень проста и представляет собою видоизменение принципа микротелефонии.

Там на постоянный ток накладываются колебания, производимые изменениями в сопротивлении микрофона, которые в свою очередь производятся колебаниями диафрагмы от подходящих к ней звуковых волн. Величина тока в телефонной цепи при разговоре непостоянна, но колеблется с теми периодами, с которыми колеблется микрофонная мембрана, и с теми их амплитудами и смещениями по фазе, которые передаются ей голосом.

Совершенно также в радиотелефоне на непрерывный колебательный процесс, т. е. на незатухающие колебания какой либо большой частоты накладываются периодические изменения амплитуды, как угодно сложные, происходящие, оттого что в цепи, несущей эти незатухающие колебания, включен микрофон, в который говорят (черт. 3).

1) Как курьез, могу упомянуть, что в моей книге „Электромагнитные волны и основания беспроволочного телеграфа“ (1906 года), изданной в небольшом числе экземпляров, как мне говорили, имеется в первичной форме указание на это осуществление; не могу проверить этого, т. к. уже шесть лет не видел этой книги.

Здесь, следовательно, изменяется не постоянство тока, а постоянство амплитуды; но изменяется также сразу по нескольким периодам с соотв. относительными амплитудами этого изменения, с соотв. сдвигами их по фазе. В микротелефонной сети все основано на законе Ома: с каждым вдавливанием мембраны в коробку микрофона сопротивление его соотв. уменьшается и ток увеличивается. В радиотелефонной—уменьшение сопротивления микрофонного порошка соотв. увеличивает амплитуду колебаний контура при том же воздействии на него со стороны предыдущего, задающего, связанного с ним контура. Для сведущего в теории эл. колебательного процесса уже из этого ясно, какие тут являются перспективы и какие возникают затруднения.

В какой именно контур сложного отправителя включить микрофон—это открытое поле для изобретателей. Возможно прямо в антенну; затруднение, появляющееся при этом—трудность построить микрофон для такого значительного тока, какой необходим в антенне, особенно при значительной дальности передачи (хотя бы порядка нескольких амперов), трудность с работою нескольких микрофонов, соединенных параллельно. Здесь возможны еще различные вариации: микрофон, не изменяя омического сопротивления антенны, изменяет амплитуду колебаний в ней, расстраивая ее, вводя своим действием самоиндукцию и т. д. Наконец, возможно включение микрофона куда либо в цепь, регулиющую действие самого генератора незатухающих колебаний. Такое включение при настоящем положении микрофонного дела является наиболее рациональным, т. к. может быть выбрана цепь, сильно влияющая, но несущая по себе незначительный ток. И при самом выборе генератора незатухающих колебаний—машина высокой частоты, вольтова дуга и катодный генератор—одним из важнейших обстоятельств является приспособленность данного генератора с его побочными контурами ко включению микрофона¹⁾.

Так проста идея радиотелефона. Но является вопрос, неужели при той сложной комбинации, какую представляют собою радиопередатчик и приемник с их многочисленными и взаимодействующими частями может быть передана такая тонкая музыка, как человеческая речь, без искажений?

¹⁾ Относительно других обстоятельств см. интересные статьи Вологодина и Острякова в № 6 „Титон“, стр. 67 и 108.

Мы знаем, например, каким искажениям подвергались первоначальные рукописи, когда они не печатались, а переписывались копиями с копий.

На этот вопрос мы имеем два утешительных ответа: один—вытекающий из существа радиотелефона, а другой—возвышающий в наших глазах человеческую способность восприятия еще более, чем „прием на слух“ и „звуковой прием“, о которых мы говорили выше.

В микротелефонной проволочной линии передача колебаний, изменений тока весьма усложняется свойствами проволоки. И опыт, и теория показывают, что колебания или изменения тока различных периодов передаются по проволоке из конца в конец не с одинаковой скоростью и не с одинаковым ослаблением. Скорость уменьшается с укорочением периода, поглощение и сдвиг по фазе увеличиваются; употребляя оптические выражения, говорят, что телефонная линия мало прозрачна и хроматична¹⁾. Можно себе представить, что из этого происходит: более короткие периоды, входящие в состав какой либо буквы, отстают от остального ее состава; она появляется в приемнике без них, зато эти составляющие достигают слушающего в составе следующей буквы, искажая его. С этим злом борются т. наз. пупинизацией линии; отчасти, может быть, сами говорящие инстинктом выбирают слова, в которых рядом стоящие буквы наименее страдают от такой перетасовки их составляющих.

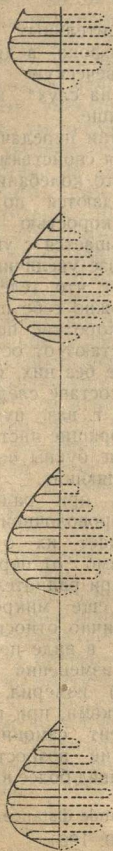
Но ничего подобного не может быть при радиотелефонной передаче по причине отсутствия проволочной линии. Среда, передающая эл.-магн. волны, передает их с одинаковой скоростью и поглощением независимо от периода и амплитуды, которая только и варьирует при радиотелефоне.

В проволочной телефонии остаются еще микрофон и телефон, которые могут чрезвычайно различно относиться к различным периодам, один—принимая их в виде периодов звуковых волн, другой—в виде периодов изменения амплитуды колебаний тока в линии. М. Вин²⁾ измерил, что у телефонов, которые он имел тогда под руками, при изменении частоты от 256 до 16000 коэффициент самоиндукции уменьшался в 4—5 раз, а сопротивление возросло в 6—7 раз; вследствие этого телефон передавал более высокий

¹⁾ См. напр. Drumont. La téléphonie a grande distance. 1913.

²⁾ M. Wien. Ann. d. Physik. B. 4, p. 450. 1901.

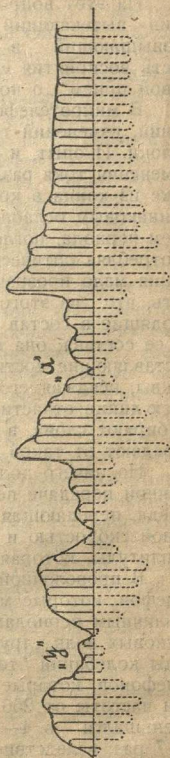
И статья: Радиотелефон.



Черт. 1.



Черт. 2.



Черт. 3.

из этих предельных тонов в 11,5 раз сильнее (при одной и той же эдс); правда, вследствие малости коэффициента самоиндукции при высоком тоне, т. е. малости магнитного поля, появляющегося в сердечнике, было мало и воздействие его на телефонную пластинку; обе эти причины могут иногда компенсировать друг друга. Кроме того пластинки камертона являются настроенными на периоды, лежащие между частотами 500 и 3000; это делает их более чувствительными к таким периодам по сравнению с более низкими или более высокими (что особенно важно для передачи гласных) в десятки миллионов раз¹⁾; тут примешивается и различие в чувствительности уха к различным тонам.

Как все это, если еще прибавить несомненное искажение в микрофоне, должно исказить звуки человеческого голоса! И все же мы воспринимаем речь. Несомненно, что необычайно велика наша способность воспринимать гласные и согласные по каким то обрывкам, несмотря на искажения, и, должно быть, в связи с чутьем всего слова и даже с чутьем всей мысли, для выражения которой служит данное слово. Вследствие этой великой способности улавливания букв, заключающей в себе и необычайную чувствительность к восприятию речи, большую, чем к восприятию телеграфных знаков в виде-ли тресков, или в виде чистых музыкальных тонов, нас не должны страшить возможные искажения, вводимые электрической сложностью радиотелефона.

Наоборот, отсюда являются доводы к объяснению новых фактов, в которых обнаруживается, что радиотелефон чувствительнее радиотелеграфа, что он будет простейшим способом сообщения, требующим наименьшей затраты энергии в отправителе.

В. Лебединский.

1) Т. напр. в одном телефоне Сименса наименьший воспринимаемый ухом ток при частоте 2030 был $0,8 \cdot 10^{-8}$ амп, а при частоте 16000 гораздо больше: $2200 \cdot 10^{-8}$ амп.

Электрический павильон Константиновской Обсерватории в Павловске.

П. Тверского.

Атмосферное электричество. — Измерение потенциала атмосферы. — Водяной коллектор. — Проводимость воздуха. — Ток через атмосферу. — Радиоактивная эманация земли. — Проникающая радиация. — Электричество осадков. — Переносные приборы.

Дальность распространения электрических волн и количество передаваемой энергии, как известно, не подчиняются безусловно тем простым теоретическим и эмпирическим формулам, которые выведены для определения этих величин; большое влияние оказывает состояние среды, в которой распространяются волны, т. е. атмосферы. Это влияние было замечено с самого начала развития радиотелеграфии и с тех пор произведен ряд опытов, имеющих целью выяснить его, найти причину тех „атмосферных нарушений“, которые в первое время часто делали невозможной передачу. Обзор результатов полученных в этом направлении дал Лудевиг¹⁾; этому же вопросу посвящены статьи в Ж. Р. Ф. Х. О.²⁾ и в „Почтово-телеграфном журнале“ за 1913 и 1917 гг. Теперь можно считать твердо установленным, что радиотелеграфия особенно на большие расстояния, самым тесным образом связана с метеорологическими и атмосферными условиями, при чем особенно тесна должна быть связь с электрическим состоянием атмосферы.

Систематическое изучение электрического состояния атмосферы начались в Европе с конца прошлого века, у

1) Ann. d. Hydr. und Marit. Meteor. Februar 1914. Извлечение в Зап. по Гидрогр., Т. 38, вып. 5, 1915.

2) Т. 48, вып. 3, 1916.

нас же в России только с 1915-го года.

В 1914-ом году в Павловской Обсерватории (близ Петрограда) на краю парка была вырублена площадка, открытая к востоку, и на ней построено временное, деревянное, крытое толем помещение для установок по атмосферному электричеству. Помещение очень небольшое — общей площадью в 4×6 м — состоит из светлой комнаты с приборами для механического регистрирования, темной комнаты с фотографическими самописцами и небольшой прихожей-мастерской.

В светлой комнате у окна, выходящего на восток, стоит коллектор — прибор для измерения напряжения электрического поля атмосферы. Из многочисленных типов коллекторов в Павловске применяются два: водяной — типа шприц — коллекторов и радиоактивный — иониевый; первый работает в теплое время года, а второй в холодное с наступлением морозов, при которых вода в первом замерзает. Наш водяной коллектор изображен на черт. 1 (стр. 430). Он состоит из латунного цилиндрического сосуда K , диаметром и высотой в 45 см, который помещается на четырех эбонитовых подставках i , заключенных в металлические оболочки и осушаемых натрием. От этого цилиндра вниз идет через отверстие, сделанное в окне, длинная латунная трубка aa , оканчивающаяся на конце, загнутом вниз, шариком b , имеющим внизу, по сечению большого круга, перпендикулярного к оси трубки, три отверстия в 0,1 мм диаметром; вода из сосуда K по трубке через эти отверстия вытекает тонкими струйками, разбивающимися на мельчайшие капельки на расстоянии 1—2 см от отверстий; струя воды урегулирована таким образом, что при расходе воды в $30 \text{ см}^3/\text{мин}$, полного запаса воды в сосуде K хватает на 25 часов непрерывного действия. Трубка aa выдвинута из окна настолько, что ее конец (шарик b) приходится на высоте 1,5 м от земной поверхности и на таком же расстоянии от стены здания. Вода вытекает через тонкие отверстия равномерно и разбивается на капли всегда на одном и том же расстоянии от отверстий и даже ветер не оказывает заметного действия благодаря тому, что на поверхность воды в сосуде K производится постоянное давление сжатым воздухом, подающимся через трубку M и эбонитовый изолятор I из сосуда C , находящегося под полом здания и в котором воздух сжимается давлением атмосферы и водяного столба BC ; бак B , из ко-

торого вода постепенно, по мере перехода воздуха из сосуда *C* в сосуд *K*, переливается в *C*, и бак *D*, из которого наполняют водою сосуд *K*, помещены под самым потолком здания. Из чертежа ясно как помощью насоса *F*, открывая соответствующие краны, можно: 1) воду из бака *A*, находящегося на полу здания, перекачать в бак *D* и из последнего наполнить сосуд *K*, 2) воду из сосуда *C* перекачать в *B* и тем обеспечить повышенное давление в сосуде *K*; размеры *B* и *C* рассчитаны так, что последнее перекачивание достаточно производить один раз в сутки.

Действие описанного коллектора основано на том, что мельчайшие капельки, вытекающие из отверстий, уносят с собой наведенные заряды и коллектор принимает потенциал той точки атмосферы, в которой происходит разбивание струи на капли; в нашем коллекторе выравнивание потенциала происходит очень быстро: если обозначить через *T* время, потребное на то чтобы коллектор от потенциала земли принял надлежащий потенциал атмосферы, то по исследованиям Линке¹⁾

$$T = \frac{2}{0,4343} \cdot \frac{C}{c}$$

где *C* — емкость коллектора и *c* — емкость капель, вытекающих в единицу времени; несмотря на то, что *C* в нашем приборе равно 300 см, *T* у нас равно 20 сек благодаря тому, что *c* значительно увеличено тем, что имеется три тончайших струйки.

В зимнее время вместо водяного коллектора ставится иониевый. Он представляет собою металлический кружок одна сторона которого электролитическим способом покрыта солью иония; этот кружок, помещенный активной стороной вниз и защищенный сверху от влияния осадков металлической воронкой, на латунной трубке, укрепленной на двух изоляторах, так же как и шарик водяного коллектора выдвигается через окно наружу здания. Действие этого коллектора основано на том, что α -лучи испускаемые ионием, очень сильно ионизируют окружающий воздух на расстоянии около

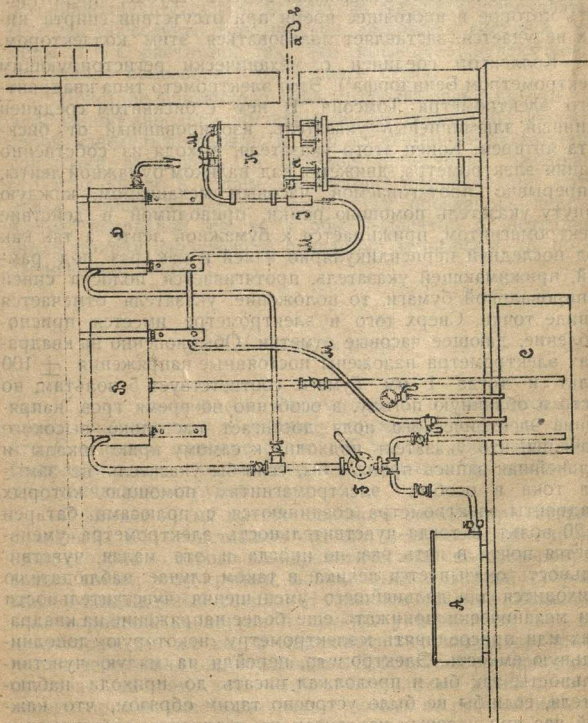
¹⁾ Phys. Zeit. 4, p. 661. 1903.

3 см и вследствие этого происходит нейтрализация наведенного на коллекторе электричества. Этот коллектор принимает надлежащий потенциал значительно медленнее, чем водяной, и вообще, по сравнению с последним он более инертен; и только невозможность пользования водяным коллектором вследствие замерзания воды в трубке, предотвратить которое в настоящее время при отсутствии спирта никак не удастся, заставляет пользоваться этим коллектором.

Коллектор соединен с механически регистрирующим электрометром Beinendorfa¹⁾. Этот электрометр типа квадрантного электрометра Томсона. В нем с бисквитом соединен длинный алюминиевый указатель, изолированный от бисквита янтарем. Конец этого указателя, выходя из собственно здания электрометра, движется над валиком бумажной ленты, непрерывно протягиваемой часовым механизмом; каждую минуту указатель помощью рамки, приводимой в действие электромагнитом, прижимается к бумажной ленте, а так как под последней перпендикулярно к ней и как раз под рамкой, прижимающей указатель, протягивается полоска синей копировальной бумаги, то положение указателя отмечается в виде точки. Сверх того в электрометре имеется приспособление, дающее часовые отметки. Обыкновенно на квадрантах электрометра наложены постоянные напряжения ± 100 вольт и тогда 1 мм бумаги соответствует 5 вольтам; но часто в облачную погоду, а особенно во время гроз, напряжение электрического поля достигает настолько высокого значения, что указатель подходит к самому краю шкалы и дальнейшая запись пропала-бы, если-бы указатель не замыкал тока в особых электромагнитах, помощью которых квадранты электрометра соединяются с полюсами батареи ± 20 вольт, и тогда чувствительность электрометра уменьшается почти в пять раз; но иногда и эта малая чувствительность оказывается велика: в таком случае наблюдателю приходится для дальнейшего уменьшения чувствительности или механически понижать еще более напряжение на квадрантах или присоединять к электрометру некоторую дополнительную емкость. Электрометр, перейдя на малую чувствительность, так бы и продолжал писать до прихода наблюдателя, если-бы не было устроено таким образом, что каждый час при часовых контактах на квадранты электрометра

¹⁾ Wien. Ber. 111, p. 487, 1902; 115, p. 425, 1906.

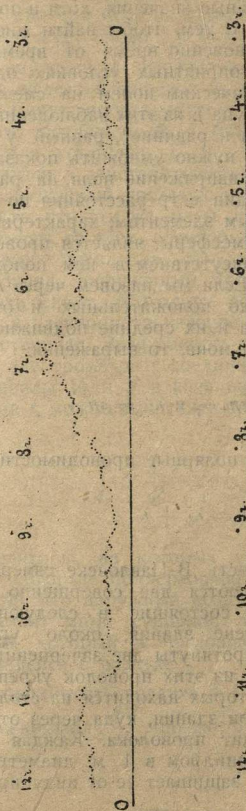
И статья А. Тиверкова.



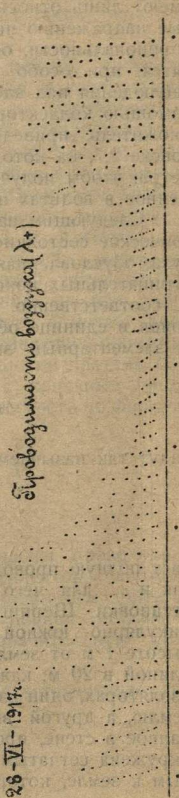
Черт. 1.

И стамбул П. Пиверкова.

23-VI-1917. Измерение пола



28-VI-1917. Измерение пола (л+)



Лепн. 2.

снова автоматически не налагалось напряжение ± 100 вольт.

Конечно записи, полученные помощью этого прибора, имеют лишь относительные значения, хотя и пропорциональные напряжению поля. С тем, чтобы найти множитель пропорциональности, обыкновенно время от времени производятся, при особо благоприятных условиях одновременные наблюдения над электрическим полем на смежной равнине помощью коллектора Луца¹⁾; из этих наблюдений вычисляется множитель „приведения к равнине“, равный у нас в Павловске 2,7, на который нужно умножить показания электрометра, чтобы получить напряжение поля на равнине, выраженное в вольтах на один метр расстояния по вертикали.

Следующим важным элементом, характеризующим электрическое состояние атмосферы, является проводимость воздуха, обусловленная присутствием в нем положительных и отрицательных ионов. Если мы назовем через n_+ , n_- , ω_+ и ω_- соответственно число положительных и отрицательных ионов в единице объема и их средние подвижности и через e —элементарный заряд иона, то выражения:

$$\lambda_+ = \varepsilon n_+ \omega_+ \text{ и } \lambda_- = \varepsilon n_- \omega_-$$

дадут так называемые, полярные проводимости, а их сумма

$$\lambda = \lambda_+ + \lambda_-$$

даст полную проводимость. В Павловске измеряется как λ_+ , так и λ_- , для чего имеются две совершенно аналогичные установки Шеринга²⁾, состоящие в следующем: перпендикулярно южной стене здания, около углов его, на высоте 1 м от земли протянуты две зачерненные проволоки длиной в 20 м; каждая из этих проволок укреплена на двух изоляторах, один из которых находится на столбе, врытом в землю, а другой внутри здания, куда через отверстие, сделанное в стене, проходит проволока. Каждая из проволок окружена сетчатым цилиндром в 1 м диаметром, отведенным к земле, который защищает ее от индуцирующего влия-

¹⁾ Münch. Ber. 36, p. 507, 1906.

²⁾ Ann. d. Phys. 20, p. 174, 1906; Goett. Nachr. p. 801, 1908.

ния электрического поля земли, и соединена с бисквитом, подобного уже описанному, электрометра Беиндорфа; на квадранты этих электрометров положено напряжение в ± 400 вольт, при чем чувствительность их такова, что 1 мм шкалы соответствует около 1,5 вольта.

Около внутреннего изолятора на каждой проволоке укреплено по железной чашечке со ртутью, в которую каждые десять минут погружается на 25 сек изолированный конец рычага, соединенный с батареей аккумуляторов в ± 200 вольт для установки λ_- и -200 вольт для λ_+ ; этот рычаг приводится в действие электрометром, в котором протекает ток, замыкаемый помощью контактных часов Хозлера; нужно заметить, что эти же часы производят минутные и часовые контакты во всех электрометрах и являются как бы сердцем всего павильона, откуда получают жизнь все установки. Заряд, полученный проволокой, в течение следующих десяти минут, благодаря оседанию на ней ионов, уменьшается и электрометр каждую минуту отмечает понижающийся потенциал. Зная емкость рассеивающей проволоки Z и емкость электрометра с соединительными частями C , а также потенциалы V_0 и V в начальный и конечный промежутки времени t , можно вычислить проводимость по формуле:

$$\lambda \pm = \frac{1}{4\pi} \frac{Z + C}{Z} \frac{1}{t} \log_{\text{нат}} \frac{V_0}{V}$$

Все изоляторы, на которых укреплены проволоки, а также и те, которые поддерживают коллектор, снабжены сушилками, так что наружный воздух раньше чем дойти до эбонита проходит мимо сушилки, наполненной металлическим натрием, который и поглощает значительную долю влаги, находящейся в воздухе.

Зная проводимость воздуха λ и соответствующее значение напряжения поля $\frac{dV}{dn}$, по формуле

$$i = \lambda \frac{dV}{dn}$$

можно вычислить обусловленный проводимостью воздуха вертикальный электрический ток в атмосфере, но в ближайшее время предположено, не ограничиваясь одним вычислением, установить прибор для непрерывной регистрации его. На черт. 2 дан пример записи напряжения поля и проводимости; между прочим из него можно видеть что изменения dV/dn обратны изменениям λ .

Наряду с исследованием проводимости воздуха в Обсерватории ведутся также работы имеющие целью изучить некоторые из факторов, поддерживающих атмосферу в ионизированном состоянии. Наиболее мощным ионизатором, по крайней мере для нижних слоев атмосферы, являются радиоактивные вещества, содержащиеся в земной коре и самой атмосфере, но при этом только те, которые среди продуктов своего распада имеют газообразную эманацию, т. е. радий, торий и актиний. Эманации этих веществ, выходя через земные капилляры в атмосферу, наделяют ее твердыми продуктами распада, которые испускают непрерывно α , β и γ -лучи, а последние и ионизируют воздух. С целью исследовать интенсивность выхода из земли радиоактивной эманации и зависимость его от различных метеорологических условий, в Павловске некоторое время функционировала следующая установка. Снаружи здания, у северной его стены выкопана прямоугольная яма, бока которой покрыты цинком, сверху она также закрыта цинковой крышкой. Для того, чтобы воздух в этой яме не застаивался, каждый час автоматически открываются клапаны, находящиеся в боковых стенках ящика, и воздух в течение десяти минут вентилируется помощью двух вентиляторов, приводимых в действие мотором. Внутри этого ящика на двух изоляторах подвешен горизонтально сетчатый цилиндр с такими же основаниями, по оси которого идет алюминиевый стержень, подвешенный помощью вертикального стержня на янтаре и соединенный с фотографически регистрирующим квадрантным электрометром Эльстер и Гейтеля¹⁾, который стоит внутри здания в темной комнате. Все соединительные провода, ведущие от стержня к электрометру, укреплены на янтарях и окружены соединенными с землею латунными трубками. Сетчатый цилиндр соединен с положительным полюсом батареи аккумуля-

¹⁾ Wied. Ann. 64, p. 680. 1898.

муляторов в 200 вольт, другой полюс которой отведен в землю. Действие установки основано на том, что благодаря заряду на сетчатом цилиндре внутрь его может попасть только электрически нейтральная эманация все же готовые ионы, выступающие из почвы или образующиеся вне цилиндра, адсорбируются на стенках ямы или на цилиндре и таким образом произвести эффекта не могут; эманация же, попавшая внутрь цилиндра, распадается и образующиеся здесь отрицательные ионы осаждаются на алюминиевом стержне, которому и отдают свой заряд, а образующиеся одновременно положительные ионы осаждаются на цилиндре и здесь их заряд нейтрализуется напряжением, наложенным на него, которое вполне достаточно чтобы создать „ток насыщения“ т. е. такое электрическое поле, при котором все ионы осядут на стержне или цилиндре раньше чем успеют воссоединиться. Таким образом заряд стержня все время увеличивается и потенциал, показываемый электрометром, возрастает; но так как нам важно знать не величину заряда, а его изменения во времени, то пара квадрантов электрометра, с которой соединен стержень, в то же время через большое иониевое сопротивление типа Бронсона¹⁾ (порядок 10^{12} ом.) соединена с землею, вследствие этого количество электричества, притекшее к электроду за время dt , частью идет на повышение потенциала V системы, частью через сопротивление r уходит в землю, т. е.

$$i dt = C dV + \frac{V}{r} dt,$$

где i — сила тока, C — емкость системы; по прошествии некоторого времени наступит стационарное состояние, при котором изменения V будут очень малы. Интегрируя предыдущее выражение и пренебрегая первым членом вследствие его малости, мы окончательно получим $i = \frac{V}{r}$, т. е. сила

тока, обусловленного притоком к электроду ионов, пропорциональна показанию электрометра. К сожалению при работе этой установки возникли некоторые осложнения главным образом вследствие почвенной воды, которая, проникая в

¹⁾ Amer. Jour. Sc. 19. p. 185, 1905.

яму, совершенно прекращала на долгое время работу прибора; это обстоятельство и также ряд других мелких дефектов чисто технического свойства заставляют несколько видоизменить эту установку, что и будет сделано в ближайшее время, а пока решено, как только оттая почва, исследовать радиоактивность почвенного воздуха, высасывая последний с различных глубин и измеряя в лаборатории степень его радиоактивности.

Следующим довольно важным фактором, поддерживающим ионизацию атмосферы, над которым ведутся в Обсерватории наблюдения, является так называемая проникающая радиация. Дело в том, что воздух, заключенный в герметически закрытом сосуде, обнаруживает всегда некоторую ионизацию. Опыты показывают, что ионизаторами здесь являются с одной стороны незначительные примеси радиоактивных веществ, всегда имеющиеся в материале сосуда, а также продукты распада радиоактивных эманаций, осевшие на стенках сосуда, с другой стороны γ -лучи, испускаемые радиоактивными веществами, содержащимися в почве и воздухе, и лучи весьма большой проникающей способности, которые приходят к нам сверху и природа которых до сих пор окончательно не выяснена; эти лучи обладают способностью проходить через не очень толстые стенки сосуда и ионизировать здесь воздух. Интересно отметить здесь то обстоятельство, что, как показали исследования Кальгерстера¹⁾, проникающая радиация с высотой очень сильно увеличивается и по мнению Линке²⁾ имеет своим источником космическую пыль, содержащуюся в высоких слоях атмосферы, центр ионизирующего действия которой по его вычислениям можно считать находящимся на высоте около 20 км. Таким образом ионизация того „слоя Хивисайда“, от которого по мнению Икклз³⁾ происходят последовательные отражения эл.-магн. волн, может быть приписана не только действию ультрафиолетовых лучей солнца, но также и действию проникающей радиации⁴⁾.

Для исследования проникающей радиации в Павловске

1) Abh. d. Naturf. Ges. Halle N. F. № 4. 1914. Beitr. z. Phys. d. fr. Atm. 7. H. 2, 1914.

2) Met. Zeit. p. 157, 1916.

3) Proc. Roy. Soc. 1912.

4) Вопросу о ионизации верхних слоев атмосферы посвящена также работа Сванна (Terr. Magn. 21. № 1, p. 1, 1916).

имеется две установки, расположенные на гребне крыши здания в восточной его стороне. Первый прибор, функционирующий непрерывно уже третий год, состоит из герметически закрытого цинкового цилиндрического сосуда диаметром 50 см и высотой 60 см; внутри его помещен изолированный от него эбонитовым кольцом другой цилиндр без дна, по оси которого проходит вертикальный алюминиевый стержень, укрепленный в янтарной пробке, помещенной в дне сосуда, через которую один конец его выходит наружу; этот конец соединен проволокой, проходящей через потолок здания внутри латунной отведенной к земле трубки, с квадратным электрометром Долежалака¹⁾, помещенном на каменном столбе в темной комнате павильона. Общая толщина стенок обоих цилиндров равна 5 мм. Наружный цилиндр прибора отведен к земле, а внутренний поддерживается при —200 вольт, что создает внутри цилиндра ток насыщения и все образующиеся внутри отрицательные ионы осаждаются на алюминиевом стержне и отдают ему свой заряд, который и отмечается фототрафически электрометром (чувствительность на 1 вольт 115 мм шкалы). Особое приспособление соединяет каждые десять минут на две минуты стержень и электрометр с землей, благодаря чему заряд, накопленный на стержне в течение предыдущих восьми минут, уходит в землю. С целью исследовать возможно более подробно колебания напряжения проникающей радиации, на крыше здания рядом с только что описанным прибором установлен второй. Этот прибор, с целью уменьшить поглощение проникающих лучей стенками сосуда, при тех же размерах что и первый, состоит из одного алюминиевого цилиндра с латунным дном, толщина стенок которого составляет всего 0,2 мм, внутри цилиндра также проходит изолированный от него алюминиевый стержень, соединенный с таким же электрометром Долежалака. Работа этого прибора в общем сходна с работой первого, разница заключается в том, что приспособление аналогичное тому, которое в первом приборе отводит заряд электрода в землю, здесь соединяет стержень каждые десять минут на две минуты с положительным полюсом батареи в 230 вольт, другой полюс которой отведен к земле. Этот заряд электрода в течение последующих восьми минут благодаря оседанию на последнем образующихся в цилиндре

¹⁾ Zeit. f. Instrumentenk. 21, N. 12, p. 345, 1901.

отрицательных ионов спадает, что и отмечается электрометром. Для того, чтобы уменьшить рассеяние заряда с проволоки, соединяющей электрод с электрометром, латунная трубка, окружающая ее, и здание электрометра находятся при постоянном напряжении в $+230$ вольт. Этот прибор не функционирует непрерывно, а запись производится лишь время от времени или в особо интересные дни. Мерой напряжения проникающей радиации служит число ионов, образующихся в одном см³ в сек, легко понять, что, зная количество электричества, притекшее к электрометру за некоторый промежуток времени, мы через простое деление его на емкость сосуда в см³, на время в сек и на элементарный заряд иона, получим это число.

Наконец в Обсерватории находится еще одна установка имеющая целью исследовать электричество осадков. Для этого вырублена часть крыши на западной стороне здания и здесь на полу чердака сделана деревянная надстройка в 3² арш площадью и 2^{1/2} арш высотой, почти горизонтальная крыша которой имеет небольшой скат на четыре стороны. В этой надстройке и помещается приемная часть установки, представляющая собою несколько видоизмененный омброграф (пишущий дождемер) системы Рорданца. Он состоит из приемного цилиндрического сосуда, в который попадают осадки, помещенного на одном плече коромысла весов, к другому плечу которого прикреплено перо, отмечающее количество выпавших осадков на барабане, вращающемся помощью часового механизма; для того, чтобы уменьшить колебания сосуда под влиянием ветра, прибор снабжен магнитным демфером. Приемный сосуд находится как раз под отверстием, сделанным в крыше надстройки; вокруг этого отверстия устроены три металлических воронки, цель которых защитить прибор от влияния ветра с одной стороны и от индуцирующего влияния земного поля с другой. Приемный сосуд изолирован от остальных частей прибора большим янтarem, окруженным металлической оболочкой, и соединен проволокой, проходящей внутри латунной трубки через потолок здания, с изолированным концом приводимого в действие электромагнитом рычага, который соединяет время от времени сосуд с двумя электрометрами Эльстер и Гейтеля. Оба электрометра стоят на каменном столбе в темной комнате и приспособлены для фотографического регистрирования. Один из электрометров имеет чувствительность в сто

раз большую, чем другой, и при этом условии мы имеем возможность исследовать заряды осадков в пределах от 10^{-17} кул до 10^{-12} кул. Работа установки происходит следующим образом: каждые две минуты рычаг соединяет приемный сосуд на две секунды с землей и в то же время прерывается соединение сосуда с электрометрами, которые также отводятся к земле, но уже на одну минуту, по прошествии которой снова восстанавливается их соединение с приемным сосудом и они принимают его потенциал; таким образом электрометры регистрируют заряд, приносимый осадками за время $120 \text{ сек} - 2 \text{ сек} = 118 \text{ сек}$.

Кроме описанных установок в Обсерватории имеется целый ряд переносных приборов, для походных наблюдений элементов атмосферного электричества, как то: рассеивающий прибор Эльстера и Гейтеля¹⁾, прибор Гердсик для исследования проводимости²⁾, счетчик ионов Эберта³⁾, прибор Вульфа⁴⁾ для проникающей радиации, прибор Вильсона⁵⁾ для измерения вертикальных токов в атмосфере и ряд других приборов.

В дальнейшем предполагается произвести еще ряд новых установок для изучения других элементов атмосферного электричества, а также предпринять исследование их изменения с высотой; сверх того лично я предполагаю, если удастся установить в Обсерватории хотя бы небольшую приемную станцию беспроволочного телеграфа, предпринять исследование явлений, происходящих в антенне, и выяснить их связь как с электрическими, так и другими метеорологическими условиями атмосферы.

Некоторые результаты, полученные в Павловской Обсерватории, интересующиеся могут найти в работах В. Н. Оболенского, печатающихся в Геофизическом Сборнике, издаваемом Главной Физической Обсерваторией. Общий же обзор состояния учения об атмосферном электричестве можно найти в книгах, означенных в смеси настоящего номера.

Слуцк (Павловск) 28-1-1919 г.

- 1) Phys. Zeit. 11, p. 1, 1899; Ann. d. Phys. 2, p. 425, 1900.
- 2) Gött. Nachr. Heft 3, 1905; Phys. Zeit 6, p. 800, 1905.
- 3) Phys. Zeit. 2, p. 662, 1901; III Aer. Mitt. 6, p. 178, 1902.
- 4) Phys. Zeit. 10, p. 152, 1909; 11, p. 56, 1910.
- 5) Proc. Cambr. Phil. Soc. 13, p.p. 184, 363, 1906; Proc. Roy. Soc. A, 80, p. 537, 1908.

Исследование д'Арманья свойств приемных рамок.

Радиоприем есть улавливание электромагнитной волны, испускаемой передающей антенной. Свободная эл.-магн. волна есть несущееся чрез пространство со скоростью света электрическое поле переменного напряжения с магнитным полем накрест к электрическому и всегда одной с ним фазы.

Обыкновенно представляют себе, что обычная антенна, разомкнутая сеть, напр. прямолинейный провод, перехватывает электрическое поле волны, которое задерживается, заряжает концы приемного провода, отчего происходят все его действия. Приемная рамка, как замкнутый контур, проще всего рассматривается, как реагирующая именно на магнитное поле.

Обычно отправительная антенна, находясь в вертикальной плоскости, излучает электрическое поле в виде вертикальных (или наклонных, но все же в вертикальной плоскости) силовых линий; магнитное поле, сопровождающее электрическое, и, как мы сказали, перпендикулярное к нему, лежит, следовательно, в горизонтальной плоскости. Рамка должна в каждый момент охватывать это поле своим контуром и, значит, быть вертикальной; для наиболее сильного действия на нее, она должна своею плоскостью быть вдоль луча, по которому подходят волны, так что электрическое поле будет параллельно рамке, а магнитное—ей перпендикулярно (черт. 1 стр. 442).

При каком либо повороте рамки вокруг вертикальной оси на нее будет действовать лишь проекция магнитного поля на перпендикуляр к рамке.

В каждом витке рамки индуцируется в каждый момент эдс равная wHS , где w = угловой скорости приходящей волны, H —средняя квадратичная напряженности магнитного поля, т. е. среднее квадрат. число силовых линий на ед. поверхности рамки, S —вся поверхность рамки. В рамке с n витками эта эдс в n раз больше. Она производит в рамке пе-

ременный ток, величина которого (ср. кв.) при резонансе контура рамки с ее конденсатором (черт. 2) определяется исключительно омическим сопротивлением R рамочного контура.

$$i = \frac{n \omega H S}{R}$$

Напряжение у зажимов конденсатора x, y , которое далее передается в усилитель, равно этому току, помноженному на сопротивление емкости равное

$$\frac{1}{C\omega} = L\omega;$$

последнее равенство выражает настроенность рамочного контура на угловую скорость ω , т. е. $L = CL\omega^2$.

Итак напряжение, которое рамка передает приемному приспособлению, равно

$$e = iL\omega = n\omega^2 HSL : R = 4\pi^2 c^2 H \cdot \frac{nSL}{\lambda^2 R}, \quad (1)$$

где c и λ — скорость света и длина волны, так что

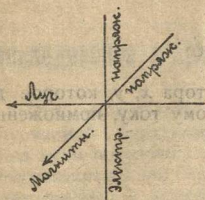
$$2\pi \frac{c}{\lambda} = \omega.$$

А. Усовершенствовать работу приемной рамки значит — увеличить e ; но кроме постоянных являются неизменными данными еще величины λ и H ; последняя зависит от мощности отправительной станции и расстояния до нее. Остается

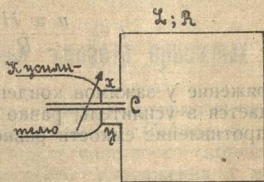
$$\frac{nSL}{R} \quad (2)$$

Казалось бы, что группа этих остальных величин будет давать все большие значения с увеличением площади рамки S , т. к. при увеличении ее напр. в 4 раза, периметр ее, а след.

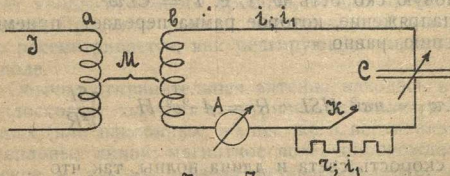
Арматура: „Свойства рамки“.



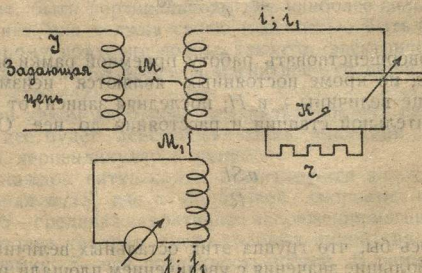
Черт.1.



Черт.2.

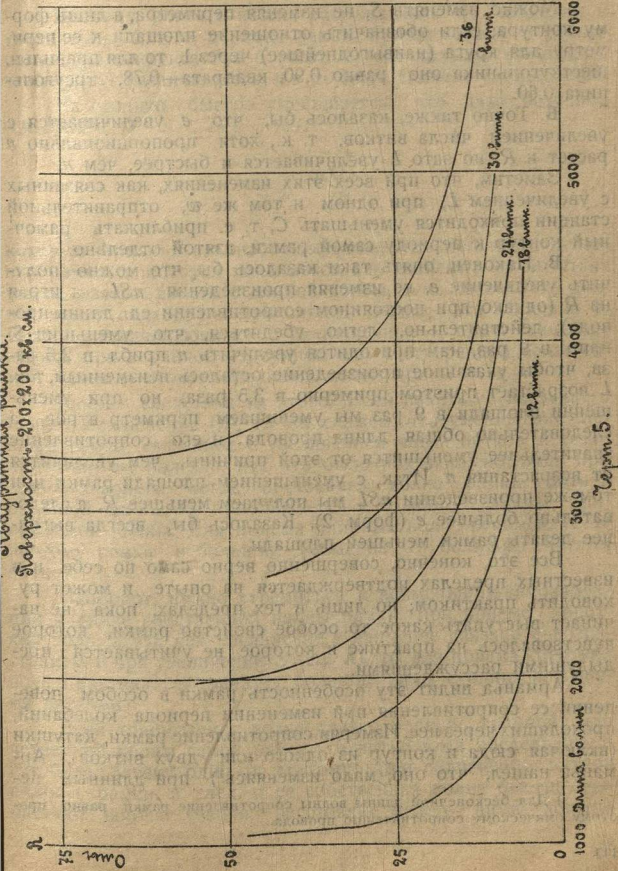


Черт.3.



Черт.4.

Арманья: „Свойства рамки“.



и сопротивление обмотки возрастет лишь в два раза и во столько же раз увеличится отношение S к R и e . При этом еще увеличивается L .

Можно изменять S , не изменяя периметра, а лишь форму контура; если обозначить отношение площади к ее периметру для круга (наивыгоднейшее) через 1, то для правильного шестиугольника оно равно 0,90, квадрата—0,78, треугольника 0,60.

Б. Точно также, казалось бы, что e увеличивается с увеличением числа витков, т. к., хотя пропорционально n растёт и R , но зато L увеличивается и быстрее, чем n .

Заметим, что при всех этих изменениях, как связанных с увеличением L , при одном и том же ω , отправительной станции приходится уменьшать C , т. е. приближать рамочный контур к периоду самой рамки, взятой отдельно.

В. Наконец, опять таки казалось бы, что можно получить увеличение e , не изменяя произведения nSL , а играя на R (однако при постоянном сопротивлении ед. длины провода); действительно, легко убедиться, что уменьшив S , напр. в 9 раз, нам приходится увеличить n прибл. в 2,5 раза, чтобы указанное произведение осталось неизменным, т. к. L возрастает при этом примерно в 3,5 раза; но при уменьшении площади в 9 раз мы уменьшаем периметр втрое, а следовательно общая длина провода и его сопротивление значительно уменьшится от этой причины, чем увеличится от возрастания n . Итак, с уменьшением площади рамки при том же произведении nSL мы получаем меньшее R , а следовательно большее e (форм. 2). Казалось бы, всегда выгоднее делать рамки меньшей площади.

Все это, конечно, совершенно верно само по себе и в известных пределах подтверждается на опыте и может руководить практиком, но лишь в тех пределах, пока не начинает выступать какое то особое свойство рамки, которое чувствовалось на практике и которое не учитывается предыдущими рассуждениями.

Арманья видит эту особенность рамки в особом поведении ее сопротивления при изменении периода колебаний, проходящих через нее. Измеряя сопротивление рамки, катушки (включая сюда и контур из одного или двух витков), Арманья нашел, что оно, мало изменяясь¹⁾ при длинных пе-

¹⁾ Для бесконечной длины волны сопротивление рамки равно простому омическому сопротивлению провода.

риодах (скинэффект не велик в проволоке ок. 1 мм диаметром), вдруг быстро возрастает чуть не до бесконечности при приближении к собственному периоду рамки.

Поэтому, когда в наших рассуждениях мы подходим к увеличению L , т. е. периода рамки, приближаемся к работе рамки без конденсатора C (черт. 2), мы должны вспомнить, что R вдруг увеличивается, и e по этой причине уменьшается.

На столько быстро уменьшается, что даже величина (см. форм. 1)

$$\Xi = \frac{nSL}{\lambda^2 R},$$

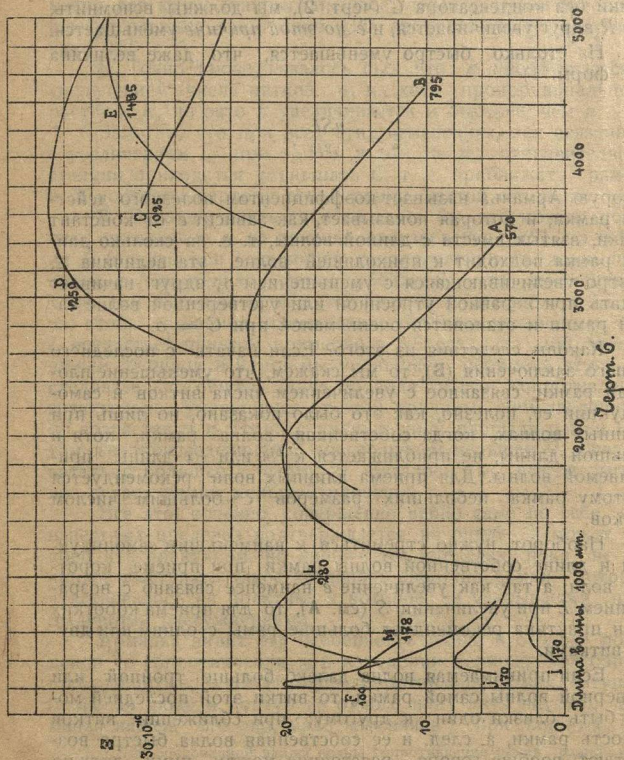
которую Арманья называет коэффициентом полезного действия рамки, и которая показывает, как зависит e от констант рамки, взятых вместе с длиной волны, т. е. на сколько данная рамка подходит к приходящей волне, эта величина Ξ , быстро увеличивающаяся с уменьшением λ , вдруг начинает падать при λ равной утроенной или учетверенной волне самой рамки и становится очень малой при $C = 0$.

Каковы следствия из этого? Если начать с последнего нашего заключения (В), то мы скажем, что уменьшение площади рамки, связанное с увеличением числа витков и самоиндукции ее, полезно, как это было показано, но лишь при длинных волнах, когда собственная волна рамки, хотя и большой длины, не приближается к $1/3$ или $1/4$ длины принимаемой волны. Для приема длинных волн рекомендуется поэтому рамка небольших размеров с большим числом витков.

Наоборот, нужно стремиться к наименьшим самоиндукции и длине собственной волны рамки при приеме коротких волн; а так как увеличение e наименее связано с возрастанием L при увеличении S (см. А), то для приема коротких волн практика рекомендует большие рамы с одним или двумя витками.

Если принимаемая волна далеко больше тройной или четверной волны самой рамки, то витки этой последней могут быть близки один к другому; при сближении витков емкость рамки, а след. и ее собственная волна быстро возрастают; вообще говоря, расстояние между ними должно

Арматура: "Свойства ражки".



Арматура: „Свойства рамки“.

Квадратная рамка 150×150 см.

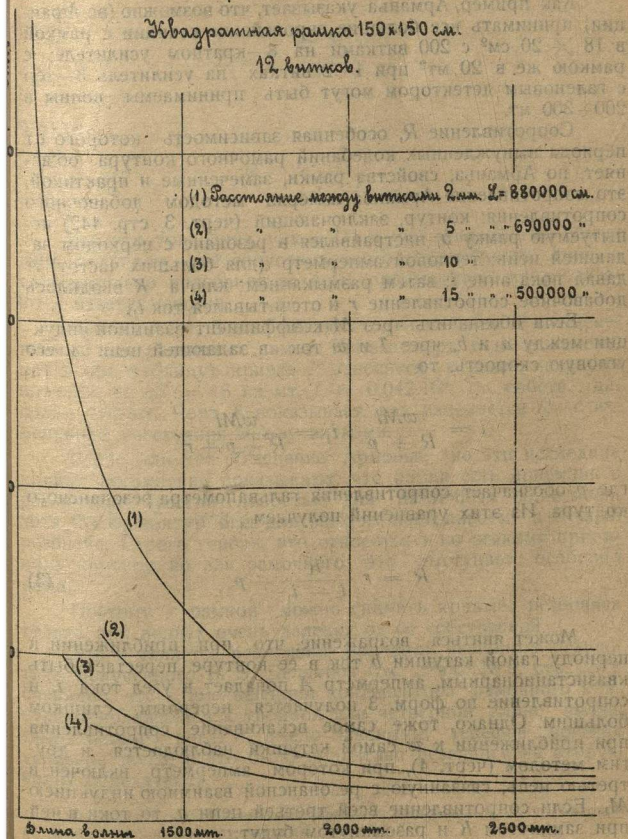
12 витков.

(1) Расстояние между витками 2 мм $L = 880000$ см.

(2) " " " 5 " " 690000 "

(3) " " " 10 " " 500000 "

(4) " " " 15 " " 500000 "



Частота.

быть не менее 10—12 мм для уменьшения емкости рамы и ее периода.

Как пример, Арманья указывает, что возможно (во Франции) принимать все большие европейские станции с рамкой в 18×20 см² с 200 витками на 8—кратном усилителе; с рамкою же в 20 м² при 1—2 витках на усилитель 3—тер с галеновым детектором могут быть принимаемы волны в 200—300 мт.

Сопротивление R , особенная зависимость которого от периода вынужденных колебаний рамочного контура объясняет, по Арманья, свойства рамки, замеченные и практикой, это сопротивление Арманья измерял методом добавочного сопротивления: контур, заключающий (черт. 3, стр. 442) испытуемую рамку b , настраивался в резонанс с периодом задающей цепи; тепловой амперметр (для больших частот) A давал показание i ; затем размыканием ключа K вводилось добавочное сопротивление r и отсчитывался ток i_1 .

Если обозначить чрез M коэффициент взаимной индукции между a и b , чрез I и ω ток в задающей цепи и его угловую скорость, то

$$i = \frac{\omega MI}{R + p}; \quad i_1 = \frac{\omega MI}{R + p + r},$$

где p обозначает сопротивления гальванометра резонансного контура. Из этих уравнений получаем

$$R = r \frac{i_1}{i - i_1} - p. \quad (3)$$

Может явиться возражение, что при приближении к периоду самой катушки b ток в ее контуре перестает быть квазистационарным, амперметр A попадает в узел тока i , и сопротивление по форм. 3 получается неверным, слишком большим. Однако, тоже самое вскакивание сопротивления при приближении к ω самой катушки наблюдается и другим методом (черт. 4), при котором амперметр включен в третью цепь, связанную с резонансной взаимной индукцией M_1 . Если сопротивление всей третьей цепи q , то токи в ней при замкнутом K и разомкнутом будут:

$$j = \frac{\omega M_1 i}{q} = \frac{\omega^2 M_1 M I}{q R}$$

$$j_1 = \frac{\omega^2 M_1 M I}{q (R + r)};$$

откуда

$$R = r \frac{j_1}{j - j_1}.$$

Все эти уравнения, как и (1) и (2), написаны по обычным правилам для синусоидального переменного тока, а следовательно колебания во всем предыдущем предполагаются незатухающими.

Кривые черт. 5 изображают ход изменения R с изменением ω для различных рамок. Кривые черт. 6 дают изменение Ξ (см. таблицу), кривая F относится к рамке с двумя витками; ее $nS = 16$ кв мт, $L = 0,042 \cdot 10^6$ см, собств. дл. волны 100 мт. Черт. 6 показывает, как изменяется R с изменением расстояния между витками.

Верно или нет объяснение Арманья, но эти последние кривые несомненно показывают, что рамка есть приемник с различной чувствительностью для различных длин волн, хотя бы ее контур был для всех их настраиваем в точный резонанс. Строго говоря, это относится и ко всякому приемному контуру, но для рамочного это выступает особенно резко.

Поэтому с рамкой можно снимать кривые резонанса только при волнах очень далеких от ее собственной.

Это и является возможной причиной неверного результата, полученного В. Э. Делакроа (см. „Рад.“ № 9, стр. 357); очевидно, что с уменьшением конденсатора рамочного контура приближались к тройной или четверной длине волны самой рамки¹⁾, когда Ξ имело максимум, телефон показал усиление звука, и это было приписано резонансу на вторую волну передатчика.

¹⁾ Вычислить по данным Делакроа эту волну нельзя, т. к. автором не дано расстояние между витками.

Таблица.

Квадратная рамка, принимавшая при восьмикратном усилителе все
Европейские и некоторые Американские станции.

Обознач. на черт. 6	n	nS кв. мт	L 10^6 см	Собств. дл. волны мт
<i>A</i>	12	48	0,80	570
<i>B</i>	18	72	1,69	795
<i>C</i>	24	96	2,95	1025
<i>D</i>	30	120	4,45	1250
<i>E</i>	36	144	6,20	1485

Электронные релэ.¹⁾

Е. А. Свирского и В. П. Хашинского.

Общие свойства; двухэлектродное релэ; трехэлектродное релэ.—Сравнение газовых релэ с пустотными.—Детектор.—Усилитель.—Генератор незатухающих колебаний.

Общие свойства.

За последнее время в беспроводной телеграфии и телефонии получили широкое распространение приборы, носящие общее название электронных или катодных или также термоионных релэ. Приборы эти (называемые также вакуум-релэ) представляют собою особого устройства пустотные трубки и употребляются как для целей приема, так и для передачи. В приемных устройствах они применяются в качестве детекторов, усилителей и для возбуждения незатухающих колебаний, для приема по способу биений. В качестве же генераторов незатухающих колебаний они применяются и для целей передачи. Действие этих приборов основано на изменении проводимости разреженного пространства внутри трубки в зависимости от степени ионизации наполняющих это пространство газов. В связи с этим все подобные приборы состоят из стеклянного, выкаченного сосуда, снабженного тремя главными органами: 1) приспособлениями для входа и выхода тока (анод и катод), 2) органом, регулирующим проводимость пространства внутри сосуда, т. е. играющим роль клапана, и 3) органом, создающим эту проводимость, т. е. ионизирующим газы, наполняющие пространство внутри трубки.

Принцип действия электронных релэ может быть проще всего пояснен путем рассмотрения общих свойств их,

¹⁾ С разрешения Завед. научно-испыт. и изд. бюро Радиоотдела НКПиТ печатается эта статья, представляющая собою одну главу из книги Рейна „Радиотел. измерения“, перев. Свирского и Хашинского, готовящейся к печати Радиоотделом.

присущих всем этим релэ. Разница между трубками-детекторами, трубками-усилителями и генераторными обуславливается некоторыми конструктивными различиями, благодаря которым те или иные особенности трубок оказываются в данном типе развитыми в большей степени, чем в других.

Нормальный тип современного электронного релэ состоит из стеклянного сосуда, в виде трубки или баллона, несколько похожего на обыкновенную лампочку накаливания, внутри которого помещены обыкновенно три электрода:

- 1) нить накаливания, которая является органом, испускающим электроны, выполняя в тоже время и функции катода,

- 2) анод — сплошная, тонкая, металлическая пластинка, плоская или свернутая в виде цилиндра, и

- 3) вспомогательный промежуточный электрод, в виде сетки, решетки, сита или проволоочной спирали, регулирующей проводимость пространства внутри сосуда, пропуская большее или меньшее количество электронов.

Решающее влияние на свойства прибора оказывают следующие факторы:

- 1) состав газов, наполняющих разреженное пространство внутри сосуда и давление, под которым они находятся,

- 2) ионизирующая способность накаливаемой нити, которая в свою очередь зависит от материала нити и ее покрова, и

- 3) размеры электродов и их взаимное расположение.

Из теории процесса разряда в разреженных газах известно, что электрическая проводимость газов зависит от присутствия в них заряженных электричеством центров, причем заряженные центры, лишенные значительной (относительно) материальной массы, принято называть электронами, а центры связанные с материальной массой — ионами. В рассматриваемых нами катодных релэ использована способность газов ионизироваться под влиянием тел, раскаленных до красного или более высокого каления.

Под влиянием электрического поля, действующего на вакуум, наблюдается процесс размножения ионов. Весьма важное значение при этом имеют состав газов, наполняющих разреженное пространство, и степень разрежения. В связи с этим принято подразделять все катодные релэ на две группы, которые, как будет изложено далее, довольно резко отличаются друг от друга по своим основным качествам, а именно:

1) пустотные релэ, работающие чистыми электронами в пустоте, прототипом которых является плиотрон Флеминга, и

2) работающие потоком ионов газовые релэ, разреженное пространство которых содержит некоторое количество газов (воздух с примесью паров ртути, гелия и других редких газов); прототип этих релэ — аудион де-Фореста. Что касается влияния степени разрежения пространства внутри релэ, т. е. влияния давления на разряд, то при очень высоком вакууме ионизация незначительна: разряд происходит с трудом и лишь при больших значениях приложенного к релэ напряжения; трубка в этом случае называется слишком „жесткой“. При сравнительно больших давлениях (порядка 0,1 мм) процесс размножения ионов отличается интенсивностью и для разряда достаточно будет минимальной разности потенциалов: такую трубку характеризуют словами „очень мягкая“. Дальнейшее увеличение давления снова влечет за собою уменьшение ионизации, а с ней и проводимости вакуума. Т. к. состояние вакуума, как указано выше, сильно влияет на свойства релэ, то для правильной работы его желательно, чтобы состав вакуума оставался неизменным. Поэтому релэ снабжается обыкновенно особым приспособлением для регенерации, т. е. для восстановления, хотя бы и не в полной мере, первоначальных свойств трубки (состояние вакуума, давление газов внутри ее), постепенно утрачиваемых ею по мере продолжительности ее службы. Наиболее употребительна регенерация при помощи амальгамы ртути или куска азбеста: кусочек амальгамы или азбеста находится в стеклянном отростке, выведенном из тела катодной трубки, и выделяет потребное количество газа при нагревании отростка в пламени спиртовой лампы.

По другому способу регенерация осуществляется посредством введения некоторого количества воздуха или газа извне через отверстие в отростке трубки, закрытое кусочком какого-нибудь пористого тела и ртутью.

Накаливаемый электрод-нить ионизирует пространство внутри трубки. Количество электронов, отдаваемых поверхностью нити в вакуум, пропорционально величине этой поверхности; оно быстро возрастает по мере увеличения температуры накала нити и в сильной степени зависит от материала, из которого изготовлена сама нить и от вещества, покрывающего ее поверхность. Вообще говоря, от материала нити и ее покрова, помимо сохранения механической проч-

ности при накаливании, требуется получение возможно большей ионизации при возможно низкой температуре. Наибольшим распространением пользуются в настоящее время в качестве материала для изготовления нити: платиновая проволока (часто для повышения температуры плавления—с примесью иридия), покрываемая слоем окиси какого-нибудь из щелочно-земельных металлов, напр. кальция или бария (для увеличения электронной отдачи) и проволока из вольфрама или тунгстена. Для накала нити из вольфрама требуются меньшая сила тока, но материал этот обладает тем недостатком, что с течением времени нить делается хрупкой. Существенно влияют на свойства катодного релэ также размеры электродов и их взаимное расположение.

Вспомогательный электрод—в виде сетки, решетки, сита или спирали располагается всегда между катодом—нитью и анодом—пластинкой. Обыкновенно нить окружена со всех сторон цилиндрической сеткой, а эту последнюю окружает цилиндрической формы сплошная пластинка-анод. От электродов ведут через стекло провода в наружное пространство: по одному проводу от пластинки и сетки и два от обоих концов накаливаемого электрода (ср. черт. 1 и 2).

Вспомогательный электрод-сетка служит органом, регулирующим проводимость вакуума. Он играет роль клапана, пропуская в зависимости от потенциала, который ему сообщен, большее или меньшее количество электронов от нити к пластинке-аноду.

Кроме взаимного расположения электродов и их размеров, на процессы, происходящие в релэ, оказывают также влияние форма электродов, их конструктивные особенности, напр. величина отверстий сетки и т. п. Наиболее распространенным в настоящее время типом является трехэлектродное релэ—с катодом, анодом и одним вспомогательным электродом. В прототипе электронных релэ—аудионе вспомогательный промежуточный электрод отсутствовал. В новейшее время были предложены конструкции (особого распространения пока не получившие) с несколькими промежуточными электродами, расстояние между которыми соразмеряется в зависимости от состава газов, наполняющих пространство внутри трубки. Изменяя взаимное положение таких промежуточных электродов и способ их соединения между собой (параллельно или последовательно), можно влиять в том или ином направлении на различные свойства релэ.

Что касается материалов, из которых изготовлены пластинка-анод и промежуточный электрод, то они существенного влияния на качества релэ не оказывают. Желательно лишь, чтобы они не изменяли своего состава в вакууме и возможно меньше поглощали бы газы: позднее выделение этих газов в вакуум может значительно изменить его. Из чаще всего применяемых для изготовления этих электродов материалов — меди, алюминия и никкеля, последний содержит наименьшее количество окклюдированных (заключенных в нем) газов.

Более подробное ознакомление с процессами, происходящими в электронных релэ, целесообразно начать с рассмотрения некоторых основных свойств релэ, характеризующих его работу при пользовании простейшей схемой, которая применялась Флемингом для его аудиона (черт. 3).

На схеме, *П* изображает анод-пластинку, *Н* — нить, накаливаемую до свечения батареей аккумуляторов в 4-6 вольт. В цепь пластинки включена т. наз. батарея высокого напряжения (батарея сухих элементов, дающая напряжение в несколько десятков вольт и выше). Часть этой цепи состоит из разреженного пространства, между пластинкой и нитью, наполненного электронами, если нить накалена. Положительно заряженная пластинка притягивает к себе отрицательные электроны. Сила тока в цепи пластинки (помимо обычной зависимости от омического сопротивления частей цепи пластинки, состоящих из металлических проводников) будет таким образом пропорциональна: 1) проводимости разреженного пространства между пластинкой и нитью и 2) напряжению, приложенному к этим двум электродам.

Проводимость разреженного пространства пластинка — нить возрастает по мере увеличения числа электронов излучаемых нитью. Поэтому, повышая помощью реостата температуру накала нити при постоянной величине напряжения e , найдем, что сила тока i в цепи пластинка — нить при этом быстро увеличивается, как это видно из черт. 4.

Изменяя вольтаж при постоянном накале и измеряя соотв. значения силы тока i , получим функциональную зависимость между e и i в виде кривой, изображенной на черт. 5, которая показывает, что с увеличением e сила тока возрастает сперва довольно медленно, затем быстро, и, наконец, достигнув определенной величины, которую называют током насыщения, остается постоянной. При более сильном накале

общий характер кривой сохранится, но вся она будет расположена выше. Объясняется это тем, что данная нить накаливания может испустить при определенной температуре в единицу времени определенное количество электронов. Если разность потенциалов между нитью и пластинкой достаточно велика, то все электроны, испускаемые нитью, достигают пластинки и увеличение этой разности потенциалов не усилит тока, пропускаемого вакуумом. В этом случае наступает состояние насыщения. Разность потенциалов, необходимая для достижения насыщения, должна быть тем больше, чем выше температура накала. Но если насыщение не достигнуто, то всякое изменение разности потенциалов между нитью и пластинкой (создаваемое напр. введенной в цепь пластинки катушкой, на которую действуют колебания высокой частоты в антенне) влечет за собою соответственное изменение силы тока, пропускаемого разряженным пространством между пластинкой и нитью.

Отдельные особенности формы кривой $i = f(e)$ (черт. 5 дает лишь общее представление о характере подобных кривых) будут зависеть от температуры нити, состава вакуума и конструктивных данных релэ (напр. от материала нити, размеров и взаимного расположения электродов). Каковы бы не были эти особенности, кривую всегда можно в общем разделить на три главные части (ср. черт. 6, на котором кривая изображена в несколько увеличенном масштабе): часть OA_0 , для которой значение производной тока пластинки i по напряжению e т. е. $\frac{di}{de}$ сравнительно мало, часть A_0B_0 ,

которая довольно круто поднимается вверх (значение $\frac{di}{de}$ велико) и часть B_0C_0 , почти параллельная оси абсцисс ($\frac{di}{de} \approx 0$). Изменения величины производной $\frac{di}{de}$ имеют важное физическое значение.

Пусть регулировка релэ соответствует точке A_0 . Если повысить вольтаж на величину P_0P_1 , то соответствующее увеличение силы тока будет равно

$$A_1P_1 - A_0P_0 = \Delta i_1.$$

Понижение вольтажа на такую же величину $P_0P_2 = P_0P_1$

вызовет уменьшение силы тока на

$$A_0 P_0 - A_2 P_2 = \Delta i_2.$$

Но Δi_1 очевидно больше чем Δi_2 . Поэтому, если на основное постоянное напряжение, создаваемое у зажимов промежутка нить — пластинка батареей элементов, будет налагаться переменное напряжение, создаваемое колебаниями высокой частоты, то действие релэ в точке A_0 будет не симметрично для полувольт разных знаков: результатом будет увеличение среднего значения силы тока в цепи пластинка — нить

$$\text{от } i \text{ до } i + \Delta i_1 - \Delta i_2.$$

Релэ действует в этом случае, как выпрямляющий ток вентиль, как детектор.

При пользовании подобным релэ в качестве детектора в цепь пластинки вводят трансформаторную катушку, на которую воздействуют колебания высокой частоты в антенне, и телефон (черт. 7). Когда через такой детектор не проходят колебания, то по цепи пластинки протекает небольшой силы постоянный ток, который, проходя через обмотку телефона, вызовет отклонение мембраны от ее нормального положения. Под действием же приходящих электромагнитных волн детектор пропускает неодинаковые количества электричества, смотря по тому, проходит ли через него положительная или же отрицательная полуволна колебания. Результатом наложения положительной полуволны на основное постоянное напряжение батареи явится значительное увеличение тока в цепи пластинки, отрицательная же полуволна лишь немного уменьшит этот ток. Т. обр. влияние отрицательных полувольт не компенсирует полувольт положительных. Пока в приемной антенне будет получаться ряд колебаний, соответствующих одной искре на передающей станции, сила тока в обмотке телефона увеличится против нормальной и заставит электромагниты телефона еще более отклонить мембрану из ее положения покоя. Когда колебания потухнут, мембрана вернется в свое прежнее положение. При следующей искре движение мембраны повторится. В результате в

Изотомы: электротомные реле.

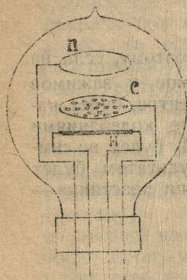


Рис. 1

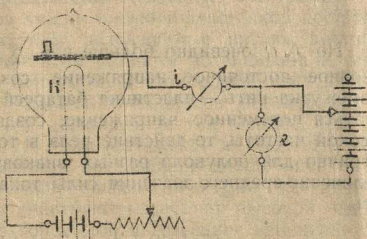


Рис. 3

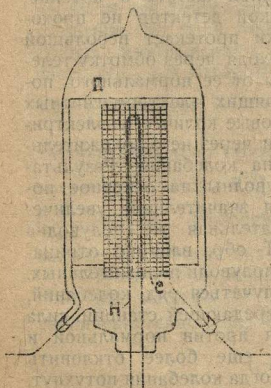


Рис. 2

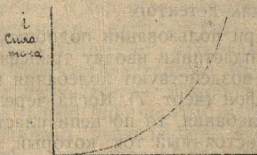


Рис. 4

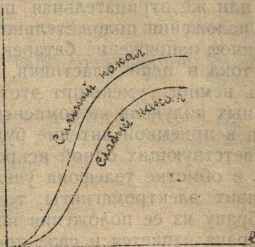
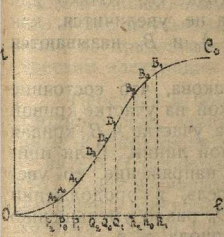
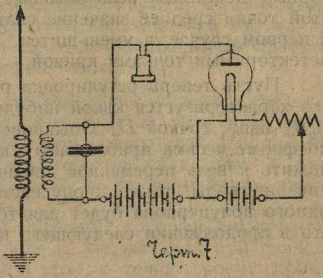


Рис. 5

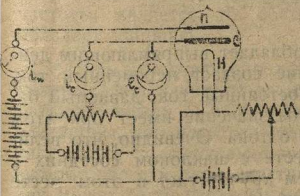
и эмиссия: Закапированный пресс.



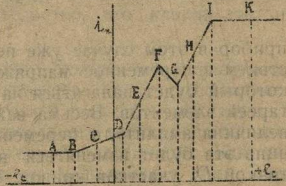
Зерпм.6.



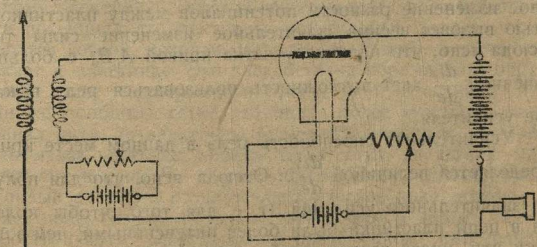
Зерпм.7.



Зерпм.8



Зерпм.9.



Зерпм.10.

телефоне возникнет звук.

Возвращаясь к кривой на черт. 6, заметим, что детекторным действием релэ обладает и в точке B_0 , только для этой точки среднее значение силы тока не увеличится, как в первом случае, а уменьшится. Точки A_0 и B_0 называются детекторными точками кривой.

Пусть теперь регулировка релэ такова, что состояние его характеризуется какой нибудь точкой на участке кривой A_0B_0 , напр. точкой D_0 . Обыкновенно на участке A_0B_0 кривая по форме весьма приближается к прямой линии. Если приложить к релэ переменное добавочное напряжение, то увеличение силы тока, пропускаемого релэ, в продолжении одного полупериода будет для точки D_0 равно уменьшению его в продолжении следующего полупериода, т. е.

$$\Delta i_1 = \Delta i_2;$$

прибор в этом случае уже не обладает выпрямляющим действием и переменное напряжение создаст переменный ток, который будет налагаться на постоянный ток, даваемый батареей элементов. Весьма важное значение имеет при этом величина амплитуды переменного тока. Очевидно, что величина эта будет изменяться вместе с наклоном соседних с точкой D_0 участков кривой. Чем круче будет в этом месте кривая, тем больше будет величина амплитуды переменного тока, налагающегося на основной постоянный ток. Если на участке A_0B_0 кривая идет почти вертикально, то даже самое малое изменение разности потенциалов между пластинкой и нитью вызовет весьма значительное изменение силы тока. Отсюда ясно, что наличие участка кривой A_0B_0 с большим значением $\frac{di}{de}$ дает возможность пользоваться релэ в качестве усилителя.

Усилительная способность релэ в данном месте кривой определяется величиной $\frac{di}{de}$. Отсюда ясно, что для получения значительного усиления, (т. е. для того, чтобы колебания в цепи пластинки были более интенсивными, чем в цепи сетки или, иначе говоря, чтобы незначительным колебаниям наведенного в катушке связи тока соответствовала значи-

тельная сила тока, действующего на приемные приборы (телефон или пишущий приемник), необходимо сделать под'ем прямолинейного участка A_0B_0 (называемого усилительной частью кривой) насколько возможно крутым. Опыт показал, что очень крутые характеристики получаются в том случае, если, по предложению Брандеса, снабдить вентиль Флеминга третьим электродом (решеткой или сеткой).

Переходя к более подробному рассмотрению трехэлектродного релэ, заметим (ср. черт. 1 и 2), что, если накал нити и напряжение между анодом—пластинкой P и катодом—нитью H остаются постоянными, то сила тока в цепи $H-P$ будет в сильной мере зависеть от потенциала промежуточного электрода-сетки C . Этот электрод можно до некоторой степени уподобить клапану, который открывается при положительном его заряде и закрывается при отрицательном. Весьма важным при этом, с точки зрения применения подобного клапана для целей техники токов высокой частоты, является то обстоятельство, что клапан этот не обладает инерцией.

Нить испускает определенное количество электронов, которые, под влиянием электрического поля, создаваемого батареей между P и H , переносятся к аноду—пластинке P : электроны, как носители отрицательного электричества, притягиваются положительно заряженной пластинкой. Как результат этого в цепи пластинка—нить возникает ток. Этот ток может быть увеличен или уменьшен, если к сетке приложить добавочное напряжение, чтобы создать разность потенциалов между сеткой и нитью. Если сообщить промежуточному электроду—сетке положительный по отношению к нити потенциал, то электроны, испускаемые нитью, притягиваются сеткой, которая часть их поглощает, а часть пропускает к пластинке. Это способствует образованию определенной силы непрерывного тока в цепи пластинка—нить. Если же сообщить сетке потенциал более низкий, чем потенциал нити, то электроны будут отталкиваться сеткой, и лишь малая часть их, пройдя через сетку, достигнет пластинки: ток в цепи $P-H$ уменьшится. Иначе говоря, промежуточный электрод создает электрическое поле, которое изменяет поле, созданное между пластинкой и нитью, так что скорости и пути электронов в разреженном пространстве изменяются; результатом является изменение силы тока в

цепи пластинка—нить¹⁾.

Функциональная зависимость между потенциалом промежуточного электрода и силой тока в цепи пластинка—нить при постоянном накале нити и постоянной величине напряжения между пластинкой и нитью может быть изображена в виде кривой, которая называется характеристикой релэ. Для снятия характеристики пользуются схемой, изображенной на черт. 8.

Схема состоит из трех главных цепей: 1) цепь нити, питаемая батареей аккумуляторов в 4—6 вольт. Для регулирования потока электронов, исходящих от нити, в цепь введен реостат. 2) Цепь пластинки, в которую включены так называемая батарея высокого напряжения (от нескольких десятков до нескольких сот вольт) и миллиамперметр для измерения силы тока, пропускаемого разреженным пространством между нитью и пластинкой. 3) Цепь промежуточного электрода—сетки, содержащая вспомогательную батарею с потенциометром, при помощи которого можно изменять потенциал сетки. Разность потенциалов между сеткой и нитью измеряется при помощи вольтметра.

Выбрав определенные значения накала нити и напряжения между пластинкой и нитью, изменяют потенциал сетки e_c , измеряя соотв. значения тока пластинки i_n . Графическое изображение результатов измерений дает искомую характеристику

$$i_n = f(e_c).$$

Изображенная на черт. 9 характеристика совмещает в себе почти все типичные черты кривых, коими характеризу-

¹⁾ Как это не странно, при всеобщем пользовании трехэлектродным релэ, при постоянном использовании потенциала сетки, как регулятора тока на цилиндр, подробно объяснить это регулирующее действие промежуточного электрода (сетки) не представляется легким делом. При положительном потенциале сетка и притягивает к себе электроны, и увеличивает их поток, проходящий чрез ее отверстия, т. е. как будто особенно сильно пропускает другую часть их потока, не притягивая. Интересно сравнить пояснения Иклэ'а („Рад.“ № 7 стр. 144); Бонч-Бруевич (там же стр. 227) дает свою оригинальную теорию трехэлектродного релэ, вводя понятие емкостей, могущую служить к предвычислению характеристики релэ, позволяющую следовательно заранее придать такое относительное расположение электродам, которое придает желаемые особенности характеристике.

ются различные разновидности электронных релэ, встречающиеся на практике. От действительно получаемых при подобных исследованиях кривых, эта обобщенная характеристика отличается лишь тем, что в ней, в целях облегчения изучения главных свойств релэ, все наиболее интересные черты подобных характеристик несколько преувеличены: плавные переходы получаемых в действительности кривых заменены более резкими изломами. Подвергая характеристику на черт. 9 исследованию, подобно тому, как это было сделано выше для кривой двухэлектродного релэ, изображенной на черт. 6, получим следующие важные для целей практики выводы:

1) В области каждой из точек перегиба характеристики прибор может быть использован, как очень хороший выпрямитель тока—детектор. Чем резче перегиб, тем более совершенно будет детекторное действие. Наибольшим совершенством оно отличается в тех случаях, когда прибор работает в области двойного изгиба характеристики.

2) Если потенциал сетки подобран таким, чтобы прибор работал в пределах соответствующих какому нибудь из прямых участков характеристики, то получается усилительное действие, возрастающее вместе с наклоном данного участка (следовательно усилительное действие равно нулю для участков характеристики, параллельных оси абсцисс).

3) Прибор совмещает в себе свойства детектора со свойствами усилителя, если регулировка потенциала сетки соответствует такой точке перегиба, в которой соприкасаются два восходящих участка с различными наклонами.

Пусть теперь на прибор действуют приходящие электромагнитные волны, для этого в цепь сетки вводят катушку связи с антенной. Тогда на основное напряжение между сеткой и нитью, создаваемое батареей, будет налагаться дополнительное переменное напряжение: потенциал сетки будет изменяться, вызывая соответственные изменения силы тока в цепи пластинки. Если при помощи потенциометра подобрано такое основное напряжение, что значение потенциала сетки соответствует какой нибудь из детекторных точек (*B, D, F, G, и I*), то работа сетки не будет симметрична по отношению к положительным и отрицательным полуволнам, чем и объясняется выпрямляющее действие. Для этих точек ток будет выпрямлен, но не усилен.

Если основное напряжение сетка-нить подобрано так,

что работа происходит в пределах какого нибудь из усилительных участков характеристики (точки C, E, H), то незначительным изменением потенциала сетки будут соответствовать значительные изменения силы тока в цепи пластинки, причем действие полуволи разных знаков будет в этом случае симметричным. Ток пластинки будет усилен, но не выпрямлен.

Наконец для точки D детекторное действие будет сопровождаться усилением выпрямляемого тока.

Помимо рассмотренной характеристики $i_n = f(e_c)$, называемой иногда характеристикой тока пластинки, некоторый практический интерес представляет иногда так называемая характеристика тока сетки $i_c = f(e_c)$. Для измерения i_c в цепь сетки вводится миллиамперметр (ср. черт. 8).

Приведенные выше выводы, основанные на анализе характеристик электронных релэ, показывают, что от релэ, применяемого в качестве детектора, требуются несколько иные качества, нежели от усилительных релэ. В связи с этим каждый из этих типов релэ, равно как и генераторное релэ, должен обладать отличной от остальных типов конструкцией, приспособленной к выполнению тех функций, которые возлагаются на данный прибор. Если в целях упрощения всей установки (более легкая регулировка, однотипность запасных частей и т. п.) пользуются иногда в качестве детекторов, усилителей и генераторов, электронными трубками одинаковой конструкции, то достигнутое упрощение установки покупается ценой ухудшения коэффициента полезного действия, получаемого в каждом отдельном случае. Прежде чем перейти к рассмотрению особенностей применения электронных релэ в качестве детекторов, усилителей или генераторов незатухающих колебаний, попытаемся дать краткую сравнительную характеристику релэ, принадлежащих к упоминавшимся выше двум главным группам: т. е. пустотных релэ и газовых релэ.

Пустотные релэ.

Преимущества: 1) высокая чувствительность к весьма слабым колебаниям, 2) неизменяемость, постоянство действия.

Газовые релэ.

Преимущества: 1) большая выпрямляющая способность, 2) большое усилительное действие т. к. характеристики их отличаются большим наклоном и имеют обыкновенно точки двойных перегибов.

Недостатки: 1) несколько ярко выраженная выпрямл. способность, 2) несколько менее интенсивное усиление.

Недостатки: 1) несколько меньшая чувствительность, 2) меньшая устойчивость и однородность, постепенное изменение качеств (непостоянство действия); с продолжительностью службы релэ, уменьшается количество свободного газа: трубка становится более жесткой); иногда 3) чувствительность к колебаниям температуры окружающей среды.

Конструктивные особенности.

Отверстия решетки крупнее. Промежуточный электрод часто в виде спирали или зигзага из тонкой проволоки. Вольфрамовая нить.

Решетка гуще, часто сетка. Нить нередко из платины с покровом из окислов щелочно-земельных металлов.

Применение электронного релэ в качестве детектора.

Схема включения электронного релэ в качестве детектора для приема затухающих колебаний изображена на черт. 10. В цепь сетки введена катушка связи с антенной. Телефон включен последовательно с батареей в цепь пластинки. Вольтаж батареи в цепи пластинки берется для детекторных трубок сравнительно небольшой: от 20 до 200 вольт. Характеристика детекторных релэ должна обладать точками перегиба, причем перегибы должны быть возможно более резкими. Значение основного потенциала сетки подбирают, регулируя его при помощи потенциометра таким образом, чтобы оно соответствовало одной из детекторных точек характеристики. Тогда одни из полувольт затухающего переменного напряжения напр. положительные, прибавляясь к основному напряжению между сеткой и нитью, сильно увеличат ток пластинки. Рассматриваемый детектор реагирует, следовательно, на напряжение. Поэтому для улучшения действия прибора введенная в цепь сетки катушка должна обладать большим числом витков, нежели связанная с ней катушка в антенне. Аналогично действию детекторов других

Эквивалент: 3-х компоненте пети.

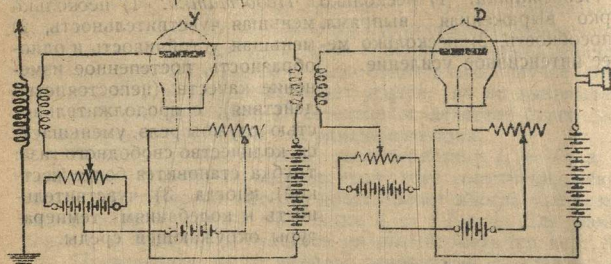


Рис. 11.

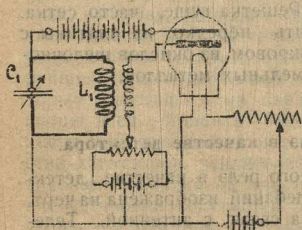


Рис. 12.

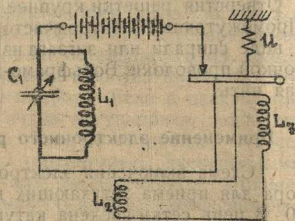


Рис. 13.

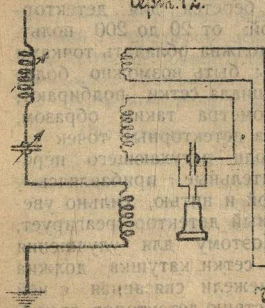


Рис. 14.

типов, и в данном случае условие наилучшего действия прибора будет, чтобы кажущееся сопротивление катушки связи равнялось бы тому значению сопротивления разреж. пространства между сеткой и нитью, которое соответствует детекторной точке характеристики прибора. В виде формулы условие это выразится таким образом:

$$\sqrt{w_s^2 + (2\pi v)^2 L_s^2} = w_{c-n}$$

где w_s — сопротивление катушки связи,

L_s — коэффициент самоиндукции,

w_{c-n} — сопротивление пространства сетка-нить, соответствующее детекторной точке.

Так как электронный детектор обладает сопротивлением несравненно меньшим, нежели другие детектора, то вызываемое им затухание колебаний в замкнутом контуре ничтожно, благодаря чему получается значительная острота настройки. Кроме того, по сравнению с другими типами волноуказателей, электронное релэ обладает еще и тем преимуществом, что регулировка его менее кропотлива и может производиться систематически, а не наугад (как в контактных индикаторах). Электронные релэ всегда готовы для работы, т. к. предварительного регулирования для них не требуется. Регулировка не нарушается посторонними влияниями, как-то атмосферными разрядами, механическими толчками (при соответственной конструкции) и сотрясениями. Влияние колебаний температуры окружающей среды в электронных релэ новейших типов можно также считать практически ничтожным.

Чувствительность электронного детектора может быть (при рациональном выборе той точки характеристики, которой соответствует регулировка прибора) доведена до весьма высокой степени: как было указано выше, релэ обладает при определенных условиях помимо детекторного еще и усиительным действием. К преимуществам этого вида волноуказателей следует отнести также возможность применения довольно сильной связи.

До некоторой степени недостатком этих детекторов можно считать то обстоятельство, что они требуют приме-

нения особых высокоомных телефонов, с сопротивлением порядка пары десятков тысяч омов, вводимых в цепь пластинки, т. к. для достижения наилучшего эффекта сопротивление телефона должно находиться в соответствии с сопротивлением детектора.

Т. к. даже самые незначительные изменения потенциала сетки оказывают существенное влияние на силу тока в цепи пластинки, то к изоляции отдельных частей прибора приходится предъявлять самые высокие требования; не следует касаться металлических частей прибора, так как регулировка может быть при этом нарушена. Весьма вредное влияние оказывает также собственная емкость различных частей схемы. Все эти замечания касаются в равной мере также усилительных и генераторных релэ. Исследования электронных релэ, служащих детекторами, состоит главным образом в снятии характеристик, подобно тем, которыми мы пользовались для ознакомления с принципом действия релэ.

Применение электронного релэ в качестве усилителя.

Изображенная на черт. 10 детекторная схема может служить также и схемой усилительной. При пользовании электронными релэ для усиления слабых или неслышных сигналов работают, как уже было указано выше, в пределах прямолинейной наклонной части характеристики, что достигается соответственной регулировкой потенциала сетки.

Усилительное действие зависит от значения $\frac{di_n}{de_c}$, следовательно от наклона данной части характеристики к оси абсцисс. Для увеличения этого наклона напряжение батареи, вводимой в цепь сетки, берется более высокое, чем для детекторов: для усилителей оно составляет 150—200 вольт и более. Что касается конструктивных особенностей усилительных релэ, то при конструировании их следует стремиться к тому, чтобы наклон прямолинейных восходящих частей характеристики был возможно более крутой, и чтобы промежуточный электрод не поглощал больших количеств энергии. Резких же различий между конструкцией детекторных и усилительных релэ не существует.

Так как при работе в прямолинейной части характеристики, релэ усиливает колебания, полученные из антенны, не изменяя их характера, т. е. не выпрямляя их, то под-

вергшиеся усилению при помощи релэ колебания приходится еще выпрямлять при помощи какого нибудь детектора (электронного или другого). Для этого в цепь пластинки на черт. 10 вместо телефона включают первичную обмотку трансформатора, вторичная обмотка которого присоединяется одним концом к сетке детекторного релэ, а другим к ее потенциометру, как это показано на черт. 11. Обозначенное буквой У релэ, просто усиливает приходящие колебания; второе релэ D играет по отношению к колебаниям, усиленным первым релэ, роль детектора. В этом случае релэ У носит название усилителя высокой частоты. При таком предварительном усилении достигаются значительно лучшие результаты, нежели при обратном расположении приборов, т. е. если бы релэ поменялись своими ролями, так что усилению подвергались бы предварительно выпрямленные колебания (так называемые усилители низкой частоты).

Для приема особенно слабых сигналов за последнее время стали прибегать к многократному усилению, двойному, тройному и т. д. Схема соединения (так назыв. каскадное соединение) получается путем простого повторения схемы обыкновенного усилителя: при помощи трансформатора колебания, усиленные первым релэ, передаются из его цепи пластинки в цепь сетки следующего усилителя и т. д. Пользуясь подобными схемами, можно получить усиление весьма значительной величины.

Перед механическими усилителями электронные релэ обладают тем несравненным преимуществом, что они совершенно свободны от инерции; регулировка их также значительно проще.

Применение электронного релэ в качестве генератора незатухающих колебаний.

Помимо указанных выше применений электронное релэ может быть использовано также для получения незатухающих, т. е. обладающих практически постоянной амплитудой и непрерывных колебаний. В качестве генераторов незатухающих колебаний электронные релэ применяются, как уже упоминалось выше, в приемных устройствах, для приема преимущественно незатухающих колебаний по способу биеений, а также и для передачи; однако применение их для целей передачи до настоящего времени ограничивалось

станциями малой мощности (передатчики для беспроволочной телефонии, аэропланые передатчики).

Хотя принцип устройства и главные части электронного релэ остаются теми же и тогда, когда релэ предназначается для получения незатухающих колебаний, но по своим конструктивным деталям генераторная трубка будет несколько отличаться от трубок детекторных и усилительных: так напр. вольтаж батареи в цепи пластинки будет больше; для генераторных релэ он составляет несколько сот вольт, доходя иногда до тысячи и даже более вольт; кроме того по своим размерам генераторные релэ обыкновенно также превосходят детекторные и усилительные, причем конечно размеры трубки возрастают по мере увеличения мощности колебаний, получаемых при помощи генератора. Т. к. в генераторных релэ желательнее располагать возможно большей энергией, за исключением тех случаев, когда единственное назначение такого прибора—прием по методу биений, то исходящий от нити генератора поток электронов должен отличаться особой интенсивностью, по сравнению с детекторными и усилительными релэ. Поэтому для увеличения катодного излучения в генераторных релэ применяются нити, поглощающие много энергии и подвергаемые в общем довольно сильному накали. Что касается состава газов, наполняющих разреженное пространство и давления, под которым эти газы находятся, то вообще заметна тенденция доводить вакуум в генераторных трубках до более высокой степени разрежения, чем в трубках усилительных или детекторных.

Схема соединений генератора отличается довольно существенно от схем детекторных и усилительных. В данном случае электронное релэ, грубо говоря, играет роль прерывателя высокой частоты, при чем подобный прерыватель и в этом его преимущество—совершенно не содержит частей, обладающих инерцией.

Механизм работы такого прибора состоит в общих чертах в том, что релэ преобразует в ток переменный тот постоянный ток, который он получает от батареи элементов или аккумуляторов, пропуская большее или меньшее количество электричества: проводимость разреженного пространства между нитью и анодом пластинкой изменяется в зависимости от количества и энергии электронов, проходящих сквозь преграждающий электрод—сетку от нити к сплошной пластинке—аноду, и от последующей ионизации газов, на-

полняющих разреженное пространство. Это количество электронов меняется, как известно, с изменением потенциала сетки. Изменение же этого потенциала производится в такт электрических колебаний, возбуждаемых особым колебательным контуром во вторичной цепи трубки (цепи пластинки), который действует обратно на катушку, включенную в первичную цепь — цепь сетки. Схема соединений генератора незатухающих колебаний (черт. 12) может быть в целях облегчения понимания принципа его действия пояснена при помощи схемы замещения, изображенной на черт. 13. Согласно этому чертежу схема генератора незатухающих колебаний может быть заменена упрощенной схемой, состоящей из трех главных цепей:

- 1) цепи контура высокой частоты; число периодов колебаний в этом контуре зависит главным образом от его емкости C_1 и самоиндукции L_1 и отчасти от свойств самой трубки,

- 2) цепи прерывателя, содержащей источник энергии колебаний в виде батареи элементов, и

- 3) цепи катушек, при помощи которых осуществляется взаимная реакция цепей сетки и пластинки; эта цепь играет роль механизма управляющего действием прерывателя.

Пусть в контуре C_1 , L_1 от какойнибудь причины возникли колебания. В виду наличия всякого рода потерь колебания будут стремиться затухнуть; электронное релэ будет поддерживать их, подводя за каждый период некоторое количество энергии, необходимое для покрытия потерь. Если этот приток энергии будет производиться ритмически, в такт колебаниям, то эти последние станут непрерывными, незатухающими. Осуществляется это условие след. образом. При замыкании прерывателем цепи, в которую он включен, контур высокой частоты получает некоторый импульс, вызывающий в контуре колебания, которые передаются в цепь катушек L_2 и L_3 . Катушка L_3 , действуя на прерыватель, регулирует его работу в соответствии с интенсивностью колебаний в ее цепи.

Возвращаясь к схеме черт. 12, покажем, что электронное релэ выполняет одновременно функции как самого прерывателя, так и механизма, управляющего его работой. Оставим пока в стороне вопрос о причине возникновения колебаний и объясним лишь пока, как они поддерживаются, будучи возбуждены. Раз колебания возникли в контуре высо-

кой частоты, они индуктируют в цепи промежуточного электрода-сетки переменную электродвижущую силу, которая налагается на основной потенциал сетки, получаемый ею от потенциометра. Являющееся результатом этого периодическое изменение потенциала сетки по отношению к нити в свою очередь будет вызывать соответственные изменения силы тока в цепи пластинки, которые сообщают колебательному контуру новый импульс, от которого он вновь приходит в колебания. В результате серии таких ритмических толчков, совершающихся в такт колебаниям в замкнутом контуре и управляемых самими этими колебаниями через посредство промежуточного электрода, процесс установится: в контуре высокой частоты будут автоматически поддерживаться раз возникшие в нем непрерывные, незатухающие колебания, причем ток, доставляемый батареей, компенсирует затухание.

Переходя теперь к самой причине возникновения колебаний, заметим, что, как учит нас опыт, если колебания иногда не хотят появиться вначале (релэ, как говорят, „не возбуждается“), то возбудить их удастся посредством какогонибудь внезапного изменения электродвижущей силы в цепи пластинки, напр. при помощи переключателя, либо путем изменения накала нити (последний способ вредно отражается на релэ, сокращая продолжительность его службы). Отсюда следует, что возбуждение колебаний происходит вследствие внезапного изменения силы тока в цепи пластинки, которое вслед за тем вызывает колебания в контуре высокой частоты. Раз возникнув, эти колебания поддерживаются, как было показано выше, взаимной реакцией цепей сетки и пластинки, которая осуществляется при помощи двух связанных между собою катушек, включенных по одной в каждую из этих цепей.

Колебания, получаемые при помощи таких генераторов высокой частоты, по характеру своему почти совершенно синусоидальны: частота их, как уже было указано, зависит главным образом от электрических данных контура высокой частоты, т. е. от емкости и самоиндукции его илишь отчасти от свойств самого релэ. Для одного и того же генератора амплитуды колебаний определяются, помимо электрических коэффициентов цепей еще и накалом волоска, равно как и степенью связи между катушками в цепях сетки и пластинки. Существует некоторая наивыгоднейшая

связь, довольно сильная, для которой получается максимальное количество энергии в колебательном контуре.

При этом значении связи работа генератора носит вполне правильный характер: случаев внезапного прекращения колебаний при ней почти не наблюдается.

Если в релэ появляется синеватое свечение, то за не которыми исключениями это указывает на необходимость уменьшения потенциала пластинки.

Генератор незатухающих колебаний, устройство которого основано на принципе электронного релэ, по праву считается в настоящее время наиболее совершенным из всех известных доселе источников незатухающих колебаний, т. к. в нем оказываются выполненными все требования, предъявляемые к подобного рода генераторам:

- 1) почти полное постоянство продолжительности периода колебаний вместе с синусоидальной формой их,
- 2) возможность быстрого и удобного изменения частоты в широких пределах,
- 3) отсутствие всякого рода посторонних шумов.

Кроме того к преимуществам таких генераторов можно причислить отсутствие вращающихся или движущихся частей, что значительно уменьшает изнашивание, упрощает уход за генераторами. В приемных схемах подобные генераторы применяются для приема по способу биений (ср. схему на черт. 14) преимущественно сигналов от станций, работающих незатухающими колебаниями. При этом сигналы, воспринимаемые в телефоне, носят характер музыкальных тонов. Кроме основной волны такие генераторы часто излучают высшие гармонические, особенно если емкость цепи невелика, однако это лишь облегчает настройку при приеме по методу биений, давая возможность настраивать приемник по желанию на основную волну или на одну из высших гармонических, заставляя ту или другую из них интерферировать с проходящими колебаниями. Электронное релэ может быть применено также и для приема по методу биений затухающих колебаний, но музыкальность звука в этом случае нарушается.

Самым крупным недостатком этого типа генераторов незатухающих колебаний является их малая мощность: до сего времени не удавалось сконструировать подобный гене-

ратор большой мощности. Однако для целей приема небольшая мощность вполне достаточна. Для передачи же за последнее время удалось построить генераторные релэ, которые дают колебательную энергию все же в несколько сот ватт. Следует также отметить попытки, пока большого практического значения не достигшие, параллельного включения нескольких однотипных генераторных релэ, для получения больших мощностей.

В настоящее время в СССР уже построено несколько генераторных релэ, способных работать на частотах от 1 до 100 кГц. Эти релэ имеют мощность от 1 до 100 ватт. Они используются для приема и передачи сигналов в радиотехнике.

В настоящее время в СССР уже построено несколько генераторных релэ, способных работать на частотах от 1 до 100 кГц. Эти релэ имеют мощность от 1 до 100 ватт. Они используются для приема и передачи сигналов в радиотехнике.

В настоящее время в СССР уже построено несколько генераторных релэ, способных работать на частотах от 1 до 100 кГц. Эти релэ имеют мощность от 1 до 100 ватт. Они используются для приема и передачи сигналов в радиотехнике.

В настоящее время в СССР уже построено несколько генераторных релэ, способных работать на частотах от 1 до 100 кГц. Эти релэ имеют мощность от 1 до 100 ватт. Они используются для приема и передачи сигналов в радиотехнике.

Характерные черты авиационного радиотелеграфа.

Л. И. Сапелькова. Ч. РОРИ.

Особые пути развития авио радиотехники.—Антенна.—Противовес.—Французская формула для определения достаточности массы остова.—Выводы для открытого и замкнутого контуров.—Сильное излучение аэропланной антенны; опыты фирмы б. С и Г.—Опыты приема на земляную антенну.—Прием на самолете; приемник С и Г; контур магнето.—Радиотелефония на самолете.—Вопрос о генераторах тока и напряжения.—Заключения.

Матерьялом для настоящей статьи послужил доклад, прочитанный автором на Первом Всероссийском Съезде Военных Радиотелеграфистов в декабре 1917 года. С тех пор прошло два с лишком года, но автор полагает, что мысли и факты доклада не утратили своего интереса для более широкого круга специалистов, чем участники вышепомянутого Съезда, на котором трактовались главным образом вопросы профессиональные и только вскользь технические.

Русская литература по радиотехнике не отличается богатством; по вопросам же авиационного радиотелеграфа до сих пор обнародовано весьма мало скольконибудь систематических опытных данных и исследований не только в русской, но и в заграничной литературе. Причиной тому служит относительная новизна предмета с одной и узко—специальное назначение авиационного радиотелеграфа—служить военным целям, с другой стороны.

В настоящий момент вопрос утратил свою остроту, и специалист, интересующийся авиационным радиотелеграфом, неминуемо должен сначала систематизировать прежний опыт, чтобы идти вперед, не повторяя ошибок прошлого. Для этой цели приходится воспользоваться тем немногим, что удалось сделать в прежних исключительных условиях, тем более, что всякие опыты в полете сопряжены с такими

огромными чисто техническими трудностями, что нельзя пренебрегать даже ничтожными опытными данными.

Изложенные ниже результаты получены автором при опытах на Главном Аэродроме Управления Военного Воздушного Флота в Петрограде и Херсоне в 1916-1917 годах. К сожалению обстоятельства того времени и условия работы позволили исполнить из обширной и систематически разработанной программы только ее ничтожную часть, ибо не было ни одного вопроса, по которому не приходилось бы начинать исследование с самого начала. Тем не менее автор полагает существенным опубликовать и эти немногие результаты, чтобы тем самым положить хотя бы небольшое начало литературе этого специального вопроса.

Применение радиотелеграфа до войны не выходило из размеров единичных опытов, весьма интересных, но не приведших однако к созданию целой отрасли авиационной радиотехники, какую мы имеем в настоящее время. Как сама авиация в ее современном объеме, так и применение радиотелеграфа к ней являются успехами всецело достигнутыми за время войны.

Поэтому вполне естественно, что авиационный радиотелеграф был вынужден в своем развитии идти несколько другими путями, чем его более старые собратья, и зачастую в интересах быстроты и простоты применялись методы, уже отжившие свой век. Работа велась одновременно в разных местах и разными лицами, и теперь вряд ли в какой другой области радиотелеграфии можно встретить такое многообразие типов, как в авиационном телеграфе. Накопленный опыт позволяет однако подвести кое какие итоги и установить некоторые характерные черты авиационной радиотелеграфии ей одной свойственные, которые до известной степени позволяют судить о том, чего можно ожидать от авиационного радиотелеграфа, при современном положении радиотехники, и какие требования можно к нему предъявлять.

Рассмотрим отдельные части радиоавиационной установки. Антенна наиболее отличается от общепринятых в других областях типов. Почти все без исключения авиационные радиоустановки пользуются в качестве антенны одним проводом, выпускаемым через изолированную трубу и снабженным на конце гирькой. Кое где делались опыты с при-

менением двух антенн, выпускаемых по концам несущих плоскостей аэроплана, однако подобная антенна слишком сложна и вряд ли можно рассчитывать на ее применение за исключением каких либо специальных опытов, тем более, что нагрузка, допускаемая одним проводом, превышает максимальную мощность большинства существующих авиационных передатчиков. При переходе на незатухающие колебания соотношение это станет еще более выгодным.

В качестве противовеса служит: остов аппарата, баки, мотор и вообще все металлические части, и чем большее число их возможно использовать, тем лучше. В начале войны иногда применялся изолированный противовес; однако емкость такого противовеса, вообще говоря, слишком мала, неудобства же весьма велики: для получения достаточного противовеса представлялось необходимым опутать весь аппарат целой сетью проводов закрепленных, и весьма надежно, на соответственном числе изоляторов; подобная система имеет весьма значительный вес, который является во всех отношениях непроизводительным, и изрядное лобовое сопротивление; далее противовес опасен тем, что в случае обрыва или попадания в изолятор длинные сравнительно провода могут попасть в мотор или пропеллер, или, в лучшем случае, коснувшись металлических частей аппарата, сделать всю изоляцию иллюзорной, что повлечет дальнейшую опасность возникновения опасных напряжений и искрения между отдельными частями самолета. Некоторое сомнение возникало при радиотелефонии: металлические массы самолета состоят почти исключительно из стали, железные же противовесы по имеющемуся опыту гораздо хуже медных; однако указанные недостатки противовеса слишком значительны, чтобы с ними не считаться; ясность же передачи, даже телефонной, и при железном противовесе вполне удовлетворительна.

В электрическом отношении противовес в большинстве случаев совершенно неудовлетворителен—собственное колебание антенны и отношение волны собственного колебания к длине выпущенной антенны достигают величин явно невыгодных для передачи. В земном радиотелеграфе принято считать собственное колебание прямого вертикального провода равным четырехкратной длине его. При хорошем заземлении это отношение достигается само собой, при работе с противовесом емкость его должна быть достаточно велика, чего

всегда возможно достигнуть. Во всех таких случаях, а также при работе с симметричными антеннами, всегда имеется возможность расположить приемник или передатчик в узле колебаний, при аэропланнх же установках достигнуть этого возможно далеко не всегда. Емкость всех металлических частей невелика по сравнению с емкостью самой антенны и отношение это тем невыгоднее, чем длиннее антенна и чем меньше металлические массы аппарата; поэтому отношение собственного колебания антенны к ее длине с увеличением этой длины уменьшается, как это видно из кривой II стр. 488; кривая I показывает возрастание собственного колебания с длиной антенны. Кривые эти получены при опытах на аппарате Вуазен, отличающемся сравнительно большими металлическими массами. При опыте в антенну были включены два независимые один от другого витка. При посредстве одного антенна возбуждалась особым маленьким волномером, со вторым витком был связан аperiодический контур, которым, при посредстве усилителя, прослушивался максимум колебания в антенне при изменении волны волномера. При аппаратах меньшего размера, с деревянным фюзеляжем, кривая II будет иметь еще более крутое падение. Результатом такого соотношения является невыгодное распределение напряжения в антенне, — узел колебания лежит вне аппарата.

При работе открытой схемой и при волнах близких к собственному колебанию распределение напряжения в излучающей части антенны аналогично распределению напряжения при включении сокращающей емкости — излучение падает; при равном заряде амплитуда напряжения должна быть увеличена, ибо эффективная емкость всего контура мала. Исползованной будет вся длина выпущенной антенны только при известном удлинении, когда узел колебания не будет находиться на выпущенном проводе.

Важным в практическом отношении является установить для каждого типа самолетов, которые предполагается оборудовать радиотелеграфом, поскольку металлические массы остова являются достаточными. Это весьма существенно для определения возможной шкалы волн, а при заданных волнах, для решения вопроса о возможности удовлетворительной работы при данных удлинительных катушках и приспособлениях для связи первичного контура. Конечно, наиболее правильным было бы произвести точные измерения собственных колебаний, путь, по которому и придется идти в буду-

щем; однако для быстрого решения вопроса желательно иметь способ более легко выполнимый и скорее ведущий к цели. Во Франции поступают так: антенна желательной длины l возбуждается в открытой схеме, работа принимается земной станцией, волна λ_0 измеряется и полученное значение подставляется в формулу:

$$\frac{2\pi C}{\lambda_0} = \operatorname{tg} 2\pi \frac{l}{\lambda_0},$$

откуда определяется величина C , которая, кстати сказать, не есть емкость, а известное численное значение. Французы считают аппараты достаточно „металлизированными“, если величина C лежит между 40 и 60. Опыты автора по измерению собственного колебания провода не достаточно многочисленны, чтобы делать далеко идущие выводы, однако они более достоверны, ибо произведены в более правильных условиях. Антенна возбуждалась волномером, в нее не включался разрядник, как нарушающий правильность колебаний, ибо он не находится в узле. Полученные результаты показывают, что отклонение значений, полученных по приведенной выше формуле, от действительных тем значительнее, чем длиннее антенна, и отношение собственного колебания к длине антенны уменьшается быстрее, чем это получается во французской формуле; другими словами действительные условия еще более неблагоприятны, чем предпосылки, легшие в основание при выводе предыдущей теоретической формулы.

Из вышеизложенного можно сделать два вывода: Первый относительно работы открытой схемой, которая более или менее выгодна при коротких антеннах. С удлинением антенны правильность колебаний неминуемо должна нарушиться: в начальный момент перехода искры колебание длиннее, чем в дальнейшем, т. к. пучность тока лежит первоначально в разряднике, но так как колебание это не соответствует собственному колебанию антенны, то очевидно должен совершаться переход с одного периода в другой; на приеме это должно сказаться в заметном ухудшении остроты настройки. Поэтому диапазон волн, которыми возможно работать открытой схемой, весьма ограничен. Конечно, удлиняя антенну катушкой, включенной между раз-

рядником и противовесом, можно достигнуть того, что узел колебания будет находиться в разряднике, но при тех высоких амплитудах напряжения, которые характерны для работы открытой схемой, конструкция катушек затруднительна, а кроме того правильный подбор необходимой катушки требует целого ряда опытов.

Во-вторых, для передатчиков, работающих с замкнутыми контурами, указанное распределение напряжения невыгодно потому, что приходится предусматривать возможность более тесной связи первичного контура со вторичным. Вообще говоря при связи первичного контура со вторичным не в узле коэффициент связи уменьшается в отношении:

$$I : \cos \frac{2\pi x}{\lambda}$$

где x есть расстояние места связи от узла колебания.

Связь в узле на авиационном передатчике ничем не гарантирована, даже при наличии удлинительных катушек. Предусмотреть же связь достаточно сильную не всегда возможно и конструктивно, ибо работать приходится относительно короткими волнами, вследствие чего самоиндукция первичного контура невелика. Весьма существенным требованием является возможность изменять связь по желанию, ибо величина x меняется для данного самолета с волной, а для разных типов машин изменение может достигать значительных величин.

Очень ценным свойством аэропланной антенны, как передающей, надо считать ее сильное излучение, которое в связи с большой высотой над землей, позволяет достигать с ничтожной колебательной энергией весьма благоприятных результатов в смысле дальности передачи. Из целого ряда опытов в этом направлении остановимся более подробно на одном, проверенном наиболее полно, а потому дающем право на некоторые заключения.

Передавал передатчик фирмы Сименс и Гальске аналогичный легкой переносной станции той же фирмы. Гарантирована была дальность передачи 25 верст днем. Гарантированная дальность легкого переносного передатчика на земле в летний день составляет 20 верст; достигаемая сила приема равняется при этих условиях ста омам. Приемная станция

имела мачту Фаянса 13,5 метров и антенну Русск. О-ва Без-
пров. Телегр. и Телеф. типа КСТ (четырёхлучевую), прием-
ник нормальный полевой фирмы Сименс и Гальске типа
П 15, детектор Галеновый той же фирмы.

Линия полета была заранее нанесена на карту и разде-
лена на участки по пять верст, каждый участок был обоз-
начен отдельной буквой, которая и передавалась все время,
пока аппарат летел над соответствующим участком; таким
образом приемной станции всегда было известно местона-
хождение самолета. При перемене волны давался условлен-
ный сигнал перехода. Сила приема в параллельных омах
измерялась для каждой такой буквы. Передача производи-
лась поочередно длинной (540) и короткой (350) волнами.
Длинная волна принималась лучше, и на 40 верст отлета
сила приема равнялась 25 омам, при короткой волне и рас-
стоянии 35 верст она составляла 73 ома. Если построить
кривые падения силы приема в логарифмических коорди-
натах (ибо таким образом можно приблизительно определить
закон убывания), то выяснится, что сила приема убывает
вначале, приблизительно до 15 верст, быстрее, чем с квад-
ратом расстояния, затем все медленнее и ожидаемая сила
приема для 100 верст получается порядка 50 омов при длине
волны в 540 метров. Если закон этот будет подтвержден и
дальнейшими опытами, то в нем можно видеть залог того,
что с аэроплана удастся перекрывать значительные расстоя-
ния сравнительно небольшими энергиями. Некоторым подт-
верждением этому может служить опыт с телефонией, произ-
веденный на том же Аэродроме, когда сила передачи на
десять и пятнадцать верст оставалась приблизительно неиз-
менной.

При проверке передатчика на дальность был произве-
ден опыт приема на „земляную“ антенну. Вопрос этот яв-
ляется весьма важным, ибо земляная антенна обладает рядом
существенных выгод в тактическом отношении: ее можно
поставить и убрать в короткое время, она мало заметна
даже с близкого расстояния. Опыт показал, что прием на
земляную антенну конечно слабее, но вполне удовлетвори-
телен для работы на дальность, достаточную например для
корректирования стрельбы. Непременным условием успеш-
ной работы является правильный подбор длины земляной
антенны. При вышеописанном опыте прием производился на
земляную антенну длиной 150 метров, расположенную на

двухметровых кольях; собственное колебание антенны равнялось прибл. 320 метрам. Характер полученных результатов был обратный по сравнению с результатами, полученными на антенне КСТ: при наибольшей дальности отлета короткая волна (350 м) принималась свободно, тогда как длинная (540 м) не прослушивалась вовсе. Другими словами, для земляной антенны наивыгоднейшая волна лежит около собственного колебания, несколько выше его, и сила приема с удлинением приемной волны быстро падает. При других обстоятельствах это было бы недостатком, в нашем же случае это гарантирует известную независимость от работы других станций.

Земляная антенна вообще говоря имеет направленный эффект; ею нельзя принимать земные станции перпендикулярно к ее направлению. Очевидно однако, что конструкция электромагнитного поля аэропланной антенны совсем иная, чем поля дальней земной установки. Поэтому было необходимо проверить на опыте направленный эффект земляной антенны, как приемной, при работе с аэроплана.

Соответствующий опыт был произведен на Главном Аэродроме. Передавал аэропланый передатчик уже упомянутого типа (гарантированная дальность 25 верст), установленный на аппарате Вуазан, при длине выпущенного хвоста 85 метров. Приемная антенна длиной 130 мт была расположена на кольях с изоляторами общей высотой 1 метр. Аппарат вылетел с аэродрома в направлении антенны, отлетел прибл. на 9 верст и, после поворота, летел по дуге круга, в центре которого находилась приемная станция, до направления, составлявшего прямой угол с первоначальным; после второго поворота аппарат вернулся на Аэродром по радиусу, перпендикулярному к направлению антенны.

Сила приема все время измерялась. Таким образом была проверена работа при различных углах между антенной и направлением приходящих волн в пределах от 0° до 90° . Существенным результатом опыта является то, что сила приема в направлении земляной антенны и в направлении к ней перпендикулярном, при приблизительно равном расстоянии до аэроплана, изменилась в отношении 10 к 7. При этом надо однако принять во внимание, что в начале опыта и в конце его должен был сказаться направленный эффект передачи с аэроплана в зависимости от того, удаляется он или приближается к приемной установке. Влияние это должно было сказаться в увеличении разницы в силе приема в двух

крайних случаях приведенного опыта.

Таким образом, опыт показал, что сила приема и в наименее выгодном для работы направлении не отличается существенно от силы приема в направлении наиболее благоприятном, при условии передачи на сравнительно короткие расстояния.

Переходя к приему на аэроплане, надо заметить сразу, что в противоположность передаче, условия для приема во многих отношениях весьма неблагоприятны. Самым серьезным препятствием надо считать, конечно, шум от мотора, который на аппаратах с тянущим винтом, т. е. с мотором впереди, настолько силен, что переговоры с пилотом почти невозможны, даже если кричать прямо в уши. Первым условием приема поэтому является тщательная пригонка телефонов к ушам и сила приема, настолько большая, чтобы она могла перекрыть шум мотора. Телефоны, а их всегда надо брать два, на оба уха, приходится вделывать в шлем, очень плотно прижимать к ушам и т. п. — тут каждый поступает по своему; но необходимо выработать способ прикрепления телефонов, гарантирующий, что во время движения телефон не отойдет от уха, иначе в эту щелку проникнет шум, который заглушит всякую работу.

За исключением случаев работы в непосредственной близости передатчика получить хороший прием, не прибегая к помощи усилителя, невозможно. Что касается самого приемника, то изготовление его в электрическом отношении никаких затруднений не представляет. Весь вопрос сводится к решению известного рода конструктивных задач, ибо удобство обслуживания при полете играет первостепенную роль.

Большинство существующих конструкций соединяет в одном аппарате и приемник, и усилитель. Французы применяют еще отдельно приключаемый промежуточный контур. При таких условиях приемник получается довольно громоздким.

Исходя из удобства обслуживания и размещения, фирма Сименс и Гальске выработала тип приемника независимого от усилителя, причем конструктор стремился сделать самый приемник возможно малым для удобства подвеса к гондоле и в то же время достаточно удобным для работы без усилителя на земле, напр. для приема на аэродроме. Усилитель с французскими лампами, построенный той же фирмой, никакой регулировки не требовал, а потому мог быть постав-

лен рядом, на полу, на месте менее доступном. Достигнутая дальность приема с усилителем должна быть признана весьма хорошей: при работе на два разрядника аванпостной станции, т. е. менее чем половиной энергии, была свободно достигнута связь на 27 верст и эта дальность не была предельной; опыт был прерван по двум причинам: батарея высокого напряжения усилителя ослабела и, кроме того, мешал шум от магнето. Это последнее явление заслуживает того, чтобы на нем остановиться подробнее.

На самолете всегда имеется колебательный контур, состоящий из обмотки магнето, емкости проводов и свечей, являющихся в то же время разрядниками. Контур этот связан непосредственно с контуром приемной антенны, хотя и однополюсно, однако для приема эта связь достаточна. Приемник можно настроить на волну этого контура, хотя настройка получается довольно тупой. Избежать этой волны вряд-ли удастся, отстроиться от нее даже промежуточным контуром едва ли возможно; придется, определивши эту волну, волнами близкими не работать. Ввиду наличия гальванической связи контуров магнето и приемного никакие предохранительные сетки на магнето конечно не избавят приемник от этого мешающего действия.

Наконец вопрос о телефонии на самолет и с самолета. И то и другое является до известной степени решенной задачей. Однако нужно заранее считаться с тем, что вопрос телефонии и в земных установках является более сложным, чем телеграфии, требующим большей тщательности, а следовательно и лучше подготовленного персонала. Поэтому до последнего времени, пока число установок расло быстрее, чем шла подготовка личного состава, телефонные установки оставались единичными. Вопрос по телефонии сам по себе был в значительной степени решен, когда были изготовлены приборы, позволяющие просто и без затруднений получать незатухающие колебания постоянной длины волны. Такими приборами явились катодные релэ, изобретение которых составляет в истории радиотехники эпоху пожалуй не меньшую, чем изобретение ударного возбуждения.

Что касается схем для телефонии, то они, как в искровом передатчике, остаются теми же, что в земных установках, конечно с теми изменениями и дополнениями, которые обусловлены особыми свойствами аэропланной антенны, о которых было говорено вначале.

Для телефонного приема на аэроплане необходимо многократное усиление; передача при этом достаточно ясна и разговор понятен, но возможная дальность весьма невелика, ибо необходима значительная первоначальная сила приема даже при многократном усилении.

При передаче с самолета вниз являлось опасение, что шум мотора будет заглушать разговор, однако эти опасения на опыте не подтвердились; правда микрофон при этом был помещен в особом рупоре, изолированном внутри пробкой, а снаружи обшитом войлоком и сверх того кожей. По форме отверстия рупор плотно прилегал к нижней части лица. Разговор в такой рупор получался несколько глухого тембра, не всегда можно было узнать по голосу, кто говорил, но передача была вполне отчетлива. Такие предосторожности оказались по существу не безусловно необходимыми, потому что достаточно ясно слышался на фоне очень глухо передаваемого шума мотора разговор наблюдателя с пилотом, причем микрофон находился между ними. Таким образом вопрос о шуме мотора на аппаратах с мотором сзади и вообще о телефонной передаче с аэроплана можно считать в значительной мере решенным, хотя, конечно, и в этом направлении последует целый ряд улучшений и усовершенствований; главное же затруднение лежит в источнике тока, и дальнейшие успехи радиотелефонии, а равно и усилителей, работающих теми же катодными трубками, зависят оттого, насколько успешно будет решен вопрос об источнике тока,—задача довольно трудная и кропотливая, но не решенная до сих пор, пожалуй, только по недостатку времени.

В большинстве случаев приходится пользоваться аккумуляторами для накала и аккумуляторами или сухой батареей для анода. В стационарных установках это весьма удобно, ввиду большого постоянства напряжения. Для авиационных целей аккумуляторы обладают существенными недостатками—большим весом и необходимостью частого ремонта вследствие работы при сильных сотрясениях. Нет никакого сомнения, что окончательный переход с аккумуляторов на генераторы, уже начавшийся, но встречающий пока технические затруднения, является вопросом ближайшего времени.

Для работы с катодными реле необходимы два источника постоянного тока: один для накала на 5-6 вольт и 4-5 ампер максимум, второй для цепи анода на 0,1-0,15 амп

макс. при напряжении 400 вольт для телефона и 40-80 в. для усилителя.

Несколько сложно устройство такого маленького генератора для высокого напряжения, но эта трудность преодолима; самое же главное затруднение состоит в том, чтобы получить высокое напряжения для усилителя и телефона без коллекторных пульсаций, обуславливающих очень сильный шум в телефоне, и низкое напряжение постоянным, независимо от неизбежного изменения числа оборотов; и при работе от главного вала, и при ветрянке обороты генератора колеблются в значительных пределах; ветрянка же особенно чувствительна к изменениям скорости самолета. Если для цепи анода изменение напряжения влечет за собой изменение энергии, то в контуре накала подобные колебания совершенно недопустимы; повышение напряжения слишком легко ведет к перегоранию нити, работающей всегда почти на пределе, понижение же ведет весьма быстро к потуханию колебаний, к отказу усилителя и т. п. Иногда пользуются железным сопротивлением, вводимым в виде предохранителя в цепь накала. Способ этот является наиболее простым и довольно совершенным при правильном подборе сопротивления, однако он имеет тот недостаток, что при всяком изменении числа ламп необходимо брать другое сопротивление. Поэтому такое решение нельзя считать исчерпывающим. Надо надеяться, что техника ближайшего времени справится с этим вопросом в более полной и совершенной форме.

Заключение. Подчеркнем еще раз в общих чертах главные выводы. Аэропланная однопроводная антенна во многом отличается от воздушных проводов, принятых в земной радиотехнике, и обладает некоторыми существенными, неустраняемыми недостатками. Однако, будучи поднята высоко над землей она излучает настолько хорошо, что дает дальность действия в несколько раз превышающую дальность действия земных установок равной мощности.

Работа открытой схемой возможна только сравнительно короткими антеннами, но и в этом случае электрические недостатки искупаются только исключительной простотой подобной установки.

Устройство передатчиков с первичным замкнутым контуром особых затруднений не представляет, кроме необходимости возможно уменьшить вес и объем, а также преду-

смотреть возможность сравнительно сильной связи антенны с замкнутым контуром.

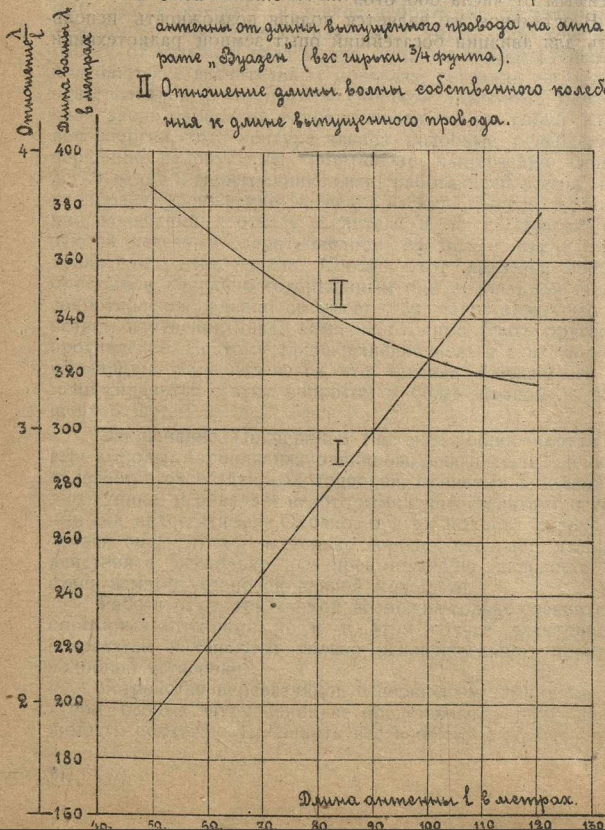
Вопрос приема — это вопрос усилителя; для этого последнего, а равно и для телефонии, наиболее существенным, можно даже сказать вопросом существования их, является вопрос источников тока, напряжение которых было бы независимым от числа оборотов.

В остальном же является полная возможность использовать для авиации богатейший опыт земной радиотехники.

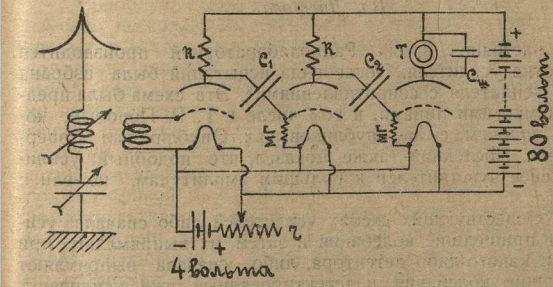
Из статьи инж. Сапелькова.

I Зависимость собственного колебания аэропланной антенны от длины вынужденного провода на аппарате „Эдуарден“ (вес ширины $\frac{3}{4}$ фута).

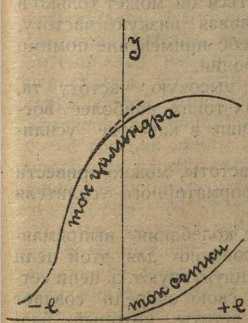
II Отношение длины волны собственного колебания к длине вынужденного провода.



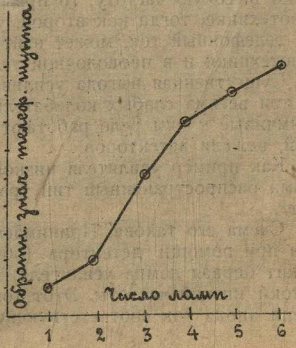
И самое Б.Н. Листова.



Черт.1.



Черт.2.



Черт.3.

Усилитель для токов высокой частоты.

Вл. Листова.

В настоящее время Радиолaborаторией производится разработка усилителя. После ряда испытаний была избрана схема „усилителя с сопротивлениями“. Эта схема была предложена многими лицами, в том числе и Г. Р. Поповым, который, впрочем, ее не опубликовывал. Опубликовал ее впервые Бове. Последний также показал, что подобный усилитель менее чувствителен к большим амплитудам, нежели к малым.

В существующих схемах усилителей либо сначала усиливают пришедшие колебания и затем их выпрямляют при помощи какого-либо детектора, либо, сначала выпрямляют пришедшие колебания и детектированные уже усиливают. Соответственно этому усилители называются усилителями высокой и низкой частоты.

Применение второго типа усилителей гораздо шире в электротехнике, нежели первого. Так как первый усиливает только высокую частоту, то применяться он может только в радиотехнике; тогда как второй, усиливая низкую частоту, т. е. телефонный ток, может найти себе применение помимо радиотехники и в проволочной телефонии.

Существенная выгода усиливать высокую частоту та, что при весьма слабых колебательных токах наиболее восприимчивые к ним реле работают лучше в качестве усилителей, нежели детекторов.

Как пример усилителя низкой частоты, можно привести весьма распространенный тип трансформаторного усилителя 3-ter.

Схема его такова. Принимаемые колебания выпрямляются при помощи детектора (обыкновенно для этой цели служит первая лампа усилителя) и индуктируют в цепи сетки токи низкой частоты. Этот ток в свою очередь создает в цепи анода ток соответствующей частоты, который, бла-

годаря присутствию батареи в цепи анода, делается большим по величине нежели ток в цепи детектора. Ток в цепи первой лампы (усиливающей) через трансформатор действует на сетку второй лампы и производит более интенсивное изменение потенциала на ней, чем в первой лампе; поэтому ток в контуре второй лампы будет еще большим, чем в контуре первой лампы. Подобным образом действуют и следующие лампы. В цепь последней лампы включают телефон.

Подобную схему применяют и для высокой частоты, изменив несколько конструкцию трансформаторов; но это связано с некоторыми техническими трудностями. Проще применять для этой цели схему „усилителя с сопротивлением“ (черт. 1 стр. 489). Принцип действия ее таков. Сетки ламп соединяют с минусом волоска большим сопротивлением порядка $1,5 \cdot 10^5$ — $5 \cdot 10^6$ ом. Назначение этого сопротивления может быть объяснено многими путями: 1) держать сетку при выгодном начальном потенциале (начало крутого подъема кривой характеристики реле см. черт. 2), 2) освобождать сетку от зарядов потенциала пришедших колебаний и т. д. В цепь анода каждой лампы включаются сопротивления, соединенные с батареей в 80 вольт; анод первой лампы соединяют с сеткой второй конденсатором; тоже самое делают с анодом и сеткой каждой последующей. Сетку и минус волоска первой лампы „связывают“ при помощи катушки связи с источником колебаний.

Положим, что в некоторый момент приходящее колебание заряжает сетку первой лампы некоторым положительным потенциалом. Благодаря этому ток в цепи анода этой лампы увеличивается, вследствие чего увеличивается и разность потенциалов на концах сопротивления R_1 , включенного в цепь анода. Это изменение передается через конденсатор сетке второй лампы. Сетка второй лампы произведет также изменение на концах R_2 , что передается через конденсатор сетке третьей лампы и т. д. Чтобы обнаружить усиленные колебания в цепи анода последней лампы, вместо сопротивления, включают телефон, шунтированный небольшим конденсатором (600—800 см).

Что касается до величины сопротивлений в цепи анода, то теоретически—чем это сопротивление больше, тем сильнее изменяются потенциалы. Но благодаря тому, что эти сопротивления являются как бы зашунтированными емкостью и цепью последующих ламп, которые обладают неко-

Хетамия Д. У. Аметова.

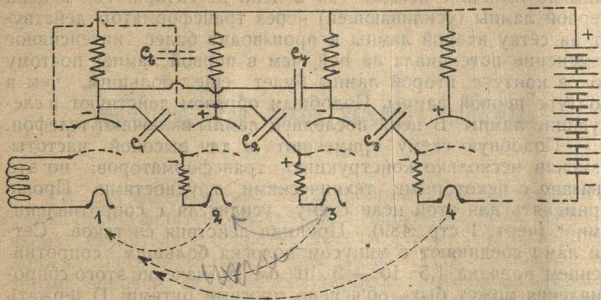


Рис. 4.

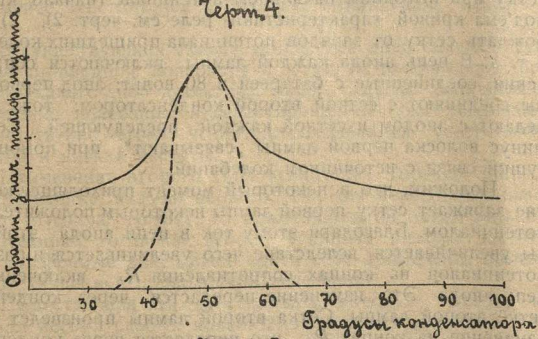


Рис. 5.

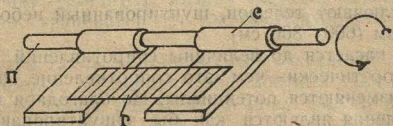
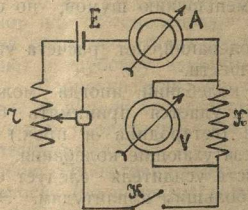
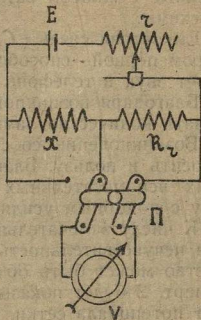


Рис. 6.



Черт. 7.



Черт. 8.

торой проводимостью, приходится брать их не свыше 30—50 тысяч ом, т. к. очевидно, что очень большое сопротивление не дает возможности образовываться току достаточной силы в цепи сетки следующей лампы. Таковы принципы действия усилителя.

Первое затруднение, на которое наталкиваемся в усилителе (во время его действия) это возникновение шумов из за собственных колебаний. Дело в том, что, когда сетка первой лампы заряжается положительно (черт. 4 стр. 492), анод становится более отрицательным; это передается второй сетке, вследствие чего анод второй лампы делается более положительным. Через емкость, которая всегда имеется между отдельными частями схемы, цилиндр второй лампы действует на сетку первой, заставляя первую лампу усиливать вторично тот же самый импульс, что в конечном счете приводит к возникновению собственных колебаний в усилителе.

Таким же образом действуют цилиндр 4, 6, 8 и т. д. на сетку 1-ой и цилиндр 3, 5, и 7 на сетку 2-й¹⁾; так что картина этих влияний весьма сложная.

Естественно, чтобы уменьшить это влияние, необходимо ослабить как можно сильнее взаимную емкость ламп; для этого в усилителе Радиолaborатории все части ламп заклю-

¹⁾ На черт. 4 по ошибке стрелкой указано влияние 3 л. на 1-ю; нужно 3-й на 2.

ченны в металлические оправы („фарадеевские клетки“), соединенные с плюсом батареи в 80 вольт, как общей точкой всей схемы.

Емкостная связь (C_y) цилиндров нечетных ламп с цилиндром первой—способствует уменьшению шумов, но ослабляет звук в телефоне.

Благодаря возникновению колебаний, нет расчета увеличивать количество ламп выше шести.

Возникновение собственных колебаний иногда может приносить и пользу. Благодаря им удается принимать без всяких вспомогательных средств (гетеродина и проч.) на рамку с подобным усилителем незатухающие колебания.

К числу замечательных свойств усилителя следует отнести нечувствительность его к большим амплитудам. Это свойство может быть объяснено таким образом. Пусть кривая черт. 2 будет показывать зависимость тока в цепи анода от потенциала сетки, и пусть потенциал, соответствующий началу крутого под'ема кривой („ток цилиндра“) будет потенциалом сетки; тогда когда приходят малые амплитуды участок кривой *ab* можно считать прямолинейным и следовательно колебания только усилятся, но не детектируются. При больших колебаниях участок кривой становится криволинейным и след. колебания будут и усиливаться, и детектироваться т. е. плохо будут передаваться через конденсатор, который имеет слишком малую емкость (слишком большое сопротивление) для токов низкой частоты.

„Ход усиления“, по мере увеличения числа ламп, показан на черт. 3. Здесь по оси абсцисс отложено число ламп, а по оси ординат—значения силы звука в телефоне (обратная величина телефонного шунта).

Что же касается до „величины усиления“, то усилитель с сопротивлениями стоит ниже трансформаторного. Приблизительно 3 лампы 3-ter = 4 лампам усилителя с сопротивлениями. Зато чувствительность последнего к слабым колебаниям (см. черт. 5, где сплошной линией обозначена кривая резонанса усилителя с сопр., а пунктирной—3-ter'a) ставит его выше трансформаторного.

Для примера можно привести данные. 3-ter не слышит, если можно так выразиться, пищика волномера на расстоянии трех метров, тогда как 6-ти кратный усилитель с сопротивлениями прекрасно принимает их на расстоянии 9—12 метров от волномера.

Описанный усилитель может приготовить любая станция своими „домашними средствами“.

Конденсаторы берутся для этой цели от 200 до 800 см. Изготовить их можно из станиоля; размер рабочей пластины 50×10 мм; прослойкой для пластин может служить эксельсиор или обыкновенная изолировочная лента. Для увеличения емкости, а также и постоянства ее конденсатор свертывают в трубочку, закрутив нитками.

Сопrotивления приготавливают из графитовой бумаги. Для этой цели берут писчую бумагу (лучше № 4) и штрихуют ее карандашом „Фабер № 2“, как можно гуще („до блеска“), стараясь, чтобы штрихи были параллельны между собою. Приготовив таким образом бумагу, нарезают из нее полоски (по штрихам) размером: 20×10 мм² (причем 20 мм — длина) и наворачивают их на стеклянные палочки (сантиметра три длиной), концы которых обклеены станиолем для более надежного контакта (см. черт. 6 стр. 492). Чтобы сопротивление обладали постоянством, каждое сопротивление закручивают ниткой (предварительно приделав к станиолю концы проволоки) и минуты две проваривают в парафине.

Расстояние между полосками станиоля берется для сопротивления в цепи анода 2—3 мм, а для сопротивления в цепи сетки 5—6 мм.

Желательно, чтобы сопротивления цепи сетки были по возможности равными ($1,5 \cdot 10^6 \Omega$), а сопротивления цепи анода — расположены в убывающем порядке ($0,5 \cdot 10^6$ — $0,3 \cdot 10^6 \Omega$).

Измерение сопротивлений можно производить посредством определения силы тока i и разности потенциалов e на концах сопротивления x . В таком случае сопротивления определяются по закону Ома:

$$x = \frac{e}{i}$$

Схема расположения приборов показана на черт. 7. Элемент E , миллиамперметр A , измеряемое сопротивление x , выключатель K и добавочное сопротивление r включаются в одну замкнутую цепь. К концам сопротивления x присоединяют вольтметр V . Добавочное сопротивление r регулируют так, чтобы амперметр получал наибольшее возможное отклонение. Затем повторяют опыт для несколько меньшей силы тока (увеличив r).

Если не имеется миллиамперметра, то сперва поступают так же, как указано выше, а затем присоединяют вольтметр (черт. 8) к концам известного сопротивления R (отсчет e^1), включенного вместо миллиамперметра при помощи переключателя (Π). В таком случае

$$i = \frac{e^1}{R}; x = \frac{eR}{e^1}.$$

Что касается до остальных частей прибора (усилителя), как то: зажимы и штепселя для ламп, то их в крайности можно сделать из кабельных наконечников или же свить из проволоки, полудив оловом для большей прочности.

Радиолaborатория, Н. Новгород.

12 февраля 1920 г.

Материалы к вопросу об установках приемных радиостанций.

В. Делаacroa.

Истекает двухлетний срок с того момента, когда Республика впервые приступила к постройке агентской радиотелеграфной сети; более двухсот станций разослано на места, более сотни находится в действии; армия радиоработников слишком в 1000 человек так или иначе работала и продолжает работать в деле обслуживания сети, и, казалось бы, „Радиотехник“ должен изобиловать заметками, статьями, вопросами, связанными с этой обширной отраслью строительства и дела.

На деле же, и все это знают, ни в одном из девяти вышедших номеров журнала не встретишь почти ни одного слова по столь важному, многообразному вопросу. Почему же молчит „Радиотехник“?

Я знаю усилия Редакции, направленные в сторону популяризации „Радиотехника“; неоднократно Редакция призвала тружеников на местах принять участие в журнале, дружное, активное не только чтением, но и сообщением материалов для печати. И, всетаки, „Радиотехник“ молчит.

Очевидно,—и на местах молчат! Пора, товарищи, сбросить гнетущую инертность и... лень, пора и словом и делом приобщиться к культурной работе страны.

Настоящими строками я хотел-бы дать краткое описание установки и работы одной из хороших приемных радиостанций Наркомпочтеля в г. Новгороде, с тем, чтобы подвергнув ее критике, просить читателей поделиться интересными сведениями о других станциях. Необходимо протолкнуть несколько вопросов о приемных станциях и на страницы „Радиотехника“.

Станция в городе Новгороде расположена несколько в стороне от центра, в тихом квартале, по Большой Ильинской улице, неподалеку от главной телеграфной конторы и по соседству с одним из многочисленных Монастырских Соборов города, подчас своим звоном чрезвычайно затрудняющему работы на станции. Широкая котловина, в которой расположена вся южная окраина города усеяна редкими деревянными, крытыми железом, домиками, среди густой листвы деревьев местных садов, имеющих в большом изобилии.

Электромагнитные волны улавливаются в самой низине котловины невысокой, но чрезвычайно длинной Г-образной сетью медно-бронзового канатика в 1 луч; длина луча 350 метров; поддерживается он двумя деревянными мачтами высотой около 18 метров каждая. Учитывая расположение сети среди густо-лиственных деревьев, низость мачт, большой провес сети долён, как нетрудно догадаться, обусловить большую емкость антенны: действительно, измеренная по методу резонанса последовательным включением емкости (23500 см) емкость оказалась около 3500—4000 см (вполне точно установить цифру было трудно, ввиду расплывчатости резонансовой вершины). Естественная волна в 1500 метров, также значительная, должна обеспечивать хороший прием, т. к. требует включения относительно небольшого количества витков добавочной самоиндукции.

Обе мачты составлены каждая из двух колен. Трудность получения хороших бревен в городе во время установки и, также, скудость средств заставили установить весьма уродливые мачты—с толстым, коротким нижним коленом и тонким, длинным верхним. При этом верхнее колено одной из мачт настолько тонко, (3-2½ вершка) что не только на нем невозможно работать (крепление сети), но и,

вообще, оно — весьма непрочное. Столбы применены сосновые. Врубка колен произведена весьма солидно, прочно, но принятый тип (см. черт. 1 стр. 504) за исключением своей простоты обладает рядом существенных недостатков (непрочен для поперечных усилий, недолговечен, т. к. слабо противостоит гниению основания) почему можно было бы обратить внимание установщиков мачт на распространенный тип врубki, приведенный на черт. 1 в статье А. Грамматчикова в „Радиотехнике“ № 6; этот тип лучше всего подходит для мачт вообще и, в частности, радиотелеграфных, как в смысле долговечности, прочности, так и по своей сравнительной простоте. Большим недостатком установки является отсутствие возможности своевременно обтесать мачты, прошпаклевать их, покрасить; они лишь чисто обрублены (сучки и кора).

Мачты поднимались силами местной Потель-конторы с помощью багров и лестниц. Конечная мачта поднималась вместе с лучем сети, прикрепленным заранее к верхушке мачты на простом телеграфном изоляторе: необходимо было предварительное крепление, т. к. опасно было подниматься по тонкому верхнему колену, да и трудно, т. к. не имелось под рукой раздвижных когтей.

Мачты зарыты непосредственно в землю на глубину одной сажени и снабжены тремя оттяжками. Применение кусков старых рельс, для отделения комя от самой мачты, чтобы предохранить ее от подгнивания около земли, было бы весьма рационально.

Оттяжки свиты из 2-х жил железной телеграфной проволоки диам. — 4 мм и оттягивают мачты в трех направлениях: одно уравнивает натяжение сети, а два других — предохраняют мачту от бокового падения; так что оттяжки образуют углы $90^{\circ} - 90^{\circ} - 180^{\circ}$, а не по 120° , как это применяется обычно. Такое распределение оттяжек при столь малой прочности мачт и громадном пролете следует признать особенно опасным, т. к. при работах, при обрыве сети падение мачты неминуемо. Применены три оттяжки, прикрепленные к мачте одним этажем, благодаря чему образовалась значительная свободная часть у мачты вверху; было бы целесообразно применить два этажа оттяжек, тогда выигрыш в прочности был бы колоссальный. Оттяжки охватывают мачту и прикреплены у земли к кольям, зарытых в ямах; таким образом оттяжки незаизолированы и было бы интересно проверить насколько это отзывается на силе приема; и,

вообще, следовало бы проверить, заметно ли отражается изоляция оттяжек в смысле усиления приема.

Мачта возле станции поднималась отдельно, сеть была поднята впоследствии и крепилась при помощи полиспастов; при этом произошел однажды обрыв, почему пришлось после спайки канатика дать ему особенно большую „слабину“. Получился громадный провес, так что по середине сеть расположена не выше 13-14 метров и почти на одном уровне с громадными лиственными деревьями, изобилующих, в округе, садов.

Огромный пролет между мачтами и провес сети неоднократно заставлял заведующего подумать об установке третьей мачты посреди: ветер, гололед, или просто, собственный вес со временем непременно приведут к катастрофе: сеть оборвется и потребуются много больше и сил и средств на ее восстановление, чем при заблаговременной установке дополнительной мачты. Имеются даже необходимые бревна, все есть, только..... канцелярская улитка никак не доставит необходимых денег.

Направление сети: WNW почти что совпадает с направлением от МСК - NW.

Нельзя не отметить разумный выбор одного луча (длинного) вместо двух, трех или более (коротких), как это обычно практикуется и чем часто увлекаются установщики: достигается максимальная естественная волна и вместе с ней максимальная сила приема (минимум удлинительной самоиндукции—лишнего сопротивления). В большой остроте настройки при одном луче совершенно случайно убедились на станции в Старой Руссе, где сеть состояла из двух лучей, и когда после случайного обрыва одного луча пришлось принимать на одном оставшемся, удалось хорошо уединиться, во время приема МСК, от мешающего действия ТСП в то время, как при двух лучах это было далеко не так легко.

Вводный провод снижается непосредственно возле мачты, оттягивается¹⁾ на уровне форточки окна второго этажа и вводится, через эбонитовый ввод в окне, непосредственно к приемнику.

Заземлением служит водопровод в том же втором этаже здания, в котором разместилась станция. К водопро-

¹⁾ Образуя острый угол около 75°.

воду протянут на железных скобочках сетевой канатик, общей длиной до 14 метров. Теория учит — чтобы получить наибольшую силу приема на станции необходимо располагать приемник в пучности тока; пучность тока располагается непосредственно у „земли“, и, посему, желательно по возможности, сократить расстояние от приемника до „земли“. Было бы весьма полезно проверить на практике, насколько приведенное положение науки оказывает серьезное влияние на силу приема на деле при различных положениях приемника относительно „земли“. С этой же точки зрения было бы выгодней расположить станцию в I этаже и приемник — в комнате „В“ вместо „А“. Тогда и мачта удобно расположилась бы против окна комнаты В (см. черт. 2 стр. 504).

Приемник б. Морского Радиотелеграфного завода „П.М.“ 1915 г. со сложной схемой на 6000 метров дает возможность хорошо изолировать прием МСК во время работы ТСР. Однако, небольшое повреждение в передвижном контакте (плохой контакт между щеткой и контактной кнопкой) в детекторной цепи сложной схемы не могло быть своевременно обнаружено на станции и приходилось работать исключительно по простой. При приеме на простую схему мешающее действие ТСР весьма затрудняло работу, особенно, когда волны обеих станций мало разнились между собой (5000 МСК и 4500 метров ТСР).

Пределы волн при параллельно введенном в сеть конденсаторе приемника, т. е. при включении на „длинные волны“ достигали: 2600-6100 метров. При этом интересно отметить громадную гамму обертонов, которую удалось обнаружить при градуировке установки. Для примера приведу пределы волн, которые обнаружены при положении контакта самоиндукции на 7-ой кнопке (при точно одновременном изменении градусов конденсатора первичной емкости, введенной в сеть, и градусов конденсатора вторичного контура от 0° до 180°).

Пределы наиболее длинных волн: 2580-3940 и 740-1500 метров; здесь заметно влияние изменения емкости приемника. Но кроме того удалось наблюдать еще три волны, сохранявшиеся постоянно независимо от изменения емкости в приемнике: 1) — 550, 2) — 420 и 3) — 330 метров. Таким образом одновременно в приемнике удавалось обнаруживать на 7-ом контакте 5 различных волн при различных положениях

емкости конденсаторов; другими словами 5 станций, работающие вместе при различных, но определенных волнах, могли бы одинаково приниматься при одной и той же настройке. Краткость пребывания в Новгороде не позволила мне более подробно исследовать этот интересный случай¹⁾.

Как на крупный минус станции следует указать на невнимательное присоединение грозового выключателя, благодаря чему приемник оставался лишь уединенным от сети и последняя не замкнутой на землю. Счастливый случай оберегал в течение 1½ лет и приборы и работников от неприятных неожиданностей при грозе. Однако, во время приема не обошлось, однажды, без неприятной тревоги с искрами, треском, испугом и т. д. во время грозы.

Поражает малый радиус слышимости станции: Москва, Детское Село, Петроград, Николаев, Науэн и несколько близлежащих полевых станций ограничивают весь „электромагнитный кругозор“ ее. Можно предполагать, что главной причиной узости этого кругозора является низость антенны и расположение ее среди деревьев, т. к. давно установлено, что деревья сильно поглощают энергию приходящих волн, ослабляя силу приема в телефоне.

Нельзя не удивляться, в самом деле, тому обстоятельству, что на станции не слышны Гельсингфорс, Вологда, Архангельск; не говоря уже о Казани, Саратове или Ташкенте. Последний мог бы быть вполне принят, т. к. известно напр., что в Костроме он великолепно слышен, лучше даже, чем в самой Москве. Интересно отметить громкую слышимость Николаева; тем интереснее последнее обстоятельство, что нельзя этого объяснить даже избирательным действием сети станции в Новгороде, каковым она несомненно должна обладать, т. к. направление на Николаев с продолжением сети образует угол около 75°.

На станции работают 3 телеграфиста, 1 машинистка и 1 сторожика-рассылная.

Вечерние и ночные телеграммы печатались утром следующего дня в 5-ти экземплярах и рассылались около 2-х часов дня. Дневные перепечатывались тут-же и рассылались около 6-ти часов вечера.

¹⁾ Думаю, что наблюдения в этой плоскости уже производились и раньше, и материал с разработкой его несомненно где либо хранится—если бы Редакции „Радиотехника“ удалось его извлечь из под спуда.

„Плакатный вестник“ принимался под копирку и 1 экземпляр немедленно отсылался в телеграфную контору для передачи по проводам в уездные города: Дмитровск, Валдай, Бологое, Боровичи.

Работа станции стоит на высоте.

Лосиноостровская.

24-I-20.

Работа В. И. Романова:

„О методе получения и о затухании коротких электрических волн в проволоках“.

Спектрометр для коротких эл.-магн. волн.—Абсолютное определение длины волны.—Измерение логарифмического декремента.—Определение магнитной проницаемости русского железа для весьма коротких периодов.

При рассмотрении шкалы световых волн бросается в глаза промежуток между волнами от 3,2 мм до 0,32 мм длиною, которые еще неизвестны человечеству.

Самая длинная из инфракрасных волн, именно в 0,32 мм длиною, открыта Рубенсом в свете кварцевой лампы в 1911 г. Самая короткая волна при разряде конденсатора, всего лишь в 3,2 мм длиною получена покойным проф. П. Н. Лебедевым в 1905 г.

Вообще короткие эл.-магн. волны изучены не достаточно, т. к. все внимание ученых и технических сил было обращено на изучение волн, применяющихся в радиотелеграфии, но надо думать, что пробел этот постепенно заполнится, все продолжают появляться работы, посвященные изучению коротких волн.

Большую роль в этом отношении сыграл проф. Лебедев, который известен ученому миру не только своими работами в области коротких волн, не только как талантливый экспериментатор, но и тем, что он, один из немногих, основал целую физическую школу, сумел подобрать учеников, увлечь их и руководить ими так, что впоследствии они явились продолжателями разработки его идей.

Так напр. один из его учеников проф. А. Р. Колли разработал схему вибратора для получения коротких эл.-магн. волн, порядка десятков сантиметров. Другой, В. К. Аркадьев, определил магнитную проницаемость железа для коротких волн. Наконец, В. И. Романов, применив вибратор Колли, разработал метод получения слабо затухающих волн в проволоках и изучил эти волны, построив для этой цели особый прибор—спектрометр.

Целью настоящей заметки и будет ознакомление читателей „Рад.“ с работой В. Романова¹⁾.

Эл.-магн. волны можно изучать, как при распространении их в пространстве, так и в проволоках. Последний способ, как дающий волны с меньшим ослаблением, выгоднее, почему он и принят В. Романовым.

Принятый в основу схемы спектрометра вибратор Колли изображен на черт. 2 (стр. 505). Он состоит из 2-х стержней L , с грушевидными оконечностями, в которые вделаны вольфрамовые электроды f . Пара вторых электродов вделана в планку A , являющуюся связью с колебательной системой, названной Колли—задающей. Между электродами f , при разряде, проскакивают две искры, длиною в несколько сотых миллиметра каждая. Период колебания вибратора зависит от величины его самоиндукции, устанавливаемой длиною стержней L , и от величины емкости c , в виде небольшого воздушного конденсатора, обеспечивающего своим положением между стержнями одновременное проскакивание искр в обоих разрядниках, отчего получается наилучшее ударное возбуждение задающей системы²⁾.

Последняя состоит из 2-х параллельных проволок, расположенных на расстоянии 1,5 см одна от другой и соединенных между собою двумя мостами A и B .

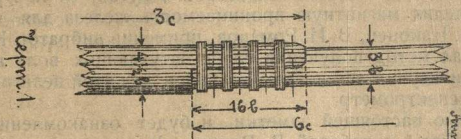
Эл.-магн. волны, возбуждающиеся в задающей системе с весьма малым затуханием, распространяются далее за мостом B , где и излучаются.

Общая схема расположения приборов спектрометра Романова показана на черт. 1, где: I —индуктор с искровым

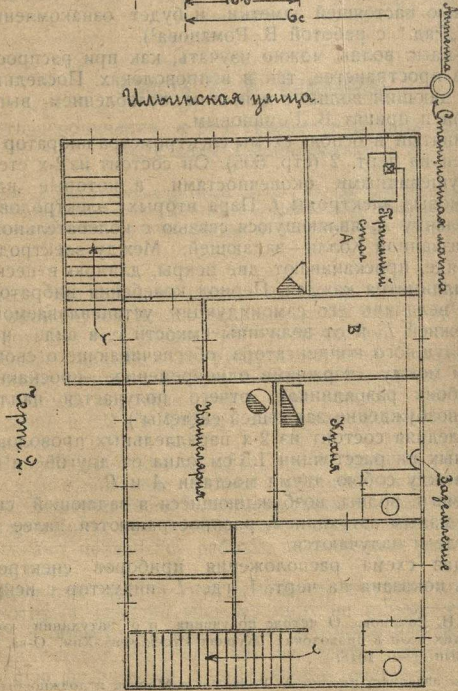
¹⁾ В. И. Романов. О методе получения и о затухании коротких электрических волн в проволоках. Журнал Русск.-Физ.-Хим. О-ва. Том 1., Физ. отд. Вып. 4—6. 1918.

²⁾ Как известно, именно А. Р. Колли в Москве и должно быть приписано открытие ударного возбуждения. См. доклад В. И. Романова по этому вопросу, „Рад.“ № 1, стр. 10.

Закусочная в г. Изворополе.



Угловая кухня.



Краткое о работе В. И. Романова.

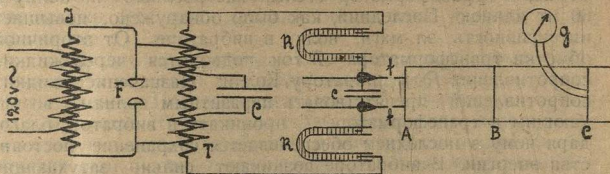


Рис. 1.

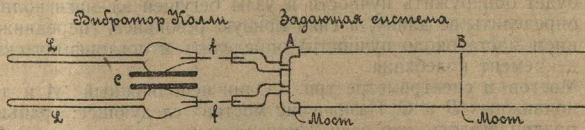


Рис. 2.

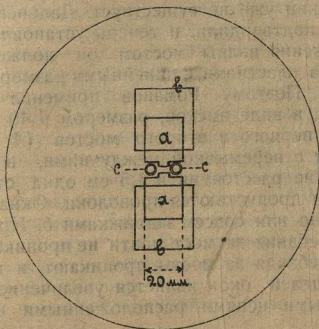
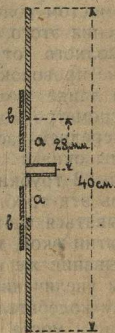


Рис. 3.



расстоянием в 50 см, питаемый переменным током в 120 вольт; F —искровой промежуток в цепи трансформатора Теслы; T —трансформатор Теслы, настроенный на волну в 60 мт длиною. Последний, как было обнаружено, повышает интенсивность эл.-магн. волн в вибраторе. От вторичной обмотки трансформатора T ток подводится через жидкие сопротивления R к вибратору Колли. Назначение жидких сопротивлений—препятствовать паразитным волнам, возникающим в трансформаторе T , проникать в вибратор, благодаря чему в последнем обеспечивается сохранение постоянства энергии. В вибраторе возникают сильно затухающие колебания, возбуждающие в задающей системе слабо затухающие колебания, которые далее и распространяются по каждой из проволок. Если по проволокам передвигать мост C , снабженный чувствительным индикатором тока, то можно будет обнаружить пучности и узлы бегущей эл.-магн. волны, определить ее длину, а сняв кривую резонанса, (передвижением моста около пучности) определить и логарифмический декремент колебания

Мостов в спектрометре три. Один неподвижный A и два подвижных B и C . Назначение мостов следующее: раньше предполагалось, что если 2 параллельные проволоки, с бегущей по ним эл.-м. волной, соединить поперечной проволокой (мостом), то проволока эта совершенно отражает волну и за мостом колебаний уже не существует. Дальнейшие наблюдения этого не подтвердили, и теперь установлено, что для полного отражения волны мостом он должен иметь вид не проволоки, а пластинки, с линейными размерами, равными длине волны. Поэтому Романов применил в своем спектрометре мосты в виде дисков, размером в 40 см, черт. 3. В средней части первого и второго мостов (A и B) вырезаны окна a — a с перемычкой между ними, в которую впаяны 2 трубки c на расстоянии в 1,5 см одна от другой; сквозь эти трубки и пропускаются проволоки. Окна a могут закрываться частично или совсем задвижками b . При полном закрытии окон, колебания за мост почти не проникают. При открывании же колебания за мосты проникают, и таким образом увеличение щелей окон является увеличением связи между колебательными цепями, расположенными по обеим сторонам моста.

Мост C —без окон. В середине имеет отверстие, в которое вставляется термоэлемент, присоединяемый параллельно

мосту. От термоэлемента идут провода к панцирному гальванометру *г* *Дю-Буа* и *Рубенса*, чувствительностью в $5 \cdot 10^{-10}$ амп. Для пропускания проволок мост *С* имеет указанные выше трубки. Все мосты сделаны из листовой красной меди, толщиной в 1 мм.

Действие спектрометра следующее: при пропускании тока через индуктор в трансформаторе возникают волны в 60 мт длиной. Последние возбуждают в вибраторе волны длиной около 70 см. Через связь, образуемую переключкой, в которую вделаны электроды и зависящую от степени открытия окон моста *А*, волны переходят в задающую систему. Благодаря отличному ударному возбуждению вибратора, нет надобности в настройке в резонанс задающей системы с вибратором. Для получения той или иной волны в задающей системе — достаточно лишь передвинуть мост *В* в том или ином направлении.

Спектрометр построен так, что может давать волны от 72 до 35 см длиной, без замены вибратора, что составляет одну октаву.

От задающей системы волны распространяются по проволокам, причем интенсивность и затухание их можно изменять, изменяя связь при помощи окон моста *В*. Как известно затухание увеличивается с увеличением связи.

Техническую часть устройства спектрометра, построенного *Романовым*, здесь не описываем. Нужно лишь сказать, что последнему пришлось преодолеть значительные затруднения в смысле подбора коэффициентов цепей и избежания вредных взаимодействий различных элементов схемы.

В результате спектрометр позволяет получать короткие волны любой длины, в пределах заданного интервала, и желаемого затухания; легко, быстро и непрерывно изменять длину волн, изменять в широких пределах затухание, не изменяя при этом длины волны; производить абсолютное измерение длины волн с точностью до 0,01% и более; определять декремент *Джоуля* в проволоках разных металлов; определять магнитную проницаемость железа при данной волне, и, наконец, получать волны с наименьшим затуханием, известным до сих пор.

При помощи спектрометра были произведены следующие определения:

1) Абсолютное определение длины волны.

Длина волны определяется расстоянием между мостами

B и *C*, при точной настройке резонатора (цепь между мостами *B C*) в резонансе с задающей системой. При этом необходимо учесть сокращение мостов. Поэтому лучше длину волны определить измерением расстояния между точками резонанса в первом и втором узле, для чего, после определения резонанса в первом узле, мост *C* передвигается на половину длины стоячей волны дальше и здесь определяется точка второго резонанса. Удвоенное расстояние между этими точками и есть длина волны.

Точность измерения длины волны спектрометром, при сумме декрементов задающей системы и резонатора равной 0,01, получается до 0,01% и даже более.

2) Измерение логарифмического декремента δ .

Измерение δ производится по методу Бьеркнеса, путем снятия кривых резонанса и вычисления суммы декрементов $\delta_1 + \delta_2$ по известным формулам. Т. к. задающая система и резонатор совершенно одинаковы по своему устройству, а именно: параллельные проволоки, ограниченные одинаковыми мостами, то след. и затухание их одинаково т. е. $\delta_1 = \delta_2$. Поэтому:

$$\delta = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2}.$$

Наименьшие декременты для коротких волн были: 0,5 — 0,35, полученные Гертцем и Бьеркнесом, и 0,02 — 0,01, полученные Сеттником и Рукопом.

Спектрометр Романова позволяет получить волны с декрементом $= 0,005$. Наименьший же декремент, полученный Романовым $= 0,0024$.

В нижеследующей таблице 1 приведены декременты, полученные при связи (открытии окон) между вибратором и задающей системой в 7 мм, для проволок из разных металлов, при диаметре проволок в 0,93 мм.

Таблица 1.

Металл	$\delta_1 + \delta_2$	δ
Медь	0,0124	0,0062
Алюминий	0,0141	0,007
Свинец	0,025	0,0125
Железо	0,179	0,089

Затухание колебаний в задающей системе и в резонаторе обуславливается потерями на Джоулево тепло, потерями в мостах и наконец излучением. Поэтому и декремент можно расчленить на декремент Джоуля, декремент моста и декремент излучения. Обозначая эти декременты знаками δ_d , δ_m и δ_n , можно написать:

$$\delta = \delta_d + \delta_m + \delta_n.$$

Измерение декремента Джоуля.

Снимаются кривые резонанса при одной длине волны, например, для проволок медной и алюминиевой. По кривым вычисляются суммы декрементов $\delta_1^m + \delta_2^m$ и $\delta_1^a + \delta_2^a$, где значки m и a обозначают металл. Т. к. потери на мосты и излучение независят от металла проволок, то:

$$\delta_1^a + \delta_2^a - (\delta_1^m + \delta_2^m) = 2(\delta_d^a - \delta_d^m) \quad (1)$$

Кроме того известно, что:

$$\delta_d = \frac{RT}{2L}. \quad (2)$$

Т. к. задающая система и резонатор суть отрезки 2-х прямых и параллельных проволок, ограниченных двумя плоскостями (мостами), то за R и L можно считать сопротивление и самоиндукцию, приходящиеся на единицу длины проволоки. Сопротивление на единицу длины определяется по выражению:

$$R = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{\mu \beta}{T}} + \frac{W}{4} \quad (3)$$

где r — радиус проволоки, μ — магнитная проницаемость, β — удельное сопротивление, T — период и W — сопротивление

единицы длины проволоки постоянному току. При малом T можно пренебречь последним членом, что даст ошибку меньше, чем 0,5%.

Для коэффициента самоиндукции на единицу длины имеется выражение:

$$L = 2 \lg_e \frac{d}{r}, \quad (4)$$

где d —расстояние между проволоками.

Подставляя выражения (3) и (4) во (2), получаем:

$$\delta_d = \frac{\sqrt{\mu^3 T}}{4r \lg_e \frac{d}{r}} \quad (5)$$

Отсюда можно написать:

$$\delta_d^u : \delta_d^a = \sqrt{\beta^u} : \sqrt{\beta^a}. \quad (6)$$

Решив два уравнения с двумя неизвестными (1 и 4), можно определить отдельно Джоулев декремент для меди и для алюминия. Также и для прочих металлов.

Ниже помещается таблица (2) декрементов Джоуля, определенных Романовым для разных металлов.

Таблица 2.

Металл	δ_d
Медь . . .	0,00682
Алюминий . .	0,00901
Свинец . . .	0,02
Железо . . .	0,0825

Потери в мосте.

Производя измерения $\delta_1 + \delta_2$ при различных окнах в

мостах и определяя величину связи между колебательными цепями, Романов определил величину потерь в мостах, приведенную в таблице 4.

Декремент излучения.

Зная декременты Джоуля и моста, можно определить и декремент излучения.

$$\delta_n = \delta (\delta_d + \delta_m).$$

Как показывают вычисления, он почти одинаков для проволок из различных металлов, что видно из таблицы 3 при высоте окон в мостах в 15,3 мм.

Таблица 3.

Металл	δ_n
Медь	0,00105
Алюминий	0,00131
Свинец	0,00109
Железо	0,00106

При дальнейшем увеличении окон излучение увеличивается и может достигнуть величин вдвое больших, чем приведенные в таблице.

В таблице 4 приведены декременты для медной проволоки, с расчленением их на части.

Таблица 4.

Связь: окна по	$\delta_1 + \delta_2$	δ_d	δ_m	δ_n
1 мм	0,0109	0,0069	0,0029	0,0011
5 мм	0,0135	0,0069	0,0055	0,0011
15,3 мм	0,0194	0,0069	0,0114	0,0011
28 мм	0,0289	0,0069	0,0196	0,0024

Как видно из таблицы 4, наибольшую часть от δ составляет декремент Джоуля, меньшую — моста и ничтожную

масть излучения (замкнутый контур). Наименьшая величина δ , которую удалось измерить Романову, была $= 0,0024$.

При дальнейшем уменьшении связи δ тоже уменьшается, но при этом колебательная энергия становится столь малой, что никаких точных измерений произвести уже нельзя, и потому величина $\delta = 0,0024$ являлась предельной.

3) Определение магнитной проницаемости железа.

Количество тепла, выделяющееся в проволоках из ферро-магнитных металлов, при распространении по ним эл.-м. волн, существенно зависит от величины магнитной проницаемости для данного периода волн, согласно формулы (5).

Т. к. все величины в правой части равенства легко измеряются, (кроме μ), а δ_d можно определить по изложенному в п. 2, то след. простой подстановкой можно определить и μ .

Романовым было сделано такое определение для проволок из русского железа, при волне в 72 см, т. е. при периоде $T = 2,4 \cdot 10^{-9}$ сек; μ определилось равным 98,8. Цифра эта вполне соответствует данным, полученным В. Аркадьевым для шведского железа: $\mu = 78 - 92$ и для шведской стали: $\mu = 108$. След. русское железо по своей магнитной проницаемости для токов высокой частоты лежит как раз между шведским железом и сталью.

III.

Из очень давнего прошлого.

Лет 300 - 350 тому назад, когда наша наука о магнетизме, а затем и электричестве, только что начиналась, истинное знание густо переплеталось с фантастическими, суеверными небылицами.

Большое распространение имел рассказ, что если взять две одинаковые стальные иглы и намагнитить их, натирая непременно одним и тем же куском магнитного камня, то получится два магнита, обладающих особою симпатиею: если оба поставить на остриях в центре кругов (циферблаты) с буквами алфавита начертанными по окружности, то, как бы далеко не удалить один такой прибор от другого, вся-

кое движение одного магнита будет тотчас же сопровождаться таким же движением другого. Если один человек будет поворачивать один магнит так, чтобы он последовательно указывал на буквы, из которых составлялись бы слова, то другой человек, глядя на движение магнита второго прибора, может читать эти слова. Таким образом два лица могут очень просто и легко сообщаться друг с другом, какое бы расстояние на земле (да и не на земле только) не отделяло их. Некоторые предполагали устройство компасного круга несколько сложнее (Д. Швентер 1600 г.).

Мы так точно знаем закон действия магнита на магнит, что с усмешкою отбрасываем мысль о подобном способе сношения. Только земной „магнит“ мог бы заставить следовать за собою все стрелки на всем земном шаре. Но в то время идея о двух симпатизирующих магнитах обсуждалась и очень многими авторами. Известный тогда исследователь магнитных явлений, итальянец Порто (1589 г.) считал такое сношение „с другом, который находится далеко от нас, может быть, брошен в тюрьму“ вполне возможным¹⁾. В 1901 г. напали на старинную французскую книгу (1622 г.), в которой картинно описывается демонстрация этого способа сношений пред Генрихом IV, который запретил распространять сведение о нем, так как оно может помочь осажденному городу²⁾.

Другие авторы, как Боот (1609), Страда (1617), считали невозможною передачу сообщения посредством двух магнитов, т. к. мы не можем приготовить магниты такой силы. Великий Галилей рассказывает (1632), будто изобретатель такого способа отказался показать ему действие своих приборов на малом расстоянии и рекомендовал ему отправиться „в Каир или Москву“; но Галилей предпочитал остаться в Венеции, предлагая изобретателю самому отправиться в столь далекие страны, и демонстрация не состоялась. В 1624 г. автор „Математических откровений“ полагал, что „нет в мире магнитов, обладающих такими качествами“... „иначе предательства были бы слишком часты и слишком откровенны“³⁾.

¹⁾ Цитата, как и многие последующие, взята из книги: P. Benjamin, The intellect. rise in electricity. 1895.

²⁾ Ann. d. Physik, B. 4, p. 231. 1901.

³⁾ Ann. d. Physik, B. 6, p. 659. 1901.

Некоторые усматривали здесь вредное суеверие и веру в колдовство. Но были и такие, которые, не допуская возможности сообщения двумя магнитами, тем не менее были уверены в возможность быстрого сообщения подобно тому, как быстро достигает солнечный луч до нашей земли (Бойль).

Перед нами не факт, но плод воображения, подобный ковру-самолету, сапогам-скороходам, скатерти-самобранке и шапке-невидимке. Однако, как и эти сказочные предметы, он представляет собою изобретение или, по крайней мере, тему для осуществимого изобретения. Аэроплан, автомобиль оказываются тою действительностью, которая через несколько веков осуществила древнюю мечту.

Какая тема предлагалась мечтателями семнадцатого века под сообщением посредством двух магнитов? Историки науки упорно видели в нем пророчество магнитного телеграфа; они добавляли к нему только одно: проволоку, соединяющую двух переговаривающихся, и не замечали, что это добавление совершенно искажало весь смысл наивной фантазии о свободном сообщении через пространство; ведь проволоку нужно протянуть, а если она протянута, то, показалось бы Порте, можно и просто дергать за нее. Магниты, показывающие на различные точки кругов, действительно папоминают некоторые телеграфные приборы; но это внешнее сходство, а где же древняя „симпатия“ между магнитами?

Пора решить, что именно радиотелеграф со своими „настроенными“ друг на друга „рамками“, со своими свободными волнами, ищущими везде кругом ответа себе, быстрыми, как солнечные лучи, осуществляет в эл.-магн. волнах мечту магнитного сообщения между людьми. На ветхозаветный вопрос (кн. Иова, 38, 35): „Можешь ли посылать молнии, и пойдут ли они, и скажут ли тебе: вот мы?“ — в известном смысле позволительно ответить, что можем и слышим уже.

О коэффициентах формулы Ричардсона.

Устройство современных катодных ламп основано на одном довольно несложном явлении; состоит оно, как известно, в том, что с накаливаемого волоска лампы несется поток электронов, или „термионов“, попадающих на особый электрод т. н. цилиндр, имеющийся в лампе.

Выходящие с волоска лампы электроны обуславливают электрический ток между волоском и цилиндром; для вычисления силы этого тока Ричардсон предложил такую формулу (ср. стр. 138)

$$i = AT^{1/2} e^{-b/T},$$

где i —сила тока, о котором идет речь, T —абсолютная температура, e —основание натуральных логарифмов, а b и A две постоянные величины. Значения этих постоянных находились из опыта различными экспериментаторами, которые дали цифры¹⁾, приводимые ниже.

Для платины:	A	b	
	2.10^{21}	$2.8.10^4$	(Вильсон).
	$1.6.10^{25}$	6,1 "	(Хортон)
	3,06. "	6,1 "	(Дейнингер)
	7,2. "	5,11 "	(Шлихтер)
	7,5. "	4,93 "	(Ричардсон)
	$6.9.10^{26}$	6,55 "	(Вильсон)
	$1.17.10^{27}$	7,25 "	(Вильсон)
	5.10^{28}	6,78 "	(Ричардсон)
	$2.02.10^{31}$	8,0 "	(Лангмюир)
Для вольфрама:	$1.55.10^{26}$	5,25. "	
	$3.0.10^{27}$	5,47. "	(Смис)
Для тантала:	$2.7.10^{24}$	4,42. "	(Дейнингер)
	$7.45.10^{25}$	5,0. "	(Лангмюир)
Для угля:	1,49. "	4,87. "	
	4,68. "	5,49. "	(Дейнингер)
	$1.0.10^{34}$	7,8. "	(Ричардсон)

Уже с первого взгляда бросается в глаза, что предлагаемые разными авторами коэффициенты формулы Ричардсона колеблются в широких пределах, даже в том случае, когда речь идет о каком-либо одном веществе.

Однако, если сила тока между накалившимся волоском и цилиндром обусловлена числом вылетающих в единицу вре-

¹⁾ Взятые из: Richardson. The emission of electricity from hot bodies, p. 69 (Указано В. К. Лебединским).

мени с его поверхности электронов, то это число есть, как следует из формулы, функция только абсолютной температуры (ср. стр. 133), ибо прочие величины, входящие в правую часть, постоянны. Поэтому, задавшись каким нибудь определенным значением T и вычисляя по формуле Ричардсона i , следовало бы ожидать во всех случаях иметь один и тот же результат для одного и того же вещества.

На самом деле, если произвести напр. для $T = 1000^{\circ}$ такой подсчет, то для вольфрама получаются хотя и не близкие цифры, однако того же приблизительно порядка, а именно 77550 и 166300. Для тантала же аналогичный подсчет дает 5436 и 454100, для угля соответственно 333200, 2124 и 42,1. Для платины получается $4,37 \cdot 10^{10}$; $9,2 \cdot 10^5$; $0,0115$ и т. п.

При температуре 2000° имеем для тантала $3,05 \cdot 10^{13}$ и $4,6 \cdot 10^{16}$, для вольфрама $2,7 \cdot 10^{16}$ и $1,8 \cdot 10^{17}$.

Таким образом во многих случаях при вычислении i порядок величин оказывается совершенно различным, хотя можно было бы ждать, что величина i для одного и того же вещества с постоянными различных авторов не будет меняться, так как с увеличением коэффициента A , почти во всех строках таблицы соответствует и более высокое значение b ; действительно, увеличение A стремится увеличить i , тогда как увеличение b , от чего возрастает абсолютная величина отрицательного показателя степени в другом сомножителе, уменьшает ток i и таким образом может компенсировать действие первого множителя.

Причины разногласия результатов подстановки одного и того же T могут быть обусловлены как различием внутреннего режима приборов при опытах, напр. неодинаковой степенью разрежения внутри лампы, присутствием окклюдированных газов и т. п., так с другой стороны и разницей в температурах, при которых производились опыты.

Тем не менее всегда, имея две пары значений A_1, b_1 и A_2, b_2 , легко найти ту температуру, при которой каждая пара дает одно и то же i . Ставя такое условие, можно написать:

$$i = A_1 T^{1/2} e^{-b_1/T}$$

$$i = A_2 T^{1/2} e^{-b_1/T}$$

Дея почленно эти равенства, находим:

$$\frac{A_2}{A_1} = e^{\frac{b_2 - b_1}{T}}$$

Вставляя в последнюю формулу значения A и b из разных строк таблицы находим:

для тантала эта	$T = 554,3$
„ вольфрама	742,4
„ угля	5416
„ „	1441
„ платины	2257
	1,9
„ „	2,5 — 7574
	9,7 + 77

Величина T для угля в первом случае (5416) была найдена из 1-ой и 2-ой пары значений A и b , а во втором из 1-ой и 3-ей. Величины T для платины найдены соответственно из 1 и 9, 2 и 5, 9 и 7 пар значений A и b . Приводимые цифры указывают, в каких широких пределах могут колебаться абсциссы точек пересечения отдельных кривых семейства, даваемых формулой Ричардсона, если положить, что по оси ординат откладываются силы тока i , а по оси абсцисс — температуры. В общем при достаточно высоких температурах значения i , даваемые формулой, более или менее близки; отдельные же странные цифры, имеющиеся в последнем столбце, как напр. — 7574 (абсолютных!) совершенно немыслимы физически. Однако причина такого нелепого вывода ясна: данные, из которых было выведено это заключение, находились в противоречии одно с другим.

Н. Н.

Научно-технические беседы в Радиолaborатории с Мастерской.

Продолжение со стр. 243.

III. 24 апреля 1919 г. В. К. Лебединский излагает работу Нова (1917 г.), в которой дается формула для вычисления добавочной самоиндукции, основанная на аналогии воздушной радиосети с телефонной сетью и пользующаяся величинами емкости и самоиндукции на единицу длины. Формула Гоу распространяется на прямолинейную и Г-образную сеть.

А. А. Шапошников рассказывает об основании и деятельности Рентгенологического института в Петрограде.

В. К. Лебединский 1) докладывает результаты опытов, произведенных совместно с Н. И. Полтевым, по определению коэффициентов самоиндукции и взаимной индукции двух равных катушек, включенных в искровой контур, по методу измерения λ в резонаторе этому контуру, опыты показали большое искажение результатов в случае двух параллельных банок в искровом контуре, включенных с одной стороны катушек.

2) Демонстрирует действие на телефонную цепь термоионного потока угольной лампы накаливания, питаемой переменным током.

IV. 26 апреля 1919. А. Ф. Шорин докладывает о результатах, достигнутых с помощью его схем на б. царско-сельской радиостанции по радиоприему на быстродействующих аппаратах.

V. 18 мая 1919. Н. И. Полтев докладывает работу Д. А. Рожанского, присланную для напечатания в журнале, об определении величины линейного декремента в искровом контуре по кривой резонанса.

В. А. Жилинская: „О принципах постройки генераторов большой частоты“ (продолжение доклада на беседе II).

При проектировании машин высокой частоты потери в железе играют доминирующую роль в виду их роста частью пропорционально частоте (гистерезис), частью-квадрату частоты (токи Фуко).

Для уменьшения потерь существует три пути: 1) Выбор соответствующих сортов железа (3—4% кремния в железе сильно уменьшают потери на гистерезис). 2) Индукция вы-

бирается возможно малой. Трудность получения необходимых напряжений ставит предел уменьшению индукции. 3) Толщину железа для машин высокой частоты берут возможно малой (0,5—0,3 мм). Потеря в сечении на изоляцию, трудность прокатки делают невыгодным дальнейшее утончение для машин низкой частоты. Но для машин высокой частоты (10000—20000 периодов) приходится идти значительно дальше.

Существующие машины высокой частоты системы В. П. Вологодина построены из заграничного железа (0,05—0,08 мм). В начале войны была сделана проба прокатки такого железа на русских заводах (на Добрянском) под руководством В. П. Вологодина. С внешней стороны это железо вполне удовлетворительно: толщина его соответствует заданным условиям (толщина его от 0,1—0,05 мм). Задача нашей лаборатории определить его магнитные свойства и, следовательно, пригодность для машин высокой частоты. Это железо предполагается испытать 2-мя методами: во 1-х настройкой цепей в резонанс для определения ваттных потерь (Александрсон) и во 2-х калориметрическим.

В. К. Лебединский докладывает о влиянии на период колебательного контура железного листа, помещаемого вблизи катушки, составляющей часть этого контура; самоиндукция катушки и период контура значительно уменьшаются.

М. А. Бонч-Бруевич: „О выпрямителях с накаливаемым катодом“, конструкцию которых он разрабатывает в настоящее время.

Задача состоит в постройке выпрямителя на 20000 в. мощностью на 1 кв. Пока удалось построить выпрямитель до 6000 в. мощностью на 120 ватт. Трудности заключаются отчасти в получении хорошего разряжения, отчасти в механической стороне дела. Вопрос об охлаждении анода решен путем применения в качестве анода стеклянной платинированной колбы, охлаждаемой водой. Для предохранения катода от механического повреждения электрическим полем введен особый промежуточный электрод. Доклад сопровождается иллюстрациями на опыте (см, „Рад.“ № 8, стр. 332).

вл. 31 мая 1919. В. К. Лебединский докладывает результаты измерений, сделанных в радиолaborатории с целью подтверждения теории Рожанского (см. пред. беседу). Данные Рожанским множители для перевода величин логарифм. декр., полученных по различным точкам резонансной кривой,

к величине арифмет. декремента не привели к постоянной величине этого последнего, как это следовало бы для чисто-искрового затухания. Это указывает, по теории Рожанского, на присутствие в контуре значительного затухания в омическом сопротивлении: арифмет. декремент возрастал для точек кривой резонанса, далеко отстоящих от ее вершины. Излагается общая теория резонансных кривых.

вц. 6 июня 1919. В. П. Вологдин: „Трансформаторы частоты“.

Цель применения трансформаторов частоты для радиотелеграфа — избежать затруднений, связанных с построением машин весьма высоких частот, заменив их машинами более низкой частоты. Динамический способ трансформации применен в машинах Гольдшмидта и Бетено.

Показан на асинхронном двигателе динамический принцип удвоения.

Основание статистических удвоителей — выпрямление потока. Таковы удвоители Ценнека, Эпштейна. Трансформаторы частоты, основанные на искажении кривой потока: Жоли, Спинелли, Валори, Тайлора, работающие на нечетных гармониках. Было показано удвоение по схеме Эпштейна. В заключение приводится расчет статистического трансформатора по схеме Эпштейна.

Н. М. Субботина: „О наблюдении солнечных пятен в связи с погодою“.

За отсутствием автора доклад читается В. К. Лебединским и В. Н. Листовым. Н. М. Субботина в своем докладе останавливается, главным образом, на зависимости явлений земного магнетизма от количества и положения солнечных пятен, наблюдением которых занимается, между прочим, и автор доклада на своей сормовской обсерватории. В настоящее время пятнообразовательная деятельность солнца, усиление которой началось с 1917 г., как раз приближается к своему максимуму. 17 мая общая поверхность пятен достигала 17 миллиардов квадратных километров. Субботина высказывает предположение, что одна большая группа пятен возвратится вновь (в третий раз) к восточному краю солнца около 7 июня. Автор доклада обращает внимание наблюдателей на любопытную связь этой устойчивой группы с земными явлениями.

Обсуждается вопрос о возможном соотношении между солнечными пятнами и атмосферными возмущениями, воспринимаемыми на радиостанциях.

VIII. 18 июня 1919. В краткой речи председательствующий напоминает про истекавшую в тот вечер годовщину радиолaborатории, считая с того дня, когда коллегия Наркомпочтеля утвердила ее первое положение, отмечая при этом выдающуюся работу В. М. Лещинского, руководителя инициативной группы, основавшей радиолaborаторию.

П. А. Остряков делает сообщение: „О приемных рамках“. Докладчик изложил теорию и опыты д'Арманья, имеющие целью объяснить известное свойство этих рамок, а именно, что их площадь должна быть большею при приеме коротких волн и обратно.

Прием на рамке демонстрируется докладчиком, причем обнаруживается ее пеленгаторное действие.

IX. 4 июля 1919. В. К. Лебединский приводит общую картину возможных причин атмосферных возмущений. Обращаясь в частности к местным грозным разрядам, докладчик говорит, что небольшой комиссии, образованной по этому вопросу при радиолaborатории, проф. Нижегород. Госуд. Университета В. А. Власов сообщил подробные статистические сведения как относительно географического распределения гроз на земном шаре (максимумы на сев. берегу Гвинейского залива, Панамском перешейке, Зондском архипелаге) и в частности в России (максимумы, разбросанные оазисами по центральным губерниям), так и относительно распределения их по времени года (максимум в июле) и времени суток (максимум после полдня). Подобные сведения, пока еще очень неполные в метеорологии, должны быть приняты во внимание при выборе места для радиостанций.

М. А. Бонч-Бруевич: „Методы борьбы с мешающими действиями атмосферных шорохов“.

Атмосферные шорохи не позволяют повышать чувствительность приема выше определенного предела, вследствие чего при радиотелеграфировании на большие расстояния приходится пользоваться большими мощностями передатчиков. Рациональная борьба с атмосферными шорохами очень трудна и до сих пор не предложено ни одного метода, который действительно освобождал бы прием от вмешательства атмосферы. Это объясняется отчасти тем, что природа атмосферных шорохов с научной стороны почти не исследована.

Технические попытки, которые делались до настоящего времени для разрешения этого вопроса, и которые отчасти облегчают прием, могут быть разделены на следующие категории.

I. Усовершенствование передатчиков:

- а) применение длинных волн,
- б) применение мало затухающих и незатухающих колебаний,
- в) введение звучащей искры.

II. Усовершенствование приемных цепей:

- а) уменьшение затухания,
- б) многократный резонанс слабо связанных контуров,
- в) гетеродинный метод приема и катодный прерыватель большой частоты,
- г) усилители с резонансом в высокой частоте,
- д) применение длинных антенн,
- е) применение направленных антенн, гониометров и прием на рамки.

III. Усовершенствование телефонных цепей:

- а) механический резонанс низкой частоты (настраиваемая мембрана), настраиваемые механические усилители низкой частоты, воздушные трубчатые резонаторы,
- б) настраивание телефонной цепи путем введения в нее емкости, самоиндукции на звуковой тон принимаемой станции.

IV. Применение особых детекторов более чувствительных к малым амплитудам и менее — к большим:

- а) газовые лампы с двойными перегибами характеристики,
- б) применение последовательного ряда катодных детекторов, усиливающих слабые и детектирующих сильные амплитуды,
- в) получение с помощью комбинированных характеристик детекторов, отвечающих на малые амплитуды.

Практически все эти методы частью недостаточны, частью очень сложны для рядового радиотелеграфиста, и вопрос об освобождении от атмосферных помех в настоящее время является одним из наиболее острых.

х. 18 июля 1919. В. Н. Листов: „О шунтовом методе измерения силы приема“ (напечатано в № 7 „Рад.“). А. П. Катанский: „Об одном интересном случае действия грозового облака на антенну“ (напечатано в выпуске 7 „Рад.“). П. А. Остряков: „Измерение амплитуды (максимальной) изменяющегося тока“ (см. „Рад.“ выпуск 8, стр. 321).

Метод демонстрируется относительными измерениями силы звука, воспринимаемого микрофоном от телефона, устанавливаемого на различных расстояниях, и от силы человеческого голоса.

xi. 1 августа 1919. Г. Р. Попов: „Способ диплексного приема и передачи с одной радиосетью“ (напечатано в выпуске 7 „Рад.“). Доклад вызвал оживленный обмен мнений.

Л. Д. Исаков: „Об измерительном трансформаторе токов высокой частоты“. Докладчик занят постройкой измерительного трансформатора для больших (антенных) токов, который позволял бы измерять эти токи амперметром со шкалою в амперы—т. е. прибором, конструкцию которого в настоящее время можно считать хорошо разработанною. Докладчик стремится сделать трансформатор, коэффициент трансформации которого мог бы быть хорошо предвычислен и оставался бы неизменным при изменении частоты.

Демонстрируется трансформатор с одним и тем же коэффициентом трансформации при 1000 и 20000 периодах.

xii. 16 сентября 1919. М. А. Бонч-Бруевич описывает свой выпрямитель переменного тока до 0,25 амп при напряжении 8000—15000 в с коэффиц. полезн. действия ок. 30%. В докладе был изложен графический расчет выпрямителя, указаны некоторые особенности режима трансформатора, вторичная обмотка которого нагружена через выпрямитель („ТитБп“, № 6, стр. 28).

Доклад сопровождался демонстрациями („Рад.“ № 8, стр. 332).

Л. И. Поливанов в своем докладе предлагает математическую теорию явлений в цепи выпрямителя Бонч-Бруевича. Анализ показывает, что в такой цепи сила тока изменяется то по закону синуса, то по закону экспоненциальной функции.

xiii. 23 октября 1919. М. А. Бонч-Бруевич докладывает о роли сетки в катодном реле („Рад.“ № 7, стр. 220).

Н. А. Никитин излагает статью П. Н. Тверского об электрическом павильоне в Слуцке (Павловске; „Рад.“ № 10, стр. 426).

xiv. 21 ноября 1919. В. К. Лебединский: „О методе балансирования в цепи переменного тока“ („ТиТбп“ № 6, стр. 81).

В. П. Вологдин: „Двигатели для машины высокой частоты“ („ТиТбп“ № 6, стр. 67).

xv. 12 февраля 1920. Н. А. Никитин докладывает о работах В. К. Аркадьева по намагничению ферромагнитных тел (предполагается к напечатанию „ТиТбп“ № 7).

С. И. Шапошников о работе В. И. Романова („Рад.“ № 10, стр. 502).

В. Н. Листов: Об усилителях системы радиолaborатории („Рад.“ № 10, стр. 490).

На всех пятнадцати беседах присутствовало 347 человек.

Х Р О Н И К А.

Алексей Алексеевич Гаврилов †. Семью радиоработников постигла тяжелая утрата в лице Алексея Алексеевича Гаврилова, стоявшего во главе Первой Профессиональной Радиошколы, с момента ее основания (февраль 1919 год) в Москве. А. А. скончался 7-го февраля от сыпного тифа в г. Борисоглебске, куда он выехал по семейным обстоятельствам, пользуясь каникулярным временем по школе.

Среди некоторых радиоработников Москвы и, главным образом, среди лиц причастных к Радиошколе, выражено пожелание организовать собрание в школе, посвященное памяти А. А.

Для составления возможно полной биографии покойного школа просит присылать материалы в виде воспоминаний, заметок и т. д. по адресу: Гороховская ул., 16 (Старая Басманная) г. Москва, Коллегии Радиошколы.

В. Делакроа.

Е. Н. Флорина-Лебединская †. — В ноябре прошлого года в г. Самаре скончалась Ек. Ник. Флорина, бывшая секретарем и корректором „Титбп“ и „Радиотехника“ за московский период издания этих журналов (№№ 1-4). По своей трудоспособности, тщательности работы, по своему образованию — Е. Н. окончила Птгр. Политехнический Институт и специализировалась по радиотехнике — и по своему знанию иностранных языков она принесла большую пользу нашим изданиям. Наиболее крупными переводными работами покойной являются: „Характер атмосферных разрядов и борьба с ними“ Де-Гроота („Рад“ № 6) — статья, пришедшаяся нам как раз кстати, „Количественные измерения в Вашингтоне сигналов германских радиостанций в Науэне и Эйльвезе“ Остина — статья очень важная, как дающая проверку формулы Остина и сообщающая данные о колебаниях в силе приема (ВВРиЭ, стр. 22. 1917), „Очерк развития радиотелеграфа“ Флеминга (там же стр. 49). Флориною был составлен алфавитный указатель за первые четыре выпуска „Рад“ и „Титбп“.

Несколько мелких заметок Е. Н. еще остались ненапечатанными; покойная труженица беседует с нами еще и в текущем выпуске.

В. Лебединский.

Успехи радиотелефонии. — По последним имеющимся сведениям казанская радиостанция, на которой работает А. Т. Углов, слышна уже на Воткинском заводе. За границей О-во Маркони закончило предварительные опыты радиотелефонного сообщения между Англией и Канадой. Радиотелефонная передача нижегородской радиолaborатории (не более 30 ватт в антенне) принималась несколько раз в Симбирске, причем прием производился просто на детектор. Разговор принимался также казанской станцией.

2 марта ок. часа дня впервые московская радиостанция приняла разговор с Науэна (1500 клм); был принят отрывок из сочинения А. П. Чехова на русском языке. В науэнской антенне ток был величиною 26 амп.

11-го января н. г. от радиолaborатории была составлена комиссия во главе с И. А. Леонтьевым для обследования радиотелефонного разговора по системе Мих. Алекс. Бонч-Бруевича. Была избрана станция Морского Ведомства

на Похвалинской ул. (в 4-х верстах от радиолaborатории), для чего накануне была послана начальнику этой станции радиотелефонограмма относительно прихода комиссии.

День и вечер 11-го января были пасмурными (туман). Предполагали, что это повлияет на передачу. С одной стороны это было неприятно, с другой—интересно было „испытывать схему“ при неблагоприятных условиях.

В 10 часов вечера, по местному времени, началась передача. Работали попеременно на двух волнах: 1200 метров и 2500 метров при мощности 25 ватт в антенне отправительной станции. Сначала передавался обыкновенный разговор (чтение по книге), пение и свист; затем трудно передающиеся по „обыкновенному телефону“ слова с шипящими буквами: „Щи и каша, пища наша“.

Сила приема колебалась от 60-360 мм.

Дикция передачи была превосходная (несравненно лучше и чище передачи проволочного телефона), даже и при последнем испытании с шипящими буквами.

Интересно отметить наблюдавшееся при этом „электрическое эхо“ (примерно через $\frac{1}{8}$ сек после произношения слова). Есть основание предположить, что это—следствие огибания волн земной поверхности. Т. о. радиолaborаторию по ее радиотелефону слышала не только станция Мор-Вед, но..... и весь мир, если это будет не слишком „громко“ сказано. По смелому соображению т. Г., может быть, Маркони принял нашу речь за сигналы с Марса.

Пожелаем же дальнейших успехов Мих. Алекс. и всем работающим в области радиотелефонии. Дай Бог, чтобы заветная мечта его „говорящей уличной газеты“ осуществилась также быстро, как и повторения звуков на радиостанции.

В. Н. Л.

Популярные лекции - в аудитории Радиолaborатории, о которых сообщалось на стр. 392, были повторены по той же программе и при том же составе участников 24 и 27 января для различных организаций г. Нижнего Новгорода. На обоих повторениях присутствовало более 300 человек. Оба раза аудитория была переполнена.

Б И Б Л И О Г Р А Ф И Я.

Известия физического института при Моск. Научном Институте. Под редакцией П. П. Лазарева. Т. I. Вып. 1. Москва 1919. 35 стр. Цена 30 рб.

Этот первый выпуск включает в себе двенадцать статей, из которых 7 академика П. П. Лазарева. Для нас наиболее близки по содержанию три последних статьи; к сожалению, они слишком кратки (все 12 статей выпуска расположены на 25 страницах), что весьма затрудняет читателя. С. Вавилов („Частота нагруженной антенны“) касается весьма важного вопроса о предвычислении периода антенны с включенными у ее основания емкостью и самоиндукцией. Вас. Шулейкин („Об одном виде разряда на поверхности изолятора“) связывает критическое напряжение, пробивающее слой окисла на алюминиевом аноде, с законом адсорбции на поверхности твердых диэлектриков. Тот же автор во второй своей статье замечает о возможности применить теорию искры Ф. Н. Шведова к случаю движения электронов в неравномерном поле.

Руководства по физике, издаваемые под общей редакцией российской ассоциации физиков М. и С. Сабашниковыми. Лекции по молекулярной физике с 60 рис. проф. Птг Полит. Инст. А. Ф. Иоффе. Птг. 1919. 215 стр.

Большое удовлетворение, можно сказать, наслаждение должна доставить эта книга А. Ф. Иоффе интересующемуся физикой. Современная физика по внешности походит на древнюю науку: как там все было объясняемо, все вытекало из начальных положений, так же и теперь; внутренние они различны: там основоположения были наитием, здесь — вытекают из опыта; там весь рассказ шел больше о воображаемом, теперь — о том, что мы знаем, в чем мы глубоко убеждены из обычного жизненного опыта.

Но это — „все объясняется“ должно произвести впечатление откровения. Перед читателем раскрывается, почему тела расширяются при нагревании, что такое атом, кристаллизация, остаточная деформация, почему теплоемкость так капризно зависит от температуры; сюда же для подкрепле-

ния привлекается неисчислимо количество фактов из тех областей физики, которые прямо к „молекулярной физике“ и не относятся. Над всем витает новейшая гипотеза квантов.

Как истинный ученый, А. Ф. Иоффе не упускает из виду упомянуть про возможность объяснить то или другое и по не столь новому методу (напр. стр. 194).

Изложение содержания книги необыкновенно искусное. Читатель иногда даже не замечает, какие трудности ему удается превзойти. В этом отношении из книги Иоффе много может почерпнуть и самый сведущий физик.

Автор как будто не предполагает в читателе значительной подготовки по физике (объясняются элементы из механики), но для понимания его книги требуется не малое развитие.

Изложение ведется почти в форме рассказа. Точные формулы появляются, как заключительные фразы; формулы по большей части не выходят из пределов элементарной математики, хотя для могущих понять в немногих местах предлагаются без доказательств и выражения из высшего анализа.

Дух физической науки последнего десятка лет нашел себе в сочинении проф. Иоффе яркое и верное выражение.

В. Л.

Новые популярные книги по физике.

В № 9 нашего журнала редакцией была подчеркнута необходимость большего числа популярных статей Радиотехника—большой популяризации издания. Журнал может идти навстречу стремлению к популярной литературе еще и иными способами. Ниже приводятся указания на вышедшие недавно популярные книжки по разным вопросам физической науки. В редакции не имеется книжного склада; с требованиями книг следует обращаться в местные просветительные учреждения.

„Научно-Популярная Библиотека“.

1. А. К. Тимирязев. *Что такое физика и какую пользу приносят физические инструменты.* М. 1919 г. с 14-ю рис., стр. 68. Ц. 3, 15 р. Изд. Лит.-Изд. Отд. Наркомпроса.

Основная мысль книжки та, что всякие, даже кажущиеся ненужными с первого взгляда, физические инструменты и приборы ведут к великим техническим завоеваниям на пользу человечества и к „расширению наших чувств“.

Эта мысль позволяет автору привести много интересного материала в „примерах“ из различных отделов физики. Так автор говорит об электрических термометрах, излагая попутно принципы устройства термоэлемента и гальванометра с зеркальной шкалой, о телефоне; рассмотрено много приборов, служащих для обнаруживания „невидимых лучей“ и их использования (фотография, трубка Рентгена и т. д.). Достаточно понятно и полно из простых рассуждений, изложены такие сравнительно трудные отделы, как атомная теория, определение веса атомов и т. д.

Много места в книжке уделено теории физических явлений; подробно и толково изложено учение об их границах, классификации, одной и той же природе при всем кажущимся разнообразии.

Книжка несомненно прочтется с интересом даже после пространного учебника физики: автор не чуждается обобщений, новых горизонтов науки; материал в книге свежий, близкий к жизни.

Жаль только, что в „примеры“ почти совсем не попали завоевания электротехники; это можно было бы сделать, согласуясь с общей идеей книги, хотя бы в зачет, напр., изложения зависимости между фокусным расстоянием и местоположением предмета, а также относительности величины полученного изображения к величине самого предмета (стр. 43—47).

Язык книжки всюду выдержан.

Его же. *О свете, цветах и радуге.* М. 1919. Стр. 66, 22 рис. и цветн. табл. спектров. Ц. 2, 40 р. Изд. Лит.-Изд. Отд. Наркомпроса.

Рассматриваемая книжка представляет собою довольно подробное описание некоторых явлений из области света, связанных изложением в общих чертах учения об нем.

Так автор подробно говорит о дисперсии, спектре, спектральном анализе, смещении линий в спектре; волнообразная теория света и явление резонанса (гл. III) развиты красиво, содержательно и вполне популярно.

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ.

В № 4 журнала „Радиотехник“ помещено описание машины высокой частоты типа Александерсена. Для показательных целей (при школе) мне хотелось бы рассчитать и, быть может, выстроить подобную машину на небольшую мощность. В связи с этим я просил бы сообщить, какое и где можно найти руководство для расчета дисков равной прочности.

П. Л.

Для расчета быстровращающихся дисков и дисков равного сопротивления, каковыми являются роторы машин большой частоты, можно указать, как на основное сочинение по этому вопросу, на книгу Stodola, Die Dampfturbinen, 4 изд. 1910 г. стр. 248. Очень удобны для расчета таблицы, помещенные в книжке Donat'a: Die Berechnung rotierenden Scheiben und Ringe. 1912 г., которые мы особенно рекомендуем для практического применения. Далее, основания расчета можно найти в курсе сопротивления материалов проф. С. П. Тимошенко, 3-е изд. 1916 г. стр. 396, где можно найти и дальнейшую литературу по этому вопросу.

В. П. В.

С М Е С Ь.

Искровой передатчик незатухающих волн.— В 1916 г. в С.-А. Соед. Шт. Фессенден взял патент на передатчик для беспроводного телеграфа, схема которого изображена на черт. 1 (стр. 531). Высоковольтная машина постоянного тока *A* заряжает через сопротивление или самоиндукцию *C* наружные обкладки конденсаторной батареи *B*. *B* разряжается через колебательный контур, состоящий из переменных самоиндукций *D* и *E* и вращающегося разрядника *F*. Устройство последнего следующее: на незначительном расстоянии от неподвижного электрода находится второй электрод, представляющий из себя вращающийся диск. Скорость вращения его такова, что относительная скорость двух точек, между

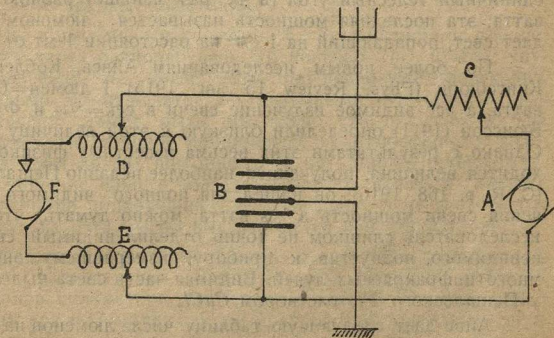
которыми происходит разряд, равна приблизительно $20 \frac{\text{кЛМ}}{\text{мин}}$.

Устройство разрядника может быть и иным; напр. могут быть два вращающихся диска или другое механическое приспособление, работающее с большой быстротой и там препятствующее образованию дуги В такой установке, как показывает подсчет, возникает длящийся и правильный разряд, т. е. получается практически незатухающие волны большой мощности.

ETZ, N. 18, 1918.

Фотоэлектрическая чувствительность различных веществ (Кобленц и Эмерсон).—Статья заключает в себе результаты тех исследований, которые касаются определения возрастания электропроводности различных веществ под влиянием света, а также способности их терять отрицательный заряд при помещении в вакуум, тоже под действием света.

Оказалось, что, кроме особенно замечательного в этом отношении селена, серая сурьмяная руда, сернистое серебро и некоторые др. соединения, будучи подвергнуты действию света, показывают повышение электропроводности; другие же—теллур, висмутовый блеск, сплав сернистого серебра и сурьмы—не меняют своих свойств.



Что касается способности разряжаться, то обнаружено, что чистый галлий, сера почти не теряют своего отрицательного заряда под влиянием света.

El. World, nov. 3, 1917.

„Люцero“ представляет из себя сплав меди и никкеля, заменяющий т. наз. немецкое серебро и хорошо выносящий высокую температуру.

Этот сплав не содержит цинка и весьма пригоден для изготовления реостатов, вагонных грелок и т. под.

Его удельное сопротивление равно 290 ом на тысячу фут (т. е. 48 м. ом на дюйм), а температурный коэффициент ок. 0,002.

El. World, dec. 15, 1917.

Механический эквивалент излучения.— На стр. 380 были приведены данные для определения в ваттах световой (видимой) мощности, т. е. энергии за каждую секунду, выделяемой одною нормальною свечью, пригл. равною по своей силе света пятериковой стеариновой свече. Из этих данных мощность свечи получается в 0,1 ватта, а мощность ее на единичный телесный угол (в 4π раз меньше) равною 0,008 ватта; эта последняя мощность называется „люменом“, она дает свет, попадающий на 1 см^2 на расстоянии 1 мт от свечи.

По более новым исследованиям Айвса, Коблентца и Кингсбюри (*Phys. Review* 15 авг. 1915) 1 люмен=0,00162 ватта, а все видимое излучение свечи в сек= $\frac{1}{49}$ в. Фабри и Бюиссон (1911) определили близкую к этой величину $\frac{1}{55}$ в. Однако с результатами этих весьма известных физиков расходится величина, полученная наиболее недавно Пещальским (*C. R.* р. 168. 1916); он нашел для полного видимого излучения свечи мощность в $\frac{1}{18}$ ватта; можно думать, что этот исследователь слишком не точно отделил видимый свет от невидимого, подпустив к прибору, измерявшему энергию, много инфракрасных лучей. Видимая часть света выделялась у Пещальского 2% раствором CuCl_2 .

Айвс дает следующую таблицу числа люменов на 1 ватт у различных источников света и легко выводимую отсюда

световую отдачу, если считать за действительный мех. эквивалент люмена 0,00162 ватта.

	Люм. на ватт.	Отдача в %.
Керосиновая лампа	0,26	0,04
Горелка Ауэра (низк. давл.) .	1,2	0,19
Угольная лампа накаливания	2,6	0,42
Муровская лампа (азот.) . . .	5,21	0,85
Вольфрамовая лампа накал.	8,0	1,30
Угольная дуга	11,8	1,9
Пламенная дуга	31,4	5,1
Ртутная кварцевая лампа . . .	42,00	6,8

Сообщение с планетами.— В газете появилось известие, что парижская академия наук объявила премию в миллион франков (ок. 300 миллионов рублей на наш современный масштаб). По прежнему, за большое дело обещаются большие деньги. Мы совершенно не знаем, имеет ли теперь западная наука новые данные для надежды на осуществление этой не новой мечты полу-астрономической, полу-общечеловеческой; парижская академия часто шла вперед своею строгою мыслью: ею были признаны неподлежащими рассмотрению все изобретения *perpetuum mobile* еще в 1775 году; несомненно, что и теперь у ее передовых мыслителей явились какие либо твердые основания.

Мы полагаем, что сношение с другими мирами предполагается через радиопередачу. И, конечно, не нужно упускать из виду, что, может быть, оно давно уже происходит, не людьми Земли начатое, но разумными существами других планет; может быть мы давно уже получаем от них упорную сигнализацию, принимая ее за „атмосферные“ явления, не умея до сих пор понять ее не—Земное происхождение. Сношение наше с планетами может начаться именно, как открытие приходящих к нам сигналов, а не способа отправлять их. Эта мысль высказывается и в зап. Европе.

Напомним некоторые данные, относящиеся к этой новой области радиотехники. Расстояние от Марса до земли 78 миллионов километров, от Венеры до земли 40 милл. клм и от Юпитера 627 милл. клм во времена наибольшей близости этих планет.

Литература к статье П. Н. Тверского (стр. 426).

A. Gockel. Die Lufterlektrizität. Leipzig 1908.

A. Mache und E. v. Schweidler. Die atmosphärische Elektrizität. Braunschweig 1909.

K. Kähler. Lufterlektrizität. Berlin und Leipzig 1913.

В. Н. Оболенский. Обзор современного состояния учения об атмосферном электричестве, Геоф. Сб. Т. 1 вып. 3, 1914.

К вопросу о скоростях ионов в электрическом поле.—

В статье „Ионный вентиль“, помещенной на стр. 139 в № 7 „Радиотехника“, приводится величина скорости электрона, движущегося в силовом электрическом поле от одной точки к другой, причем разность потенциалов между ними равна V вольт. Скорость электрона u определяется по формуле:

$$u = \sqrt{2 V e : m},$$

где $e : m$ — отношение заряда электрона к его массе, равное $1,77 \cdot 10^7$, „если e и m измерены в электромагнитных единицах (и, соответственно, в граммах)“. Принимая $V = 1$ вольту, автор находит, что u достигнет в этом случае значения $6000 \frac{\text{см}}{\text{сек}}$ или около $200 \frac{\text{килом}}{\text{час}}$.

Действительно, если внести в подкоренное выражение вместо V единицу и вместо $e : m$ величину $1,77 \cdot 10^7$, то получится приблизительно 6000. Однако, как это было указано редакцией нашего журнала, произведенное вычисление неверно: если отношение $e : m$ было выражено в эл.-магн. (разумеется CGS, ибо только в эту систему можно вводить грамм-массу) единицах, как было указано выше, то и разность потенциалов также должна быть выражена в единицах CGS эл.-магн. Вольт же есть единица разности потенциалов в практической системе электрических единиц, поэтому, желая выражать разность потенциалов в вольтах, следовало бы и заряд электрона выражать не в CGS электромагнитных единицах, как это сделано в данном случае, а тоже в практических, т. е. в кулонах. Придерживаясь, таким образом какой либо одной системы единиц, легко вычислить истин-

ное значение этой скорости u , которое значительно разнится от приведенного выше.

Оставляя e в отношении $e : m$ выраженным в эл.-магн. CGS единицах, следует вместо V вставить, если разность потенциалов равна 1 вольту, не единицу, а величину в 10^8 раз большую. Причина этого лежит в том, что, как известно,

$$1 \text{ вольт} = 10^8 \text{ CGS электро-магн. едн.}$$

Делая эту подстановку в формулу, находим

$$u = \sqrt{2 \cdot 1,77 \cdot 10^7 \cdot 10^8} = 6 \cdot 10^7 \frac{\text{см}}{\text{сек}}$$

Таким образом скорость электронов оказывается в 10000 раз больше, и если выражать ее в километрах, то она будет равна приблизительно 2 миллионам $\frac{\text{килом}}{\text{час}}$.

Приблизительно такого же порядка начальные скорости электронов, наблюдаемые при фотоэлектрическом эффекте; там их величина колеблется в пределах от $6 \cdot 10^7$ до $10 \cdot 10^7 \frac{\text{см}}{\text{сек}}$, что соответствует приблизительно нескольким вольтам. Этот способ выражать скорости электронов не в линейной мере, а именно в вольтах все более и более входит в настоящее время в употребление в тех областях физики, где приходится иметь дело с быстро движущимися ионами.

Н. Н.

Исправление.

№ 10. Стр. 449, строка 18 снизу напечатано черт. 6, должно быть черт. 7.

Корректуру держал Л. И. Кустов.

Чертежи исполнены К. Т. Гурьевым и отпечатаны в литографии б. Федотова.

Печатание „Радиотехника“ № 10 закончено 13 марта 1920 г.

Редактор: В. ЛЕБЕДИНСКИЙ.

Содержание „Радиотехника“ №№ 5—10.

ВЫПУСК 5-й.

	Стр.
Двигатель 30000 оборотов. <i>В. П. Вологодина</i>	4
Обзор деятельности Радиосовета	13
Краткий отчет совещания при ВРС по вопросу об устройстве радиосети Республики	16
Расчет мощности радиостанции в Красноярске для связи с Владивостоком и Москвой. <i>А. Савельева</i>	30
Успехи радиотелеграфии и радиотелефонии за 1915 г. <i>Аорк</i>	40

ВЫПУСК 6-й.

Превращение формулы	49
К вопросу о расчете мощности радиостанций сибирской магистрали. <i>С. М. Айзенштейна</i>	52
Об установке и подеме деревянных мачт. <i>А. Грамматчикова</i>	67
Формула Остина. <i>П. Б.</i>	74
О сигналах времени. <i>А. Дикорева</i>	79
К вопросу об организации наблюдений за атмосферными разрядами. <i>В. Делаacroa</i>	92
Характер атмосферных разрядов и борьба с ними <i>К. Де-Гроота</i>	94
Описание главнейших радиоизмерений. <i>И. Глянeрта</i>	108
Безиндукционный реостат. <i>Ф. Филиппова</i>	116
Машина большой частоты. <i>Валентина Вологодина</i>	118

ВЫПУСК 7-й.

Ионный вентиль по <i>В. Иклзу</i>	136
О наполненных аргонoм выпрямителях тока с нагретым катодом. <i>Дж. С. Мейкл</i>	159
Изготовление, способы установки, выбор места и расчет деревянных мачт. <i>Инж. Н. М. Чижикова</i>	172
О шунтовом методе измерения силы приема. <i>Вл. Листова</i>	199
Применение двойного конденсатора в мосте для измерения мал. емкостей. <i>Н. Циклинского</i>	204

Способ одновременной работы несколькими радиостан- циями при одной антенне. <i>Г. Р. Попова</i>	209
Из наблюдений над атмосф. электричеством <i>А. Катанского</i>	210
Солнечные пятна. <i>В. Л.</i>	218
Основания технического расчета пустотных катодных релэ малой мощности. <i>М. А. Бонч-Бруевича</i>	220
Научно-техн. беседы в Радиолaborатории	241
Потребность в радиоспец. высшей подготовки. <i>Н. С. К.</i>	244

ВЫПУСК 8-й

Владимир Михайлович Лещинский †.	253
История радиотелеграфии	255
Изобретение радиотелеграфа в России. <i>П. Н. Рыбкина</i>	256
Направляемый радиоприем. <i>В. И. Баженова</i>	283
Железная двухрешетчатая мачта для радиостанций. <i>Н. М. Чижикова</i>	302
О приеме незатухающих колебаний с помощью усили- теля 3-тер. <i>Н. Луценко</i>	315
Некоторые особенности в работе генератора незатухаю- щих колеб. с термоионными лампами. <i>С. Н. Ржевкина</i>	317
Приемная радиостанция в поезде. <i>В. Делаacroa</i>	318
Метод измер. максим. амплитуд напряжения в электрич. цепях. <i>М. А. Бонч-Бруевича</i>	321
Отчет о деятельности РОРИ с 31-го марта 1918 года до 22-го марта 1919 года	324

ВЫПУСК 9-й.

Направляемый радиоприем (продолж.) <i>В. И. Баженова</i>	343
Величина „связи“ замкнутого и открытого контуров в Детско-Сельской мощной радиостанции <i>В. Делаacroa</i>	357
К вопросу о предохранении от токов высокой частоты. <i>Л. Т.</i>	360
Радиостанция с водяной антенной. <i>Н. М. Чижикова</i>	364
Отдача энергии некоторыми источниками звука и света. <i>Н. А. Никитина</i>	369

По поводу статьи В. Делаacroa (стр. 357). <i>А. Ф. Шорина</i>	385
Ионы, электроны, термионы. <i>В. Делаacroa</i>	387
К проекту организации наблюдений за электромагнитными волнами на приемных радиостанциях Наркомсвязи. <i>В. Э. Делаacroa</i>	395
Материалы к проекту инструкции к организации наблюдений за силой приема и звуками паразитных волн на радиостанциях	406

ВЫПУСК 10-й.

Радиотелефон. <i>В. Лебединского</i>	418
Электрический павильон Константиновской Обсерватории в Павловске. <i>П. Тверского</i>	426
Исследование д'Арманья свойств приемных рамок <i>В. Лебединского</i>	440
Электронное релэ. <i>Е. Свирского и В. Хащинского</i>	451
Характерные черты авиационного радиотелеграфа <i>Л. И. Сапелькова</i>	475
Усилитель токов высокой частоты. <i>Вл. Листова</i>	490
Материалы к вопросу об установках приемных радиостанций. <i>В. Делаacroa</i>	496
Работа В. И. Романова: „О методе получения и о затухании коротких электрических волн в проволоке“. <i>Ш.</i>	502
Из очень давнего прошлого.	512
О коэффициентах формулы Ричардсона. <i>Н. Никитин</i>	514
Научно-технические беседы в Радиолaborатории с Мастерской	518

УКАЗАТЕЛЬ

по авторам статей, помещенных в „Радиотехнике“
в №№ 5-10.

.....

- | | |
|--|--|
| Айзенштейн, С. М. К вопросу о расчете мощности радиостанций Сибирской магистрали. 52. | Глянерт, П. Описание главнейших радиоизмерений. 108. |
| Баженов, В. И. Направляемый радиоприм. 283, 343, 393, 394. | Грамматчиков, А. С. Об устройстве и подеме деревянных мачт. 67. |
| — Отчет о деятельности Российского О-ва радиоинженеров (РОРИ). 321. | Де-Гроот, К. Характер атмосферных разрядов и борьба с ними (перевод Е. Флориной-Лебединской). 94. |
| Беликов, П. Н. Редакционный Комитет. 42. | Делакроа, В. Э. Алексей Алексеевич Гаврилов (некролог). 524. |
| — Формула Остина. 74, 252. | — Величина связи замкнутого и открытого контуров Детскосельской Радиостанции. 357. |
| Бонч-Бруевич, М. А. Метод измерения максимальных амплитуд напряжения в электрических цепях. 321. | — Ионный вентиль по В. Икль'у. 136, 252, 341. |
| — Новые катодные реле. 124. | — Ионы, электроны, термионы, (по поводу статьи Д-ра Икль'а: „Ионный вентиль“). 387. |
| — Основания технического расчета пустотных катодных реле малой мощности. 220, 252, 341. | — К вопросу об организации наблюдений за атмосферными разрядами. 92. |
| — По поводу заметки на странице 47 „Радиотехника“ № 5. 129. | — К проекту организации наблюдений за электромагнитными волнами на приемных радиостанциях Наркомсвязи. 395, 414. |
| — Радиолaborатория с Мастерской в Нижнем-Новгороде. 43. 130. | — Матерьялы к вопросу об установках приемных радиостанций. 496. |
| Бонч-Бруевич, М. А. и Лебединский, В. К. Владимир Михайлович Лещинский (некролог). 253, 343. | — Приемная радиостанция в поезде. 318. |
| — Научно-технические беседы в Радиолaborатории с Мастерской. 241, 518. | — Успехи радиотелеграфии и радиотелефонии за 1915 г. 40. |
| Вологдин, В. П. Двигатель 30000 оборотов. 4. | — Трикоза. Краткий теоретический курс искровой телеграфии (библ.). 46. |
| — Евгений Александрович Леонтьев (некролог). 331. | Дикорев, А. О сигналах времени. 79, 130. |
| — Машины большой частоты. 118. | Е. Т. З. Искровой передатчик неза-
тухающих волн (перевод Флориной-Лебединской). 530. |
| — Письмо в редакцию. 530. | Исаков, Л. Д. и Лебединский, В. К. Л. Муравьев, график передачи и приема по радио (библ.). 250. |
| — Янсон, А. А. (памяти его). 41. | |
| — Янсон, А. А. (некролог). 42. | |
| Ворльд, Е. Фотоэлектрическая чувствительность различных веществ. 531. | |
| Гензель, И. М. Обзор деятельности Радиосовета по 1 января 1919 г. 13. | |

- Исаков, Л. Д. О точности волномеров (библ.). 128.
- Катанский, А. П. Из наблюдений над атмосферным электричеством. 210, 252.
- Красин. Краткий отчет совещания представителей науки и специалистов по радиотехнике при Высшем Радиотехническом Совете по вопросу об устройстве радиосети Республики. 16.
- Кувшинов, А. Заметка о французском усилителе. 47.
- Кузьмин, Н. С. Потребность в радиоспециалистах высшей подготовки и проект организации высшего радиотехнического факультета. 244.
- Лебединский, А. В. Новые популярные книги (библ.). 528.
- Что такое физика. А. К. Тимирязев (библ.). 528.
- О свете, цветах и радуге (библ.). 529.
- Лебединский, В. К. Беспроволочный телефон. 48.
- В. И. Лебедев. Очерки по истории точных наук (библ.). 339.
- Г. Рейн. Учебник беспроводной телеграфии (библ.). 125.
- Известия физического института (библ.). 527.
- Изготовление инвара. 124.
- Измерение силы приема. 131.
- Из очень давнего прошлого. 512.
- Исследование д'Арманы свойств приемных рамок. 440.
- История радиотелеграфии. 255.
- Лекции по молекулярной физике (библ.). 527.
- Л. П. Муравьев. Курс радиотелеграфного дела (библ.). 125.
- Н. Г. Егоров (некролог). 329.
- Льюис Уинслоу Остин. 125.
- Механический эквивалент излучения. 532.
- Наша типография. 249.
- Незатухающие колебания. 2.
- Новый прибор. 124.
- О работах по беспроводному телефонированию в России и за границей. 417.
- От Редакции. 1, 49, 250, 320, 332, 392, 415, 416, 417.
- Превращение формулы Остина. 49.
- Радиолaborатория с Мастерской в Нижнем-Новгороде. 328.
- Радиотелефон. 418.
- Р. Д. Бангей. Элементарные основы беспроводной телеграфии (библ.). 338.
- Свое и заимствованное. 134.
- Солнечные пятна. 218.
- Соединение с планетами. 533.
- Способ начертания электрических схем. 135.
- Статьи по радиотелеграфии. 126.
- Термионы. 131.
- Флорина-Лебединская, Е. Н. (некролог). 525.
- Лебединский, В. К. и Бонч-Бруевич, М. А. Владимир Михайлович Лещинский. 253, 343.
- Научно технические беседы в Радиолaborатории с Мастерской. 241, 518.
- Лебединский, В. К. и Исаков, Л. Д. Л. Муравьев. График передачи и приема по радио (библ.). 250.
- Лещинский, В. М. Радиолaborатория с Мастерской в Нижнем-Новгороде. 123.
- Листов, В. Н. О шунтовом методе измерения силы приема. 199, 341.
- Усилитель для токов высокой частоты. 490.
- Успехи радиотелефонии. 525.
- Луценко, Н. О приеме незатухающих колебаний с помощью усилителя 3-тер. 315.
- Мейкл, Дж. Стенли. О наполненных аргоном выпрямителях тока с нагретым катодом (перевод инж. Богданова). 159.
- Никитин, Н. А. К вопросу о скоростях ионов в электрическом поле. 534.
- О коэффициентах формулы Ричардсона. 514.
- Отдача энергии некоторыми источниками звука и света. 369, 394.
- Попов, Г. Р. Способ одновременной работы несколькими радиостанциями при общей антенне. 209.

- П. Л. Письмо в редакцию журнала „Радиотехник“. 530.
- Ржевский, С. Н. Некоторые особенности в работе с генератором незатухающих колебаний с термоионными лампами. 317.
- Рейнхольд, А. Дуга в эфире (перевод Флориной-Лебединской). 116.
- Рыбкин, П. Н. Изобретение радиотелеграфа в России. 256.
- Савельев, А. А. Расчет мощности Радиостанции в Красноярске, для связи с Владивостоком и Москвой. 30.
- Сила тока в приемной антенне. 39.
- Справка относительно антенн мощных станций. 38.
- Сапаров, На Казанской радиостанции. 48.
- Сапельков, Л. И. Характерные черты авиационного радиотелеграфа. 475.
- Свирский, Е. А. и Хашинский, В. П. Электронные реле. 451.
- Тверской, П. Электрический павильон Константиновской обсерватории в Павловске. 426, 534.
- Т. Л. К вопросу о предохранении от токов высокой частоты. 360.
- Уитмор, Л. Е. Измерение силы радиосигналов (перевод Флориной-Лебединской). 251.
- Филиппов, Ф. Безиндукционный реостат. 116.
- Флорина-Лебединская. Статистика радиостанций в Соединенных Штатах Северной Америки (перевод). 130.
- Хашинский, В. П. и Свирский, Е. А. Электронные реле. 451.
- Циклинский, Н. Н. Возбуждение катодного потока. 248.
- Петроградское отделение РОРИ. 247.
- Применение сдвоенного конденсатора в мосте для измерения малых емкостей. 204.
- Чижиков, Н. М. Железная двухрешетчатая мачта для радиостанций. 302, 341.
- Изготовление, способы установки, выбор места для установки и расчет деревянных мачт для радиостанций. 172.
- Радиостанция с водяной антенной. 364.
- Шапошиков, С. И. О катодном выпрямителе М. А. Бонч-Бруевича. 332.
- О применении детекторов в проволочной телеграфии и телефонии (из журнала железно-дорожная техника и экономика). 340.
- Работа В. И. Романова: „О методе получения и о затухании коротких электрических волн в проводниках“.
- Шорин, А. Ф. По поводу статьи В. Делакроа: „Величина связи замкнутого и открытого контуров Детскоельской мощной радиостанции“. 385.
- Радиоработа быстродействующими и буквопечатающими аппаратами. 45.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

содержания журнала „Радиотехник“ №№ 5—10.

- Абсолютное определение длины волны. 507.
- Алексей Алексеевич Гаврилов (некролог) В. Делакроа. 524.
- Анод. 137, 452.
- Антенна. 440.
- авиационная. 476, 486.
 - водяная. 364.
 - горизонтальная. 288.
 - Г-образная. 288, 296.
 - для незатухающих колебаний. 2.
 - замкнутая. 288.
 - земляная. 481.
 - комбинированная. 288.
 - мощных станций. 38.
 - ориентированная. 288, 289.
- Атмосферное электричество. 426.
- Атмосферные разряды. 64, 94.
- и их ослабление. 286.
 - шумы в антенне. 210.
- Аудитория Радиолaborатории. 392.
- Бангей. Элементарные основы беспроволочной телеграфии (библ.). В. К. Лебединский. 338.
- Беспроволочный телефон. В. К. Лебединский. 48.
- Безиндукционный реостат. Ф. Филиппов. 116.
- Библиография. 46, 125, 250, 338, 527.
- Биения. 156.
- Бранли: его трубка. 256.
- Величина связи замкнутого и открытого контуров Детскойсельской Радиостанции. В. Э. Делакроа. 357.
- Вентиль—генератор незатухающих колебаний. 146.
- Вентиль ионный. 136.
- Флеминга. 143, 453.
- Вентильные контура для приема. 151.
- Вибратор Колли. 503, 505.
- Водяной коллектор. 416, 427.
- Возбуждение катодного потока. 248.
- Волна поверхностная. 33.
- Волны электромагнитные. 3, 440.
- Вопросы и ответы. 47, 129, 530.
- Выбор места для радиостанции. 186.
- Выпрямители тока. 159, 332.
- Выпрямители катодные. 332.
- Гаврилов, А. А. (некролог). 524.
- Газовые реле. 464.
- Генератор незатухающих колебаний. 146, 469.
- Гейфнер Альтенек: его лампы. 374.
- Градиент. 143.
- Градуировка отправителя. 110.
- приемника. 112.
- График передачи и приема. 250.
- Грозоотметчик А. С. Попова. 257, 262.

- Двигатель 30000 оборотов В. П. Вологодина. 4.
- Детектор вентильный (реле). 151, 457, 463, 465.
- Детектор в проволочной телеграфии и телефонии. 340.
- Детекторы кристаллические и их исследование. 243.
- Дикман: клетка для защиты антенны. 102.
- Дуга в эфире. Рейнхольд А. 129.
- Дуплекс — радиотелеграфия. 286.
- Егоров, Н. Г. (некролог). В. К. Лебединский. 329.
- Железная двухрешетчатая мачта для радиостанций. И. М. Чижигов. 302.
- Заметка о французском усилителе. А. Кувшинов. 47.
- Затруднения при передаче речи по радиотелефону. 422.
- Зоммерфельд: его формула. 31.
- Идея радиотелефона. 421.
- Избирательный прием. 285.
- Известия физического института (библ.). 527.
- Изготовление деревянных мачт. 173.
- Изготовление инвара. 124.
- Изготовление, способы установки, выбор места для установки и расчет деревянных мачт для радиостанций. Н. М. Чижигов. 172.
- Излучение электромагнитных волн. 242.
- Измерение логарифмического декремента. 508.
- Измерение малых емкостей. 204.
- Измерение потенциала атмосферного электричества. 427.
- Измерение силы приема. 131, 199.
- Измерение радиосигналов. А. Е. Уитмор. 251.
- Из наблюдений над атмосферным электричеством. А. П. Катанский. 210.
- Изобретение радиотелеграфа в России. П. Н. Рыбкин. 256.
- Из очень далекого прошлого. В. К. Лебединский. 512.
- Ион. 136, 389, 432, 452, 534.
- Ионный вентиль по Иклз'у. В. Делаacroa. 136.
- Ионы, электроны и термионы (по поводу статьи д-ра Иклз'а). В. Делаacroa. 387.
- Искровой передатчик неза-
тухающих волн. 530.
- Исправления. 130, 252, 341, 394.
- Исследов. д'Арманья свойств приемных рамок. В. К. Лебединский. 440.
- Исследования кристаллических детекторов. 243.
- История радиотелеграфа. В. К. Лебединский. 255.
- Катод. 137, 452.
- Катодное реле. 124, 220, 451, 464.
- Катодный выпрямитель. 332.
- Катодное реле — детектор. 465, 457, 463.
- К вопросу об организации наблюдений за атмосферными разрядами. В. Делаacroa. 92.

- К вопросу о предохранении от токов высокой частоты. Л. Т. 360.
- К вопросу о расчете мощности радиостанций сибирской магистрали. С. М. Айзентштейн. 52.
- К вопросу о скоростях ионов в электрическом поле. Н. А. Никитин. 534.
- Классификация и борьба с атмосферными разрядами. 98.
- Классификация разрядов по их электрическим свойствам и происхождению. 100.
- Клетка Дикмана. 102.
- Колебания незатухающие. 2, 315, 317.
- Коллектор водяной. 416, 427.
- радиоактивный (иониевый). 427.
- Комитет редакционный. 42, 329.
- Коэффициенты к формуле Ричардсона. 514.
- Коэффициент полезного действия радиостанций с вольтовой дугой. 37.
- Коэффициент поправочный в формуле Остина. 34.
- К проекту организации наблюдений за электромагнитными волнами на приемных радиостанциях Наркомсвязи. В. Э. Делакроа. 395.
- Краткий отчет совещания представителей науки и специалистов по радиотехнике при Высшем Радиотехническом Совете по вопросу об устройстве радиосети Республики. Кра- син. 16.
- Краткий теоретический курс искровой телеграфии в популярном изложении. Трикоза. В. Делакроа. 46.
- Лабораторные опыты А. С. Попова в 1895—6 г. 257.
- Лаваль: его турбина. 4.
- Лампа Гефнер-Альтенека. 374.
- Лангмюр: его формула силы тока от катода к аноду. 142.
- Лебедев, П. Н. 502.
- Лекции по молекулярной физике. А. Ф. Иоффе (библ.). 527.
- Леонтьев Евг. Ал. (некролог). В. П. Вологдин. 331.
- Лещинский В. М. (некролог). В. К. Лебединского и М. А. Бонч-Бруевича. 253.
- Литературные источники по направляющему действию действия антенны. 357.
- Лучи α , β , γ . 142, 434.
- Люцери. 532.
- Магнитное поле. 440.
- Маркони: его антенна. 296, 350.
- Материалы к вопросу об установках приемных радиостанций. В. Э. Делакроа. 496.
- Мачты. 67, 172, 302.
- Машины большой частоты. В. П. Вологдин. 118.
- Машины высокой частоты. 5, 21.
- Метода с музыкальной искрой. 419.
- Метод измерения максимальных амплитуд напряжения в электрических цепях. М. А. Бонч-Бруевича. 321.
- Механический эквивалент излучения. 532.

Многократный радиоприем. 286.

Множитель рассеивания. 31, 33.

Муравьев, Л. График передачи и приема по радио (библ.). В. К. Лебединский и Л. Д. Исаков. 250.

Муравьев, Л. П. Курс радиотелеграфного дела (библ.). В. К. Лебединский. 125.

Наблюдения за паразитными шумами. 406.

Наблюдения силы приема и частоты атмосферных разрядов. 99.

На Казанской Радиостанции. Сапаров. 48.

Направляемый радиоприем. (обзор систем направляемого радиотелеграфного приема). В. И. Баженов. 283, 343, 393.

Напряжения, применяемые в электротехнике. 4.

Настройка отправителя на заданную волну. 108.

Настройка приемника на заданную волну. 109.

Научно-технические беседы в Радиолaborатории с Мастерской. 241, 518.

Наша типография. 249.

Неверное данное. 343.

Незатухающие колебания. В. К. Лебединский. 2.

Некоторые особенности в работе с генераторами незатухающих колебаний с термоионными лампами. С. Н. Ржевкин. 317.

Новые катодные реле. М. А. Бонч-Бруевич. 124.

Новые популярные книги по физике (библ.). 528.

Новый прибор. В. К. Лебединский. 124.

Обзор деятельности Радиосовета по 1 янв. 1919 г. И. М. Гензель. 13.

Обзор печати.

Об устройстве и подеме деревянных мачт. А. С. Грамматчиков. 67.

Общие свойства электронных реле. 451.

Одна или две промежуточных станции. В. К. Лебединский. 49.

О катодном выпрямителе М. А. Бонч-Бруевича. С. И. Шапошников. 332.

О коэффициентах формулы Ричардсона. Н. А. Никитин. 514.

Омброграф. 438.

О наполненных аргоном выпрямителях тока с нагретым катодом. Мейкл Дж. Стенли. Пер. А. Богданова. 159.

Опечатки в приложении к "Радиотехнику" № 9. 414.

Описание главнейших радиоизмерений. И. Глянерт. 108.

Определение магнитной проницаемости русского железа для весьма коротких волн. 512.

О приеме незатухающих колебаний с помощью усилителя 3-тер. Н. Луценко. 315.

Опыты, поставленные для разделения различных типов атмосферных разрядов. 102.

О работах по беспроводному телефонированию в России и за-границей. В. К. Лебединский. 417.

Ориентированный прием. 282.

О сигналах времени. А. Дикорев. 79.

Основания технического расчета пустотных реле малой мощности. М. А. Бонч-Бруевич. 220.

От редакции. 128, 415.

О свете, цветах и радуге. А. К. Тимирязев (библ.). 529.

Острый резонанс. 2.

Остин Л. У. 125.

— его формула. 30, 74.

Отдача энергии некоторыми источниками звука и света. Н. А. Никитин. 369.

Отзыв о работе Романова. 416.

— о ст. Свирского и Хашинского об электронном реле. 416.

— о ст. П. Тверского. 416.

О точности волномеров. Л. Д. Исаков. 128.

Отчет о деятельности Российского общества радио инженеров за время с 31 марта 1918 г. по 22 марта 1919 г. В. И. Баженов. 324.

Очерки по истории точных наук (библ.). В. И. Лебедев. 339.

О шунтовом методе измерения силы приема. В. Н. Листов. 199.

Переводный множитель к формуле Остина. 56.

Переносные приборы для наблюдений элементов атмосферного электричества. 439.

Петроградское отделение РОРИ. Н. Н. Циклинский. 247.

Письма в редакцию. 47, 129, 530.

Плиотрон. 144, 453.

Поверхостная волна. 33.

Под'ем мачт. 67, 182.

Полная проводимость воздуха. 432. — полярная. 432.

Попов, А. С. 256.

По поводу заметки на стр. 47 „Радиотехника“ № 5. М. А. Бонч-Бруевич. 129.

По поводу статьи В. Делакроа: „Величина связи замкн. и откр. контуров Детскосельской мощной радиостанции. А. Ф. Шорин. 385.

Поправочный коэффициент в форм. Остина. 34.

Популяризация знания. В. К. Лебединский. 329, 392, 526.

Потребность в радиоспециалистах высшей подготовки и проект организации высшего радиотехнического факультета. Н. С. Кузьмин. 244.

Превращение формулы Остина. В. К. Лебединский. 49.

Предохранитель от токов высокой частоты. 360.

Премия за работу П. Н. Рыбкина: „Изобретение радиотелеграфа в России“. 393.

Премия по физике. 250.

— Русского Физ. - Хим. Об-ва. 332.

Приготовление усилителя своими средствами. 495.

Приема сила. 131, 199.

Прием избирательный. 285.

- Приемная станция в поезде. В. Делакроа. 318.
- Приемная радиостанция в Новгороде. 497.
- Приемные рамки. 440.
- Прием многократный. 286.
- на слух. 418.
- ориентированный. 283.
- Приложение к „Рад.“ № 9. 395.
- Применение вентилей (реле) для поддержания колебаний контура. 153.
- Применение вентиля (реле), как генератора незатухающих колебаний. 469.
- Применение вентиля, как деструктора. 151, 465.
- Применение вентиля при приеме по способу биений. 156.
- Применение—как усилителя. 468.
- Применение сдвоенного конденсатора в мосте для измерения малых емкостей. Н. Циклийский. 204.
- Проводимость воздуха полная. 432.
- Проводимость полярная. 432.
- Проникающая радиация. 436.
- Противовес авиационный. 477.
- Пустотные реле. 464.
- Работа В. И. Романова: „О методе получения и о затухании коротких электрических волн в проволоках“. С. И. Шапошников. 508.
- Радиация (проникающая). 436.
- Радиоактивный коллектор. 427.
- Радиогониометрия. 285.
- Радиолаборатория с Мастерской в Н.-Новгороде. 43, 123, 241, 249, 328, 392, 518.
- Радиоработа быстродействующими буквопечатающими аппаратами. А. Ф. Шорин. 45.
- Радиосовет: обзор деятельности. 13.
- Радиостанция с водяной антенной. Н. М. Чижилов. 364.
- Радиостанция в Новгороде. 496.
- Радиостанция в Казани. 48.
- Радиотелефон. 417, 525.
- идея его. 421.
- Радиотелефонирование между аэропланами. 484.
- „Радиотехник“ № 5. В. К. Лебединский. 1.
- Разряды атмосферные. 64, 94, 210, 286, 426.
- Рамки приемные. 440.
- Расчет железной двухрешетчатой мачты. 302.
- Расчет мощности радиостанции в Красноярске, для связи с Владивостоком и Москвой. А. А. Савельев. 30.
- Раунд: его трубка. 145.
- теория направляемого действия антенн. 351.
- Редакционный Комитет. 42, 329.
- Резонанс. 2.
- Резонатор. 2.
- Рейн, Г. Учебник беспроволочной телеграфии. В. К. Лебединский. 125.
- Реле газовое. 464.
- двухэлектродное. 454, 458.
- Реле катодное. 220.
- пустотное. 464.

- Реле трехэлектродное. 153, 454, 461.
- Реле электронное. 416.
- Ричардсон: его формула для потока отрицательного электричества. 138, 515.
- Свое и заимствованное. В. К. Лебединский. 134.
- Связь. 357, 385.
- Сила приема. 199.
- Сила приема. Измерение. 131.
- Сила тока в антенне для уверенного приема. 58.
- Сила тока в приемной антенне. А. А. Савельев. 39.
- Скорость электрона. 139.
- Смесь. 48, 129, 251, 530.
- Солнечные пятна. В. К. Лебединский. 218.
- Сообщение с планетами. 533.
- Сопротивление излучения антенны. 50.
- Состав букв. 421.
- Спектрометр. 503, 506.
- Способ начертания электрических схем. В. К. Лебединский. 135.
- Способ одновременной работы несколькими радиостанциями при общей антенне. Г. Р. Попов. 209.
- Справка относительно антенн мощных станций. А. А. Савельев. 38.
- Справка относительно мощных станций. 38.
- Сравнение радиотелефона с микрофонной линией. 421.
- Сравнение радио и кабельного сообщения в тропиках. 94.
- Статистика радиостанций в Соединенных Штатах Северной Америки. Перевод Флорин-ной-Лебединской. 130.
- Статьи по радиотелеграфии В. К. Лебединский. 126.
- Схема для снятия характеристики реле. 462, 459.
- Схемы радиоприборов и радиоустановок. 103, 109, 140, 148, 154, 158, 160, 202, 206, 222, 251, 261, 266, 270, 274, 278, 322, 334, 348, 366, 442, 458, 466, 489, 492, 505.
- Схемы первых радиостанций. 262-3, 67, 68, 70, 71-4-5, 78-9.
- Таблица источников света. 381.
- Таблица I к докладной записке инж. Савельева. 64.
- Таблица II к докладу С. М. Айзенштейна о расчете радиостанций. 65.
- Таблица III к докладу С. М. Айзенштейна о расчете радиостанций. 66.
- Таблица сравнительная выгодности различных источников света. 383.
- Телефония без проводов. 417, 525.
- Теория направляющего приемного действия антенны типа изогнутых антенн „Маркони“. 350, 356.
- Теория происхождения и распространения атмосферных разрядов. 105.
- Термионы. В. К. Лебединский. 131.
- Ток насыщения. 143, 456.
- Трикоза. Краткий теоретический курс искровой телеграфии в популярном изложении. В. Делаacroa. 46.

- Трубка Бранли. 256.
 — Раунда. 145.
 Тупой резонанс. 2.
 Турбина Лавалья. 4.
 Указания к производству наблюдений за паразитными шумами. 411.
 Употребление вентилей, как усилителей. 152.
 Усиление при помощи катодных реле. 460-3, 468.
 Усилитель. 152, 460, 463, 468.
 Усилитель для токов высокой частоты. В. Н. Листов. 490.
 Усилитель для токов низкой частоты. 490.
 Условия работы радиостанций в тропиках. 95.
 Успехи радиотелеграфии и радиотелефонии за 1915 г. В. Делаacroa. 40.
 Успехи радиотелефонии. В. Н. Листов. 525.
 Установка мачт. 67, 176.
 Флеминг. Теория направляющего действия антенны. 350.
 Флорина-Лебединская, Е. Н. (некр.). В. К. Лебединский. 525.
 Формула Зоммерфельда. 31.
 — Лангмюра. 142.
 — Остина. 30, 49, 54, 74.
 — Ричардсона. 138, 515.
 — французская для определения достаточности массы остова аэроплана. 479.
 Формула Фуллера для расчета дальности действия радиостанций. 61.
 Фотоэлектрическая чувствительность различн. веществ. 531.
 Характер атмосферных рядов и борьба с ними. Де-Гроот, К. Перевод Флориной-Лебединской. 94.
 Характеристика катодного реле. 455, 460, 462.
 — Характерист. цепи анода. 228.
 Характеристика цепи решет-ки (сетки). 228.
 Характерные черты авиационного радиотелеграфа. Л. И. Сапельков. 475.
 Хроника. 41, 123, 247, 328, 392, 524.
 Ценнек: направляющее действие приемной антенны. 352.
 Частота высокая. 5.
 Число промежуточных радиостанций между Москвой и Владикавказом. 49.
 Что такое физика и какую пользу приносят физические инструменты. А. К. Тимирязев (библ.). 528.
 Электрич. павильон Константиновской обсерватории в Павловске. П. Тверской, 426, 534.
 Электрическое поле. 440.
 Электромагн. индукция. 256.
 Электронная теория. 132.
 Электронные реле. Е. А. Свирский и В. П. Хашинский. 451.
 Электронное реле. 416.
 Электронный разряд. 137.
 Электрон. 136, 138, 390, 452, 461.
 Электромагнитные волны. 440.
 Электричество осадков. 438.
 Электромагн. излучение. 242.
 Эманация. 434.
 Янсон, А. А. (некролог). В. П. Вологдин. 41, 42.



ОТКРЫТА ПОДПИСКА:

„РАДИОТЕХНИК“ №№ 11—16 с перес. . . . 120 руб.

ЦЕНА №№ 5—10.

„Телеграфия и Телефония без проводов“
вместе с „Радиотехником“ 120 руб.

„РАДИОТЕХНИК“ отдельно 60 руб.

Адрес редакции: Н.-Новгород, Верхняя Набережная, 8.

Склад изданий: Москва, Большая Дмитровка, д. № 15Б,
угол Глинищевского. Радиоотдел Наркомпочтеля.

На складе имеется

„Радиотехник“ №№ 1—4 по цене 20 руб.



ЦЕНА ОТДЕЛЬНОГО № 10 Сорок пять рублей.