



№ 25. ИЮЛЬ 1924.

ТЕЛЕГРАФИЯ И ТЕЛЕФОНΙΑ БЕЗ ПРОВОДОВ.



Типография Нижегородской Радиолaborатории имени В. И. Ленина.

Д. 6. р 60/3)

Склады изданий „Титбп“.

1. НИЖНИЙ-НОВГОРОД. Радиолaborатория имени В. И. Ленина, Радионабережная, 8. Телеф. 21-66, 16-66.
2. МОСКВА. Рождественский бульвар 15, кв. 7. Московское Бюро Радиолaborатории. Телеф. 41-81.
3. ЛЕНИНГРАД. Во всех крупных книжных магазинах.



НА СКЛАДАХ ИМЕЮТСЯ:

Титбп №№ 12, 14, 16, 17, 19—25.

Цена каждого номера с № 19 по № 25 **80** коп.

Предыдущие №№ 12, 14, 16 и 17 по **1** рублю.

ЖУРНАЛ ВЫСЫЛАЕТСЯ

по получении должной суммы в валюте или в виде ПОЧТОВЫХ
МАРОК.

Рассылка наложенным платежом не производится.



„Т. и Т. б. н.“

Ж У Р Н А Л

„ТЕЛЕГРАФИЯ И ТЕЛЕФОНИЯ БЕЗ ПРОВОДОВ“

ИЗДАНИЕ НИЖЕГОРОДСКОЙ РАДИОЛАБОРАТОРИИ ИМЕНИ В. И. ШУБНИНА

Под редакцией профессора В. К. Лебединского

ОСНОВАН в 1918 году.

№ 25. ИЮЛЬ 1924.

СО Д Е Р Ж А Н И Е.

Новые автоматические телеграфные передатчики. А. В. Рождествин.	226
Передача изображений на расстояние. П. Мейер.	240
Исследование некоторых схем модуляции в радиотелефонных станциях. А. Григорьева.	245
Сравнение емкостей посредством катодного реле. К. Горбачев.	260
Тональная модуляция незатухающих колебаний. Александр Минц.	264
Многократное телефонирование токами высокой частоты по бронзовому кабелю и железным проводам. П. В. Шмаков и Г. А. Куприянов.	282
Трубчатые изоляторы для высокого напряжения и высокой частоты. А. И. Дрожжин.	303
Некоторые достижения радиолюбителей на Западе. В. С. Габель.	315
Об опытным определении коэффициента полезного действия телефона. Б. Архангельский.	317
Еще о тепловом режиме вольфрамового катода в триоде. С. И. Зилитинкевич.	321
Из иностранной литературы: Электромагнитные громкоговорители.—Широковещательная станция W. G. V.—Кристаллический детектор-гетеродин за границей.—Штутгартская широковещательная станция.—Радиостроительство в Америке.—Трансвертер.—Электрические фильтры.	325
Библиография: Электричество № 6.—Техника и снабжение Красной Армии.—Журнал Р. Ф.-Х. О. 1923.—В. Лебединский, В. Томсон лорд Кельвин.—Штейнметц. Четыре лекции об относительности и о пространстве.—Радиоинструменты и измерения.	335
Письмо в редакцию. Г. Н. Макаревича.	341
Хроника: ТиТбп № 25.—Усовершенствование в изготовлении ламп.—Изготовление кристаллов.—Радиолюбительские Общества.—К предстоящим юбилеям.—Съезд физиков.—Харьковский Технологический Институт.—Карл Штейнметц.	342

Ав. р 60(3)

Издательство Государственной
КРЕМЛЯ
Публичная Библиотека
ИМЕНИ ЛЕНИНА
Отдел
местного краеведения
Инж. М. Р. 213

Новые автоматические телеграфные передатчики.

А. В. Рождествина.

Громадный рост телеграфных и радиотелеграфных сношений и большие затраты государства на предварительное обучение телеграфированию заставляют телеграфную технику изыскивать новые пути и новые способы телеграфирования.

Освободивши телеграф от проводов, экономика связи заставляет изобретателя разрешить другую не менее важную задачу — освободить телеграфиста от предварительного обучения и сообщить „максимальную“ скорость и простоту действию телеграфных аппаратов, принятых в данном государстве. Русскому изобретателю приходится работать прежде всего над аппаратами Морзе, как наиболее распространенными у нас и совершенствовать их сколько возможно — сообщая им наибольшую продуктивность в работе.

И это тем более, что аппарат Морзе исправно и добросовестно работал за все время, но был всегда перегружен до самой последней возможности.

Почему же так перегружается обычно телеграф Морзе? „Скорость передачи знаков по способу Морзе, говорит Гано, зависит от устройства ключа...“ В минуту аппарат Морзе мог бы передать 73 русских слова. На самом же деле телеграфирование происходит несравненно медленнее. И средняя скорость передачи обыкновенно не переходит за 12—15 слов в минуту. Отсюда видно, что ключ Морзе составляет Ахиллесову пяту его системы — тормаз.

Но мы видим, что ключ Морзе пережил самый проволочный телеграф и даже достался в наследие молодому радиотелеграфу! Почему же так? Традиция настолько крепко ассоциировала в сознании телеграфного техника понятия: „пишущий телеграф“ и „ключ Морзе“, что телеграф, казалось ему, не может существовать без ключа Морзе, а потому вперед никто почти не обращал серьезного внимания на тот колоссальный *экономический урон*, который получался от долгого употребления уже устаревшей конструкции ключа Морзе. А урон этот был чрезвычайно велик. При том, если мы избавимся от ключа Морзе, то работа телеграфиста с физиологической стороны делается легче и проще, так как вместо судорожных многократных поспешных и разнообразных (по времени) движений ключом то вверх, то вниз, переутомляющих и нервирующих телеграфиста, можно будет ограничиться просто хотя бы нажатием известной кнопки или широким

движением карандаша, взваливая всю остальную сложную работу—по построению контактных комбинаций—на долю самого аппарата.

Еще больший вред приносит ключ Морзе радиотелеграфу. К передатчику Морзе радио предъявляет свои специальные, более строгие требования. Принимая на слух радио-депешу, мы хорошо знаем, сколько вреда и неудобств для дела может испытать телеграфист от неясности, неточности и неразборчивости ее ручной передачи. Конечно, для радиотелеграфа выгодней не ручная а механическая передача знаков Морзе, вполне обеспечивающая слухачу-телеграфисту ясность, точность и раздельность и окончательно устраняющая многочисленные недочеты и ошибки неизбежно связанных с ручной передачей.

„Умение владеть ключом Морзе“, говорит П. Ганзен, заведующий школой при Ленинградской Центральной телеграфной станции, „в совершенстве дается не всем и не так скоро, как это часто полагают.... Со стороны привыкли смотреть на умение телеграфировать, как на довольно простое дело, а между тем это есть своего рода искусство, которое может быть доведено до совершенства лишь при правильном первоначальном обучении, отсутствие которого ведет за собою все те недостатки в работе, которые встречаются иногда даже у старых и опытных телеграфистов. Недостатки эти состоят в том, что такие телеграфисты помимо несоблюдения должной величины тире и точки, к тому же еще совершенно произвольно сокращают или увеличивают данное число точек и тире. Работа на ключе, особенно в первое время, довольно скоро утомляет руку учащегося... Какой бы хороший шрифт не выработал себе ученик на ключе, все таки при переходе на действующий аппарат шрифт этот невольно начинает портиться“¹⁾.

Имея в виду наиболее рационально использовать аппараты Морзе в целях поднятия производительности труда телеграфистов и радиотелеграфистов, мы решились сделать несколько попыток к усовершенствованию архаичного ключа Морзе, сообщивши ему притом простоту и автоматичность.

Условия работы при этом были тяжелыми. Так, первая модель, сконструирована мною в глухом отдаленном от города местечке, селе Глинках, Михайловск. у., Рязанской губ., где не имелось даже кузнечной мастерской; она естественно не могла претендовать на чистоту и аккуратность своего исполнения, столь важных в этом аппарате. За неимением листовой меди приходилось на рельсе разбивать куски толстой медной проволоки и заготавливать таким образом сначала пластинки, из которых уже впоследствии выгибать по отдельности „контактные буквы“ припаявая их по одной к общей проволоке. Всё это гораздо лучше, легче

¹⁾ М. Петров. „Аппарат Морзе“ его устройство и практическое применение с приложением описания необходимых принадлежностей и учебника телеграфирования по системе Завед. школой Ленинградской Центральной телеграфной станции П. Ганзена“. 1902 г. Ленинград. Стр. 90—97.

и скорее могло бы быть сработано из листового куска фрезированной меди... Не имея под рукой изолятора и с сапожными щипцами в руках пришлось использовать то, что было под рукой, и т. д... В такой убогой обстановке создавался новый передатчик, который не смотря на всю свою неуклюжесть и неровность поверхностей, будучи включен в телеграфную цепь в Центеле и Тресте электрот. заводов „передавал вполне удовлетворительно и четко“.

Все изобретения зарегистрированы в России в Комитете по делам изобретений.

Автор собирался патентовать все упомянутые изобретения за границей, для чего получил разрешение от Комиссариата Иностранных Дел и Комитета по делам изобретений, но 17 декабря 1923 г. все чертежи с доверенностью и другими документами были похищены у него по дороге в Москву. Настоящие чертежи восстановлены по сохранившимся дубликатам.

Автоматический ключ к телеграфному аппарату Морзе (заявочное свидетельство от 12 октября 1922 г. за № 75892) имеет свою целью *ускорить и облегчить* передачу знаков и состоит (черт. 1, стр. 231) из металлических боковых щитков 1, в которых укреплены оси пружинного завода 2, передаточных шестерен 3, 4, 5, 6 и 7, приводящих в движение—посредством шестерен 8 и 9—ряд металлических барабанов 10, для равномерности хода коих служит—приводимый во вращение шестернями 11,—ветряной регулятор 12; а на окружности барабанов сделаны из изоляторного материала винтовые гребни 13, между ними изоляторные прерывательные полосы 14, образующие все буквенные знаки; над ними подвешены контактные крючки 15, с концом в виде сжатой—для свободы перемещения—втулки 16, насаженные на шипы 17 подставок 18, с которыми соединены пружинными проводами 19; а другим концем крючки скользят в замкнутых рамках—пазах 20, которые заставляют двигаться крючек на определенный размах по спиральным гребням барабана, скользя по буквенным прерывателям; и после передачи буквы автоматически поднимаются пружиной 21 на верх паза и, таким образом, выключается крючек от контакта с барабаном. Крючек всегда падает на начало спирального гребня и, следовательно, начало буквенного знака, посредством нажатия на клавишу 22, с пружиной 23, сдвигающей концем 24 крючек вниз на прерывательные полосы барабана. При этом ток из элемента 25 идет через боковые щитки и оси в барабаны, по прерывательным буквенным знакам в крючки, в подставки, электромагнит 26, прижимает пишущий аппарат 27, производя знаки на ленте 28, и уходит в сеть на приемный аппарат. Передача букв идет подобно письму на пишущей машине и требует незначительного навыка на клавиатуре.

Упрощенный, общедоступный телеграфный передатчик с автоматическим вызовом станций (заявочное свидетельство от 27 июня 1923 г. за № 76869) имеет своей целью, как показывает самое название, совершенно упростить и сделать общедоступной для широких кругов публики телеграфную передачу, ограничиваясь лишь запоминанием азбуки Морзе для приема, и, наконец, навсегда покончить с долгим и трудным обучением работе на ключе Морзе, сэкономивши тем государству труд, время и средства, а самую передачу сделать легкой, быстрой, раздельной и точной.

Передатчик состоит (черт. 2, стр. 232) из двух частей: 1) телеграфной контактной буквенной доски и 2) телеграфного карандаша.

1) *Телеграфная контактная буквенная доска* 1, представляет собою простую деревянную или металлическую четырехугольную доску небольших размеров, на которой устойчиво укреплены контактные буквы 2, представляющие собой особые маленькие брусочки, из красной платинированной или посеребренной меди, квадратного сечения и разной длины. Поверхность каждого металлического брусочка в определенных местах до половины пропилена 3 или вогнута, а пропиленные или вогнутые места заполнены изолятором 4; изоляторные места соответствуют пустым промежуткам между элементами условных знаков Морзе, т. е. между точками и тире, а также началу и концу каждой буквы, а непропиленные целые металлические места поверхности, или выгнутые кверху, служат электрическими контактами 5, и представляют из себя поверхность, графически точно воспроизводящую разные комбинации знаков Морзе и другие сигналы международного сигнального радиотелеграфного кода. Длина контактных тире для рельефности и отчетливости при передаче должна быть значительно длиннее точки — раз в пять. Все эти контактные буквы прикреплены одним своим концом к металлическим магистральям 6, расположенным на доске около каждой буквы и объединенным одной главной магистралью 7, выходящей своим зажимом 8, в край телеграфной доски. Все контактные буквы расположены на доске параллельно друг другу и в известном порядке по степени их употребляемости; они изолированы друг от друга деревянными тонкими планшетами 9, сверху скошенными в виде возвышающихся гребней 10, для свободного движения по буквенным дорожкам телеграфного карандаша. Против каждой контактной буквы с левой стороны на поле доски и на добавочных планках имеются надписи буквенных значений. В нижней части доски соединяется между собою и с магистралью 6 по несколько контактных знаков в одной строке 13, сокращенно обозначающих названия часто вызываемых станций напр.: РЗН = Рязань, ЗРС = Зарайск, МСК = Москва и т. д.

Вторую дополнительную часть настоящего передатчика представляет *телеграфный карандаш* 14, состоящий из металлического прута 15, заключенного в изоляторную деревянную оправу 16; нижний обна-

женный от изоляции металлический конец его платинирован, а вершина имеет небольшую скважину и винтовой зажим 17, для включения в него провода.

В начале работы обыкновенный манипулятор Морзе устраняется; провод от положительного полюса местной батареи, в виде мягкого металлического шнура 18, вкладывается в скважину карандаша и завинчивается крепко винтом, а провод, идущий в линию 19 и отсюда в пишущей приемник станции получения, соединяется зажимом с телеграфной доской и затем корреспондирующее лицо берет телеграфный карандаш и плавно проводит им, как бы графитом слева направо (а иногда и справа налево, при двойном значении буквенных комбинаций) по соответствующим контактным знакам, легко передавая, таким образом, букву за буквой из текста телеграммы.

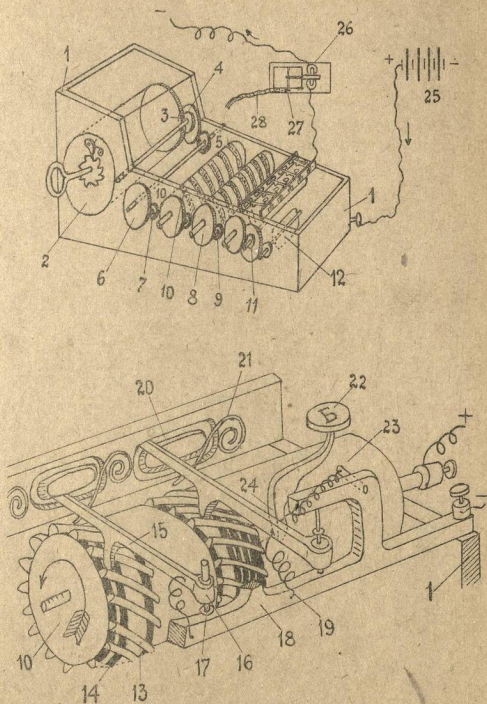
Во все время передачи ток от положительного полюса местной батареи чрез шнур 18 идет в металлический телеграфный карандаш 14, плавно скользящий по контактным знакам, и по мере движения карандаша последовательно попадает на разные контактные комбинации телеграфных знаков 5, соответствующих разным буквам, и здесь, разнообразно прерываясь от встречающихся по его пути изоляторов 4, проходит далее в магистраль 6—7 телеграфной доски, отсюда в линейный провод 19 и, наконец, достигнув пишущего приемника станции назначения, отпечатывает на его ленте соответствующие знаки и проходит в землю. Упрощенный передатчик в настоящее время находится в числе экспонатов Ленинградского Телеграфного Музея Связи.

Скородействующий наборный телеграфный передатчик к аппарату Морзе. (Заявочное свидетельство от 27 июня 1923 г. за № 76864).

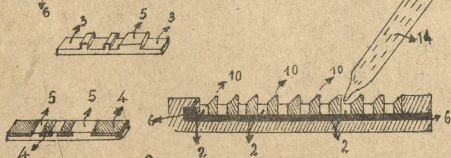
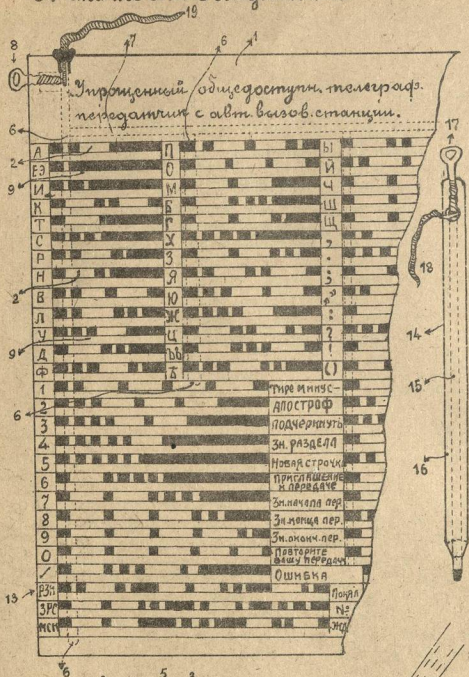
Дорогой скородействующий аппарат Уитстома (хотя не буквопечатающий), снабженный неудобной колотушкой с специальным перфоратором, продырявливающим бумажную ленту, требует специалистов телеграфистов и квалифицированных техников, которых у нас может и не оказаться в нужную минуту под рукой. Громоздкие, неустойчивые, синхронные аппараты Юза, Бодо, новейший, очень дорогой Сименс с меньшей скоростью, сконструированный по тому же принципу, — аппараты более устойчивые, но чрезвычайно громоздкие и дорогие и требуют сильных станций и высококвалифицированных технических работников; так например, для обслуживания современного аппарата „Сименс“ нужно семь телеграфистов и высококвалифицированный технический персонал. Вот почему скородействующие буквопечатающие аппараты не помогут у нас многочисленным провинциальным телеграфным станциям, когда последние неожиданно почему-либо окажутся заваленными работой.

Примитивная конструкция передатчика аппарата Морзе затрудняет правильное функционирование радиотелеграфных станций. Это затруд-

К статье А. В. Пожdestвина.

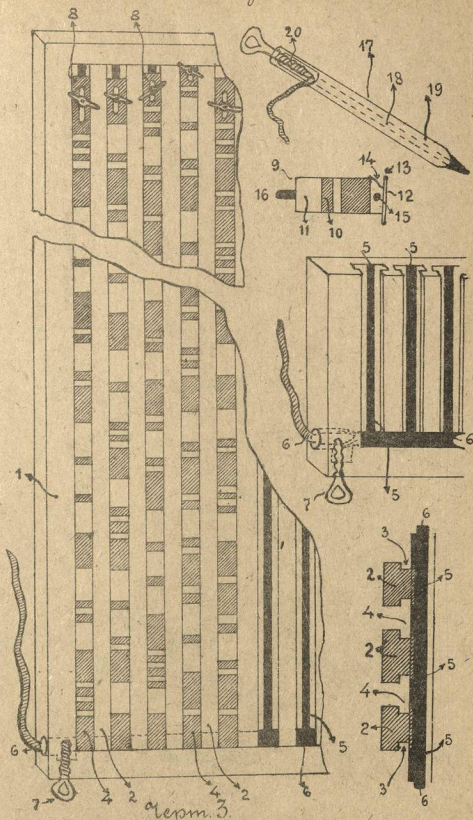


Черт. 1.

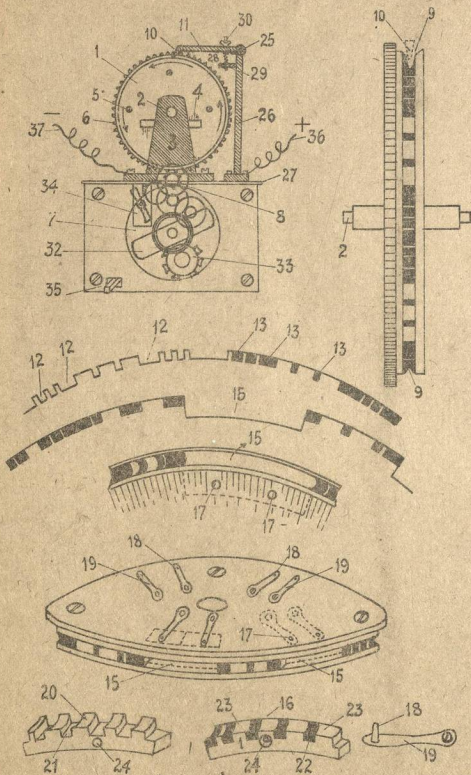


Черт. 2.

К станок А. В. Похвосткина.



К станку А. В. Погребина.



Лепин 4.

нение имеет огромное значение, так как ограничивает емкость мировой радиосвязи. В радиотелеграфной практике хорошо известно взаимомешающее действие одновременно работающих станций; поэтому радиостанциям приходится по необходимости разграничивать между собою время для передачи и успевать в определенный кратчайший период времени передать по радио иногда целую серию депеш. Примитивный ключ аппарата Морзе в таковых случаях не поспевает работать, и большинство депеш, за истечением данного станции срока так и остается не переданным. Помочь делу можно увеличением быстроты передачи, вводя в употребление упрощенные быстродействующие автоматические передатчики, не сложные по своей конструкции.

Предлагаемый нами скородействующий, наборный телеграфный передатчик к аппарату Морзе и имеет своею целью сообщить максимальную скорость передаче на чернопишущем аппарате Морзе, сделав последнюю вполне доступной, совершенно простой и автоматической, и состоит (черт. 3, стр. 233) из трех частей: 1) наборного станка, 2) контактных буквенных наборных знаков Морзе и 3) телеграфного контактного карандаша.

1) *Наборный станок* представляет из себя продолговатую деревянную доску 1, на лицевой стороне которой, параллельно друг другу и на малом между собой расстоянии укреплен целый ряд тонких, прочных деревянных или металлических изолированных пластинок 2, с вынутыми в них небольшими пазами 3, прилегающими ко дну доски и образующими в себе строковые вместилищные дорожки 4, для контактных букв. Во вместилищных дорожках, между планшетами, по всему дну расположены и укреплены тонкие пластинчатые подбуквенные проводники 5, все объединенные одною главною магистралью 6, выходящею в верхний край доски винтовым зажимом 7. Конец каждой строковой вместилищной дорожки с правой стороны заключается особым винтовым строковым зажимом 8, для придерживания в строке буквенных контактных знаков.

2) *Контактные буквенные наборные знаки Морзе* представляют из себя металлические брусочки 9, из красной платинированной меди или высеребренного другого металла, квадратного сечения и разной длины, по своей величине, как раз вмещающиеся между планшетами станка передатчика, но миллиметра на два—на три ниже их. Поверхность каждого металлического брусочка в определенных местах до половины пропилена, а пропиленные места заполнены изолятором 10, хотя бы каучуком. Эти изоляторные заполнения соответствуют пустым промежуткам и прогалам между элементами условных знаков Морзе, т. е. между точками и тире, а также и пустому промежутку между отдельными буквами, а оставшиеся не пропиленными, целые металлические места поверхности 11, служат электрическими контактами и представляют из себя на поверхности металлических брусочков графически точное воспроизведение разных комбинаций знаков Морзе, причем

длина контактных тире для большей рельефности и отчетливости в передаче должна быть значительно более длины точки—раз в пять. К передней нижней стороне наборной контактной буквы, перпендикулярно к длине, припаяна маленькая шпилька 12, придерживающая своими рожками 13, буквенный знак в пазах планшеток. Левая или правая сторона 14, каждой контактной буквы близ шпильки немного спилена и скошена сверху вниз для удобства вращательного вкладывания ее между планшетками. Передняя сторона контактной буквы имеет посредине маленькое гнездышко, дырочку 15, а задняя сторона ее также посредине маленький проволочный кончик 16; с нижней стороны каждой контактной буквы имеется выгравированная русская надпись ее значения. Все буквы размещаются в особой наборной кассе с перегородками и надписями на них для порядка, удобства и быстроты набора депеши.

3) *Телеграфный контактный карандаш 17*, составляет третью часть передаточного аппарата и состоит из медного или вообще металлического прута 18, заключенного в изоляторную деревянную оправу 19; низ его изоляторной оболочки несколько стесан, как у очиненного карандаша, а кончик платинирован во избежание окисления, верхняя же часть снабжена винтовым зажимом 20, для соединения с проводом.

„Подготовка телеграмм“ к передаче производится заблаговременно или одним, или несколькими одновременно работающими наборщиками весьма простым способом. Наборщик, как в типографии, предварительно набирает телеграфный шрифт (но только не наоборот), и заполняет им строковые вместилищные дорожки, для чего последовательно выбирает из соответствующих ящиков букву за буквой, прочитывая русскую надпись, и вкладывает по порядку одну за другой в углубленную дорожку станка между планшетками. Таким образом, со стороны наборщика телеграммы, как видим, не требуется даже уметь читать знаки Морзе. Порядок вкладывания букв в станок очень простой и состоит в следующем: наборщик берет контактную букву за задний конец, где имеется проволочный кончик 16, поворачивает её контактной лицевой стороной в противоположную сторону от себя и опускает переднюю часть буквы с рожками на дно дорожки и затем, снова, поворачивая букву, на четверть оборота, укладывает ее всю в строковое вместилище между планшетками лицевой контактной стороной вверх. Вторая контактная буква тем же порядком вкладывается в ту же самую строковую дорожку и вплотную пододвигается к первой букве, причем задний проволочный кончик первой буквы свободно входит в гнездышко второй, и буквы настолько скрепляются между собою на одном уровне, что уже не могут выпасть из своих вместилищ. Когда первая строчка станка будет вся заполнена контактными буквами, конец ее запирается винтовым строковым зажимом и приступают далее к набору второй, затем третьей, и т. д. Когда первый станок весь заполнен, наборщик приступает к заполнению второго, затем третьего и т. д.

Самая передача телеграмм производится следующим образом. Заготовивши несколько станков, заполненных буквенным телеграфным шрифтом, телеграфирующее лицо предварительно соединяет зажимом металлический шнур, идущий от положительного полюса местной батареи, с верхним концом телеграфного карандаша, а линейный провод через зажим с главной магистралью наборного станка, или же наоборот, и приступает к самой передаче. Взявши телеграфный карандаш, телеграфист начинает проводить им плавно, покойно и равномерно по металлическим буквенным контактными знакам, слева направо до конца каждой строки, слегка упираясь карандашом в барьер деревянной планшетки, как бы спокойно графа им бумагу. Когда первый станок с телеграфным шрифтом прографлен, и депеши его, таким образом, переданы на приемную станцию, графят второй заготовленный станок, заблаговременно включенный в тот же провод, затем третий и т. д. без перерыва.

Из сказанного видно, что передача на нашем аппарате ведется чисто электрическим путем, совершенно проста, не требует квалификации служащих и настолько автоматична, что телеграфирующее лицо, передавая целые серии телеграмм, хотя бы иностранных, может оставаться совершенно неграмотным. Телеграфировать может всякий ребенок, научившийся правильно линовать и графить при помощи линейки на своей доске.

Станки передатчика, после передачи депеш, легко освобождаются от наборных букв путем встряхивания их оттуда и отвинчивания строковых зажимов, а контактные буквы вновь идут на заполнение пустых станков новыми телеграммами. Между тем, в скородействующих телеграфных системах Уитстона, Сименса и др. перфорированная бумажная лента, не без труда и денег выработанная на специальных фабриках для телеграфных перфораторов, после передачи депеш, становится совершенно непригодной для передачи других депеш.

При такой автоматической передаче телеграмм, как показал нам произведенный опыт, во-первых, знаки Морзе, занимая на ленте немного места, отпечатываются весьма четко, раздельно и рельефно; текст не имеет пробелов, перебоев и ошибок, свойственных ручной передаче; во-вторых, телеграфная лента расходуется весьма экономично, раза в 3—5 менее обыкновенного, так-как пущенная обыкновенным ходом содержит значительно больше телеграфных знаков, экономично избегает помянутых повторений, ошибок и пустых пробелов; в-третьих, быстрота передачи более чем упятерится против ручной, доходя более, чем до 100 слов в минуту, превосходя по скорости передачи даже скородействующие системы Уитстона, Юза и Бодо. Теперь от телеграфиста-морзиста потребуются только знание азбуки Морзе, чтобы прочесть полученную телеграмму (запоминание азбуки Морзе—дело минут-

ное)¹⁾, а не умение работать — передавать на ключе Морзе, что, собственно, как говорит практика, и отнимает столько времени и усиленных трудов у учащихся. Таким образом, и вопросы об организации телеграфных школ для морзистов, и спорные вопросы о наилучших методах такового обучения — являются пережитком нашего времени.

Автоматический передатчик сигналов о бедствии. (Заявочное свидетельство от 23 июля 1923 года за № 76996).

Автоматический передатчик сигналов о бедствии имеет свою целью помочь бедствующему экипажу судна во время аварий и кораблекрушений, заменивши собою отсутствующего по той или иной причине телеграфиста, который в таковых случаях должен передавать по радиотелеграфу сигналы о бедствии.

Имея в виду всевозможные случайности, приходится признать, что было бы желательным для всякого экипажа заменить для таковых случаев живую человеческую мощность автоматической телеграфной машиной, передающей сигнализацию о бедствии.

Предлагаемый нами автоматический передатчик сигналов о бедствии представляет из себя подобную телеграфную машину, которая может без телеграфиста, в течение сравнительно долгого времени, автоматически передавать сигналы бедствий с указанием названия своего судна, с точным указанием широты и долготы места, где произошла катастрофа и куда должна быть направлена скорая помощь, и т. д.

Помянутый автоматический аппарат состоит (черт. 4, стр. 234) из следующих пяти частей: 1) металлического буквенного диска; 2) контактных цифровых и буквенных знаков Морзе; 3) контактного крючка; 4) часового механизма и 5) герметически закрывающейся шкатулки.

1) Металлический *буквенный диск* 1, представляет из себя подобие медного барабана, снаружи хорошо высеребренного для лучшей электропроводности. Буквенный диск наглухо насажен на горизонтальную ось 2, которая свободно вращается в стойках 3, снабженных контактными металлическими щетками 4; с буквенным диском винтами 5 соединено зубчатое, медное большое колесо 6, которое вместе с ним получает вращательное движение от часового механизма 7, благодаря сцеплению с часовым зубчатым колесом 8. Периферия буквенного диска имеет вид желобка 9; на этой углубленной поверхности диска построены сигнальные контактные знаки Морзе. Для этого периферия диска в известных местах немного пропиливается, а пропиленные и вынутые резцом места 12, заполняются изолятором 13, хотя бы каучуком. Изоляторные заполнения будут соответствовать пустым промежуткам между

¹⁾ Инженер Д. И. Каргин предлагает особую „графическую таблицу знаков Морзе“, которая „дает возможность читать телеграфную ленту лицам не изучавшим телеграфирование“. См. Техника и Снабжение Красной Армии № 25, 1922 г. стр. 33.

элементами условных знаков Морзе, т.е. между точками и тире, а также и пустому прогалу между отдельными буквами, а металлические места, оставшиеся не пропиленными, целыми будут служить электрическими контактами, представляющими из себя разные буквы Морзе, из коих составятся условные сигналы бедствий, обыкновенно передаваемые, телеграфистом.

На наших морских судах во время аварий обыкновенно передаются по радиотелеграфу следующий условный сигнал бедствий: SOS (спасите, о, спасите!). Этот сокращенный сигнал повторяется несколько раз. Затем передается телеграфистом название погибающего судна. После сего указывается пункт, где произошла катастрофа, т.е. указывается широта и долгота данного места.

Из изложенного видно, что ряд сигналов (SOS, название судна и т.д.) на каждом судне остаются постоянными сигналами, неизменяемыми. Поэтому вышеуказанные знаки на периферии буквенного диска являются постоянными и их можно, таким образом, выгравировать и оставить навсегда; те же места диска, на которых должно происходить изменение (где указывается число градусов и минут и части света), должны представлять выемки или свободные вместилища 15, для заполнения их теми или другими контактными знаками Морзе. Эти вместилища имеют с плоской стороны буквенного диска дырочки 17, в которые входят штифты 18 эластичных пластинок 19, одним концом привинченных, а другим—со штифтом 18—плотно прилегающих к плоскости диска и имеющих назначение крепко придерживать вставленные контактные буквы в пустых вместилищах.

Контактные буквенные и цифровые знаки Морзе представляют из себя металлические брусочки из простой высеребрянной меди квадратного сечения определенной величины, сообразно с вместилищами диска, с желобообразным углублением 20 с лицевой контактной стороны. Поверхность каждого брусочка в определенных местах до половины пропиленна 21, и пропиленные места заполнены также изолятором 22, в соответствие пустым промежуткам между элементами знаков, а целые нетронутые металлические места служат контактами 23 и представляют из себя цифровые и буквенные знаки Морзе. Боковая сторона каждого контактного знака имеет по середине дырочку 24, для вхождения в нее (при вкладывании контактных букв) зажимного штифта 18 эластической пластинки 19. На каждой контактной букве имеется выгравированная русская надпись цифрового или буквенного ее значения. Все контактные знаки размещаются в особой наборной кассе с перегородками и надписями для быстроты набора.

3) Контактный медный крючок 11, с серебряным или лучше платинированным кончиком 10, горизонтально расположен над буквенным диском и посредством шарниров 25 сообщен со стойкой 26, помещенной на изолированной площадке 27; другим же своим платинированным концом 10 он слегка упирается и нажимает на углубленную буквенную

дорожку диска благодаря давлению пружины 28, прикрепленной к спице 29 и регулируемой винтовой гайкой 30.

4) Часовой механизм 7, приводящий в движение буквенный диск, по своей конструкции подобен механизму пишущего прибора Морзе, но снабжен более сильной пружиной, могущей работать более долгое время. Механизм этот имеет прямую ручку для заводов 32 с предохранительной звездкой 33, ветряной регулятор 34 и тормаз 35.

5) Герметически закрывающаяся металлическая шкатулка со стеклянными оконцами имеет своим назначением защищать действующий заведенный аппарат от вредного влияния на него аварийной обстановки, брызг воды и т. п.

Применение аппарата в несчастных случаях таково. Тотчас, после тревожного свистка или звонка, оповещающего весь экипаж о несчастии с судном, дежурный матрос при аппарате, совершенно незнакомый с работой на Морзе, соответственно данных ему капитаном указаний широты и долготы места, тут же заполняет соответствующими цифровыми контактными знаками Морзе свободные вместилища буквенного диска, справляясь с русскими на них обозначениями, заводит пружину до отказа и ставит платинированный кончик контактного крючка в желобок буквенного диска, открывая тормаз. Аппарат начинает работать и передавать автоматически сигналы. Тогда его помещают для защиты в шкатулку, снабженную отверстиями для проводов.

Передача изображений на расстояние.

(Опыты Блэна).

Проф. Вятск. Пед. Инст. им. Ленина П. Мейер.

Доложено Вятскому Научно-Исследовательскому Институту 30/XI. 1923 г.

Наш глаз обладает свойством сохранять оптическое впечатление в течение $\frac{1}{10}$ секунды после того, как действие света на сетчатку прекратилось. На этом свойстве основаны кинематографические эффекты.

Предположим некоторое плоское изображение, имеющее размер отдельной картины кинематографической ленты, т.-е. 24 мм в длину и 18 мм в ширину. Предположим площадь этого изображения разбитой на квадратики, стороны которых равны $\frac{1}{7}$ мм. Таким образом получим 49 квадратиков-точек на 1 кв мм, или для целого изображения 21.168 точек, круглым же счетом 20.000 точек. Если нам удастся передать на расстояние последовательно одно за другим изображения этих 20.000 точек за промежуток времени в $\frac{1}{10}$ секунды, т.-е. со скоростью в 200.000 изображений точек в 1 секунду и разместить эти изображения точек в надлежащем порядке на экране, то смотрящий на экран увидит

одновременно изображения всех 20.000 точек, т.-е. полное изображение, полную картину, складывающуюся из этих 20.000 точек. Для осуществления такой задачи нужны: 1) снаряд, способный воспринимать отдельно с указанной быстротой сменяющие друг друга действия световых волн, исходящих от ряда точек некоторого изображения (картины); 2) способ передачи воспринятых действий на расстояние и воспроизведение их в виде световых эффектов.

Французский телеграфный инженер Эдуард Блэн (Belin) разрешил задачу так: 1) для восприятия световых колебаний, исходящих от различных точек данного изображения, он воспользовался фотоэлектрической ампулой; 2) для передачи на расстояние воспринятых эффектов—герцовскими волнами; 3) для воспроизведения точек изображения—осциллографом (зеркальным гальванометром).

Фотоэлектрическая ампула.—Недавно изобретенная фотоэлектрическая ампула есть маленький стеклянный сосуд, наполненный разреженным водородом и заключающий два электрода, один из натрия или калия, другой в виде решетки из никкеля или платины. Если соединить натрий с отрицательным полюсом гальванической батареи, а никкель с положительным, то достаточно направить на натрий сквозь решетку луч света, как сейчас же через цепь проходит ток, который прекращается, лишь только свет перестает действовать. Ампула чрезвычайно чувствительна. Она реагирует даже на свет, исходящий от звезды 6-й величины и сила тока растет вместе с силою падающего света. С другой стороны последствие света на ампулу—ничтожной продолжительности. Опыты показали, повидимому, что эта продолжительность короче 10^{-7} секунды.

Опыт (черт. 1). Блэн брал светящийся круг A , пред которым помещался фотографический об'ектив, дававший действительное изображение круга. Несколько впереди той плоскости, где должно получиться изображение b , помещается система 2-х неизменно связанных между собою призм полного внутреннего отражения, вращающихся вокруг горизонтальной оси xy . На чертеже они представлены в сечении вертикальную плоскостью, проходящую через ось xy ; боковые ребра их горизонтальны. Пучек света, исходящий от точки m светящегося круга, попадая в верхнюю призму, претерпевает полное внутреннее отражение сначала в ней, затем в нижней призме и, наконец, падает на фотоэлектрическую ампулу, пройдя через отверстие диска K , если таковое находится на пути пучка. Если будем вращать систему призм, оставляя K неподвижным, то пучек света, падающий на a , будет получаться последовательно от различных точек светящегося круга A . Система призм совершает полный оборот в 0,1 секунды. Фотоэлектрическая ампула включена между теми зажимами радиотелефонной передающей станции, между которыми обычно включается микрофон. Эта станция изображена на чертеже схематически.

Приемная станция (черт. 2). Приемная станция—опять-таки радио-

телефонный приемник, в котором телефон заменен осциллографом (весьма подвижным зеркальным гальванометром).

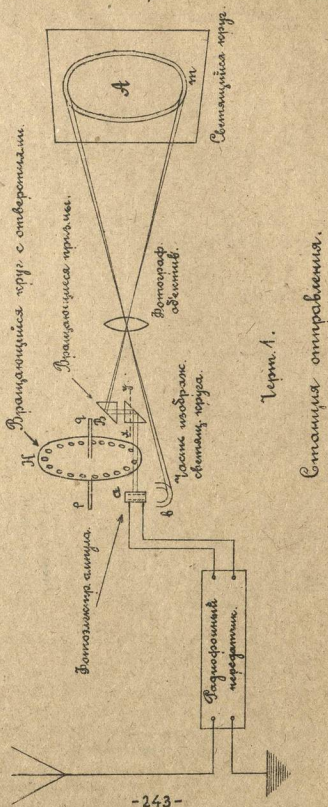
Передающая станция, являющаяся генератором незатухающих герцовских волн высокой частоты, посылает эти волны с теми модуляциями, которые им сообщаются световыми эффектами на фотоэлектрическую ампулу. Ток, вызываемый в осциллографе получаемыми на приемной станции герцовскими волнами, испытывает все модуляции этих волн, и зеркальце f осциллографа, повинаясь этим модуляциям, отражает направленный на него от вольтовой дуги L пучек света по направлению, меняющемуся в зависимости от силы тока или, в конечном результате, от силы света, падающего на фотоэлектрическую ампулу.

Отраженный пучек света проходит через „деградированный“ экран E и линзу N и дает в g воздушное изображение зеркальца f . „Деградированный“ экран есть пластинка, прозрачность которой растет от центра к краям, причем в центре она совершенно непрозрачна. Положение зеркальца f регулируется так, что, когда свет на фотоэлектрическую ампулу не действует, отраженный луч попадает в центр деградированного экрана и поглощается им; когда фотоэлектрическая ампула освещена, то вследствие изменения положения зеркальца, отраженный пучек лучей проходит через деградированный экран в точке, более или менее отдаленной от центра — и тем более отдаленной, чем сильнее проходящий через осциллограф ток, т. е. чем сильнее освещение ампулы. В зависимости от этого обстоятельства интенсивность изображения g будет меняться согласно изменениям интенсивности света, падающего на ампулу.

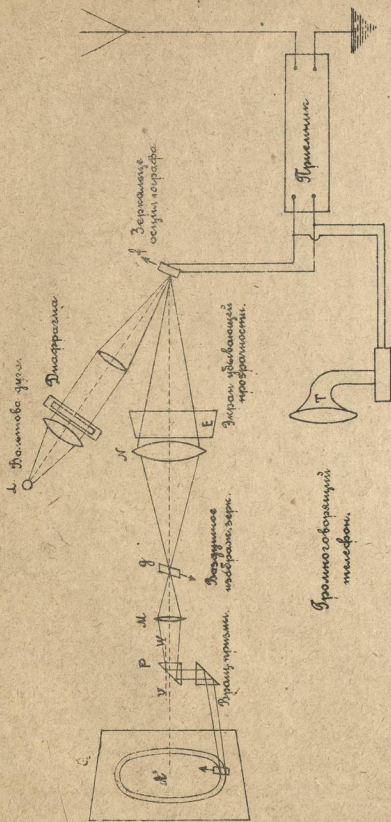
Установка дополняется линзой M , системой P призм полного внутреннего отражения, вращающихся вокруг оси vw , и проекционным экраном Q . На этом экране получается неподвижное изображение зеркальца, когда система призм P неподвижна; если же система P вращается, то за время ее полного оборота изображение зеркальца описывает полный круг.

Система P движется синхронно с системой B передающей станции, т. е. совершает полный оборот в 0,1 секунды, т. ч. глаз видит на экране Q сплошной круг A' — изображение круга A . Если менять силу света круга A , то в круге A' будем наблюдать соответственные изменения. Если изменить взаимное положение призм системы P , то изменится диаметр круга.

Мы предположили, что непрозрачный диск K с отверстиями остается в покое, причем одно из его отверстий находится на пути лучей света, направленного на фотоэлектрическую ампулу. Но этот диск подвижен вокруг оси A , перпендикулярной к его плоскости и параллельной оси xy . Предположим, что он имеет 40 равноотстоящих друг от друга отверстий по своей периферии. Будем его вращать с постоянною скоростью в 5 оборотов в секунду. Тогда в течение одной секунды будет 200



И. Мейера.



Черт. 2.

Страница поперечная.

моментов, а в течение 0,1 секунды 20 моментов освещения ампулы с 20-ю промежутками неосвещения. На экране Q появится 20 светлых пятен, расположенных по кругу A' . Если бы ампула сохранила действие света в течение $1/200$ сек., мы видели бы сплошной круг. Вращающийся диск в сущности для того только и служит, чтобы показать отсутствие последствия света на ампулу.

Экспериментатор Блэн придумал ввести параллельно с осциллографом громкоговорящий телефон T . В то время, как глаз видел на экране 20 светлых пятен, расположенных по кругу, до уха доносился звук, соответствующий 200 колебаний в секунду. При изменении скорости вращения диска изменялись соответственно число пятен на экране и высота звука.

Последствие света на ампулу длится, как показали опыты, менее 10^{-7} сек. Таким образом есть основание рассчитывать на возможность передать на расстояние за 0,1 сек. 20.000 последовательных световых действий на ампулу от 20.000 точек, расположенных на поверхности картинки кинематографических размеров, и воспроизвести эти точки с их относительной интенсивностью на экране A' . Для этого их необходимо разместить в надлежащем порядке при помощи прибора, более сложного по конструкции и движениям, чем система призм. Блэн работает над устройством такого прибора и надеется передать изображение не простого круга, а целой картинки.

Описанный опыт был демонстрирован на торжественном собрании в зале Palais du Trocadéro, вмещающем около 4000 человек зрителей во время чествования 75-ти летнего юбилея физика Бранли в июне 1923 года.

19/X—1923 г. Париж. Франция.

Исследование некоторых схем модуляции в радиотелефонных станциях.

Инж. А. Григорьевой.

В Америке и западной Европе радиотелеграфия и радиотелефония достигли высокой степени развития. Но несмотря на это вопрос о модуляции разработан еще далеко не вполне, и разработка его представляет и там большой интерес. Повидимому все достижения в области изучения модуляции представляют пока секрет фирм, так как в литературе материала из этой области очень мало. В СССР встал вполне настоятельно вопрос о постройке радиотелефонных станций малой и средней мощности. До сих пор мы имеем только две радиотелефонных станции: одну имени Коминтерна в Москве, которую следует отнести

к телефонным радиостанциям большой мощности, и вторую в Екатеринбург, к эксплуатации которой приступили недавно.

При постройке радиотелефонных станций самым трудным вопросом в настоящее время является вопрос о модуляции.

В начале 1923 года мне было поручено заняться этим вопросом в Московской радиолaborатории заводов Треста Слабых Токов. В первую очередь стал вопрос о модуляции малых энергий для радиотелефонных станций пехотных, артиллерийских и т. п. с дальностью действия от 2 км до 10 км. Здесь была применена простая схема модуляции — непосредственно микрофоном на антенну. Она изображена на черт. 1 (стр. 249); C_0 обозначает блокировочный конденсатор, L_m дроссель машины M , L_1 , C_1 контур, защищающий машину от высокой частоты и антенну от коллекторного шума. С этой схемой удалось модулировать свыше 15 *ватт* в антенне. При этой схеме модуляции при помощи микрофона 1) отсасывается энергия из антенны и 2) изменяется частота колебаний антенны. Величину отсасывания энергии микрофоном мы можем заметить по осциллографу, изменение же частоты можно уловить только при приеме на настроенный контур. Этим надо объяснить то, что несмотря на небольшую сравнительно модуляцию, отмечаемую осциллографом, мы в действительности благодаря еще изменению частоты имеем более глубокую модуляцию и вследствие этого хорошую дальность действия этих радиостанций.

При этой схеме получена очень чистая и правильная (по тембру) передача речи. Глубина модуляции при произнесении средним голосом (как будут говорить при эксплуатации) буквы „а“ достигла 30%.

Следующей задачей было изучение модуляции по схеме черт. 2. Схема эта уже несколько сложнее схемы 1, и в ней модуляция достигается уменьшением потенциала на сетке генераторной лампы микрофоном через посредство вторичной обмотки микрофонного трансформатора. При работе по этой схеме получена чистая и правильная (по тембру) передача речи и глубина модуляции более значительная.

Сравнение этих двух схем модуляции было произведено при работе на одну и ту же сеть и с сохранением всех других частей схемы, кроме подобранных на максимум модуляции катушек для каждой схемы; быстро переключались постоянные части станции с одной схемы на другую. По осциллографу глубина модуляции при произнесении нормальным голосом „а“ определялась в 45%. При измерении модуляции по осциллографу одновременно контролировалась правильность передачи речи приемом на слух.

Изучением этих двух схем и испытанием их в работе на небольшие расстояния был выяснен вопрос о постройке радиотелефонных станций малой мощности.

По характеру заданий тресту заводов Слабого Тока дальше выдвигался вопрос о модуляции энергии от одного киловатта до 3 киловатт. По данным приближенного теоретического подсчета, а главным

образом на основании опытного материала при пред'идущих схемах можно смодулировать энергию в 50—100 раз большую модулированной энергии микрофона. „Модулированной энергией микрофона“ я называю произведение из квадрата изменения силы тока микрофона на его сопротивление. Для типа микрофона, употреблявшегося во время всех опытов по модуляции (английский микрофон), это будет:

$$\Delta I_m^2 R = (0,45 - 0,35)^2 15 = 0,15 \text{ ватта.}$$

Таким образом для мощностей порядка киловатта надо было искать другую схему модуляции. В первую очередь явилась мысль изучить схему Хейсинга, как схему уже вполне себя зарекомендовавшую и пригодную для любых мощностей (черт. 3). Кроме прежних обозначений черт. 1 и 2, на этом чертеже L обозначает самоиндукцию для защиты лампы 1 от колебаний высокой частоты, генерируемых лампой 2; E_c небольшая батарея для обеспечения возможности стать в нужной точке характеристики модуляции. С этой схемой получена модуляция, уже по глубине определяемая в 100%—80%, и очень чистая передача речи. Тембр голоса передается гораздо лучше, чем при пред'идущих схемах модуляции. Есть какая то сочность, звучность голоса, какой не замечалось при пред'идущих опытах.

Как видно из самой схемы, налаживание ее уже гораздо труднее, чем в пред'идущих схемах, в виду важной роли, какую играют дросселя и в виду существования нескольких ступеней модуляции; но после выбора данных схемы станция работает вполне надежно. Есть одно неудобство этой схемы; здесь надо иметь двойной комплект ламп модулируемой мощности. Если, например, желая иметь в антенне один киловатт модулированной энергии, мы должны поставить генераторную лампу мощностью в 1 кв, то должны и модуляторную лампу взять тоже в 1 кв.

При сравнительной дороговизне ламп и небольшой долговечности мощных ламп в эксплуатационном отношении это довольно существенное неудобство. Кроме того надо заметить, что и расход энергии при этой схеме удваивается, а следовательно источник энергии (машина) должна быть взята приблизительно двойной мощности.

Модуляция по Хейсингу применяется в схеме, которая в значительной степени свободна от указанных неудобств. Именно схема Хейсинга употребляется непосредственно после микрофонного трансформатора, а затем модулированная по Гейрингу слабая сравнительно энергия усиливается (эта схема была испытана). При такой схеме двойной комплект ламп мы имеем на малой мощности, лампа же большой мощности употребляется одна; мощность машины определяется главным образом мощностью этой большой лампы.

Желание возможно полнее изучить вопрос о модуляции и после этого выбрать наиболее удобную во всех отношениях схему привело к изучению модуляции по следующей сравнительно новой схеме (черт. 4).

В этой схеме при разговоре мы изменяем сопротивление малой лампы I. Эта лампа по мощности может быть взята в 500—600 раз меньше лампы, работающей непосредственно на антенну, т.е. лампы, определяющей передаваемую мощность. Изменяя сопротивление этой лампы, мы изменяем сопротивление, шунтирующее конденсатор (C_{c2}), входящий в цепь сетки лампы II, и вместе с тем изменяем часть постоянного напряжения батареи E_{c2} , падающего на сетку-нить лампы II. Лампа II в данном случае работает, как генератор с самовозбуждением, и, изменяя данные цепи сетки этой лампы, мы изменяем условия генерации энергии этой лампой, а следовательно изменяем величину переменного тока в замкнутом контуре этой лампы.

С самоиндукцией замкнутого контура этой лампы связана индуктивно цепь сетки лампы III. Лампа III здесь работает, как генератор с независимым возбуждением, и потому в антенне мы будем иметь изменения тока, вполне следующие за изменениями напряжения на сетке этой лампы, а следовательно и за изменениями силы тока в контуре лампы II.

При такой схеме мы имеем возможность уже модулировать энергии в 1000—20000 раз больше модулированной энергии микрофона. При этом мощная лампа здесь имеется только одна, работающая непосредственно на антенну; остальные все мощности гораздо меньше ее. Так например, для мощности в 1 кв в антенне надо иметь лампу II мощностью в 70—100 ватт, а лампу I мощностью в 2—3 ватта.

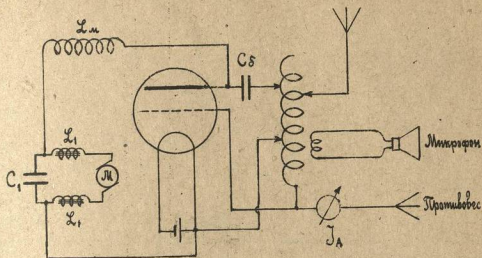
Теперь я хочу несколько подробнее остановиться на исследовании этой схемы модуляции, оставляя первые три схемы до другого раза.

Изучение модуляции сводится, главным образом, к нахождению условий получения наилучшей статической характеристики модуляции. Статической характеристикой модуляции мы называем зависимость тока антенны от изменения напряжения на сетке модуляторной лампы I: $I_A = f(E_{c1})$.

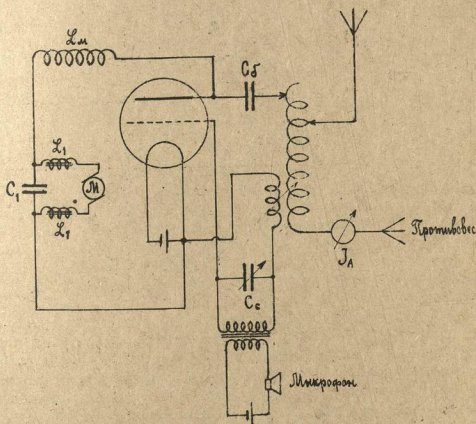
Пользование такими характеристиками, как это делает, например, сотрудник Кюна Гейслер¹⁾ при его работах со схемой Кюна (то же, что схема Хейсинга), весьма удобно на практике, так как эта характеристика дает представление о том, какое надо приложить переменное напряжение на сетку модуляторной лампы при помощи вторичной обмотки микрофонного трансформатора, чтобы получить в антенне изменение тока от 0 до $I_{A \text{ макс.}}$, если параллельно конденсатору C_{c2} нет сопротивления постоянного, или от $I_{A \text{ миним.}}$ до $I_{A \text{ макс.}}$, если параллельно конденсатору имеется постоянное сопротивление R_c (черт. 7). Чем эта характеристика круче, тем меньшими колебаниями напряжения на сетке модуляторной лампы мы сможем сильно изменять ток антенны, т.е. тем более слабым голосом можно говорить в микрофон и все же получать при этом хорошую передачу речи. Но здесь есть предел, кото-

¹⁾ E. Geissler, *Jahrb. d. d. T. u. T. B.* 21; H. 2, S. 120.

К статье А. Григорьевой.

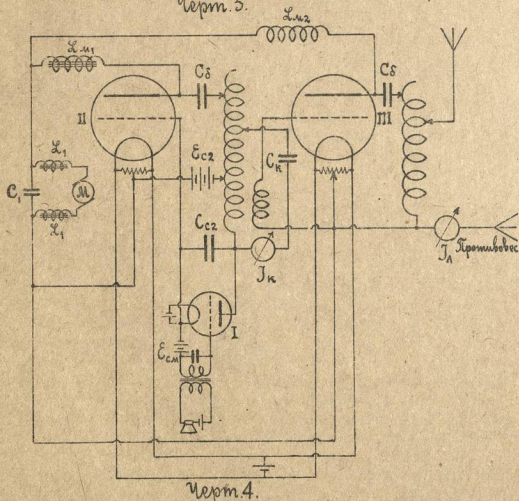
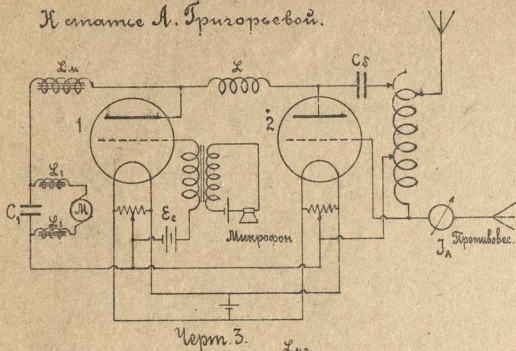


Черт. 1.



Черт. 2.

К станам А. Труворовой.



рый ставится условием правильной передачи речи, т.-е. без всяких, по возможности даже и слабых, искажений тембра речи, не говоря уже об искажении самих букв. Выяснено, что при очень крутых характеристиках мы именно имеем искажение тембра и передачу сильных звуков с искажением.

Для получения правильной передачи речи необходимо, чтобы характеристика эта была прямолинейна на значительной, по возможности, части своей длины. Вообще она имеет вид, напоминающий нормальную статическую характеристику катодной лампы (черт. 5). Если эта характеристика не прямолинейна по всей своей длине, то добавочным потенциалом на сетку модуляторной лампы нужно стать на прямолинейном участке этой кривой.

Так как эта характеристика статическая, то, конечно, одного осуществления хорошей характеристики еще недостаточно для получения хорошей модуляции, но все же без осуществления хорошей характеристики невозможно получение хорошей передачи речи.

Рассмотрим сначала первую часть системы, т.-е. удалим из общей схемы черт. 4 контур лампы III; в таком случае получится схема черт. 7. Важной частью этой схемы является группа: конденсатор, шунтированный цепью цилиндр—нить модуляторной лампы. Вследствие связи и сетки генераторной лампы с замкнутым контуром, на сетку подается через конденсатор напряжение, изменяющееся с частотой колебаний замкнутого контура. При включении только одного конденсатора мы сможем возбудить колебания в течение очень короткого промежутка времени, т.-к., как только возникнут слабые колебания, будет на сетку передано переменное напряжение, вследствие которого ток сетки увеличится (перед этим мы стоим на 0 характеристики), и отрицательно заряженные электроны пойдут от сетки во внешнюю цепь сетка—нить. Вследствие этого обкладка конденсатора, соединенная с сеткой, зарядится отрицательно до некоторого потенциала. При каждом последующем колебании отрицательный заряд будет увеличиваться и по прошествии короткого промежутка времени этот отрицательный заряд будет настолько велик, что колебания прекратятся.

Чтобы избежать этого, надо конденсатор шунтировать сопротивлением такой величины, чтобы отрицательный потенциал конденсатора не мог слишком возрасти, вследствие разряда конденсатора через это сопротивление. Изменяя следовательно величину сопротивления, шунтирующего этот конденсатор, мы можем таким образом изменять величину среднего отрицательного потенциала на сетке генераторной лампы, а следовательно и величину энергии замкнутого контура.

Опыт показывает, что энергия замкнутого контура при изменении емкости в цепи C_{c2} изменяется так, как показано на черт. 8 (стр. 333). Таким образом для получения наибольшей энергии можно брать конденсатор и большой емкости: важно только взять его не меньше определенной величины (для частоты 300000 пер. и данной генераторной

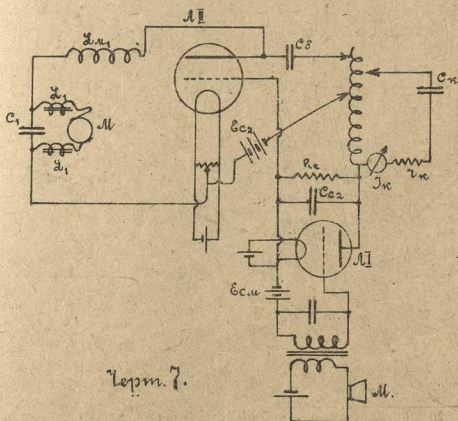
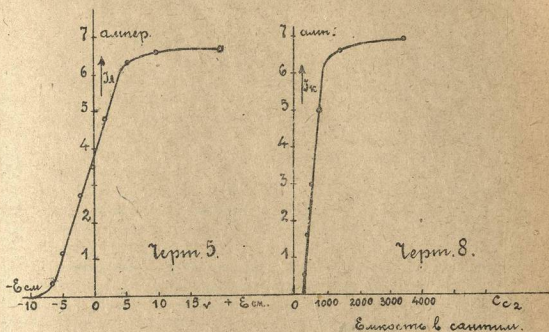
лампы не меньше 1000 см). Но для получения хорошей модуляции емкость этого конденсатора не должна быть очень велика; при большой емкости конденсатор не будет в состоянии успевать заряжаться до необходимого потенциала за время, соответствующее периоду разговорной частоты ($V_{max} = Q/C$). Так при емкости $C_{c2} = 0,15 F = 135000$ см хорошей модуляции получить не удалось, хотя и статическая характеристика модуляции была хороша. При тех же всех условиях, но при $C_{c2} = 4000$ см модуляция сразу была получена хорошая.

При снятии характеристики модуляции или при разговоре мы изменяем потенциал на сетке модуляторной лампы, а следовательно ток цилиндра и сопротивление цилиндр—нить этой лампы. На черт. 9 приведена характеристика модуляторной лампы и изменение сопротивления этой лампы при изменении напряжения на ее сетке. Ток сетки генераторной лампы II может пройти только через модуляторную лампу; следовательно, если мы уменьшим предельный ток, пропускаемый этой лампой, то тем самым мы уменьшим ток сетки генераторной лампы, т.-е. сдвинемся по характеристике генераторной лампы влево. (В первый момент по уменьшению тока цилиндра модуляторной лампы избыток тока сетки генераторной лампы пойдет на заряд конденсатора C_{c2} , вследствие чего отрицательный потенциал этого конденсатора возрастает, и мы передвинемся по характеристике влево).

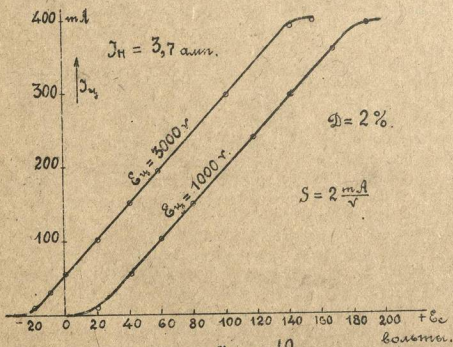
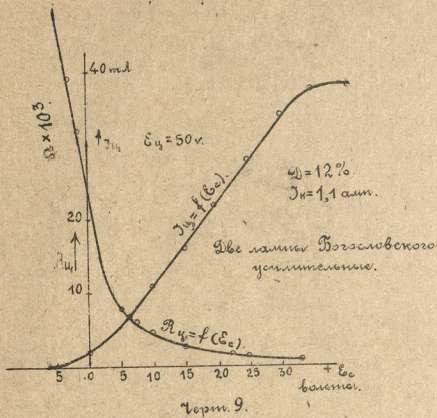
Таким образом модуляторная лампа действует не только, как обыкновенное сопротивление, а как сопротивление, строго регулирующее предельный ток, пропускаемый через него. На основании этого при выборе модуляторной лампы надо обратить внимание на то, чтобы во всяком случае ток насыщения этой лампы был не меньше наибольшего тока сетки генераторной лампы. В цепи сетки генераторной лампы II (черт. 7) мы имеем батарею E_{c2} ; величина напряжения этой батареи обуславливается характеристикой генераторной лампы, и возможны такие случаи, когда эта батарея является совсем излишней. Характеристика лампы Хута, с которой были мною проведены опыты, дана на черт. 10. При лампах, работавших у меня, $E_{c2} = 40$ вольт приблизительно.

В данной схеме (черт. 7) цепь сетки генераторной лампы II состоит из следующих элементов: сопротивление сетка—нить генераторной лампы II, постоянное напряжение батареи E_{c2} , самоиндукция связи цепи сетки с замкнутым контуром, на зажимах которой мы имеем переменное напряжение $c = E \sin \omega t$, которое можно заменить эффективным значением его, и сопротивление цепи цилиндр—нить модуляторной лампы I. Изменяя в этой цепи сопротивление модуляторной лампы I, мы будем как бы изменять величину постоянного напряжения, приложенного к сетке—нить генераторной лампы II. Таким образом при разговоре в цепи сетки изменяется несколько величин одновременно, в виду чего нахождение аналитического выражения, связывающего эти величины и дающего возможность правильно подсчитать интересующие нас величины, довольно затруднительно.

Имя А. Трусовой.



К статье А. Тригорьевой.



Чтобы подвести итог всему сказанному разберем какойнибудь пример; возьмем случай, когда, произнося какойнибудь звук в микрофон, мы увеличиваем сопротивление модуляторной лампы I по сравнению с предыдущим моментом; тогда 1) разряд конденсатора C_{c2} замедлится и среднее отрицательное напряжение на его зажимах увеличится; 2) вместе с увеличением сопротивления мы уменьшим ток цилиндра лампы I, а следовательно часть тока сетки генераторной лампы II, проходящая прямо через модуляторную лампу, уменьшится, а, значит, увеличится ток, идущий на заряд конденсатора, и вследствие этого отрицательное напряжение на конденсаторе еще увеличится; 3) вследствие увеличения сопротивления лампы I увеличится часть постоянного напряжения батареи E_{c2} , приходящаяся на эту лампу, а следовательно уменьшится часть положительного напряжения, приходящегося на сетку—нить генераторной лампы II. (То, что здесь говорится о постоянном напряжении, относится также и к эффективному значению переменного напряжения.) Все эти три обстоятельства складываются, и все три способствуют уменьшению энергии замкнутого контура. Точно так же при уменьшении сопротивления модуляторной лампы опять все три обстоятельства сложатся и вызовут увеличение энергии замкнутого контура.

Кривые черт. 11 указывают на изменения в характеристиках при изменении величины напряжения батареи E_{c2} . Испытание модуляции на слух показало, что при $E_{c2} = 40$ V получится самая лучшая по чистоте и силе передачи речь. Испытание передачи было произведено при разных положениях на характеристиках. Прием производился: 1) на детектор и 2) на приемник с обратной связью (в 4 этаже; передатчик, работавший на замкнутый контур, помещался во 2 этаже).

Если мы возьмем простую схему лампового генератора (без усиительного контура лампы III и без конденсатора при модуляторной лампе I, т.е. по схеме черт. 12) и будем изменять напряжение на сетке генераторной лампы и измерять переменный ток в замкнутом контуре при одной связи сетки с замкнутым контуром, затем при другой и т.д., то получим серию кривых черт. 13. Из этих кривых мы видим, что только при более слабой связи сетки с замкнутым контуром мы имеем возможность при помощи изменения напряжения на сетке генераторной лампы *плавно* изменять энергию замкнутого контура. Так как при модуляции мы стремимся изменением напряжения на конденсаторе (или вообще на сетке) изменять энергию, то нам важно выбрать слабую связь. Опыт показал, что для получения хорошей модуляции связь должна быть выбрана именно довольно слабая. Наилучшая связь для модуляции (на черт. 13 связь кривой 3) близка к минимальной связи, при которой колебания еще возбуждаются (кривая 4 черт. 13).

Интересно заметить, что минимальная связь, при которой возбуждаются колебания в схеме с конденсатором и модуляторной лампой (черт. 7), *больше* минимальной связи в схеме без конденсатора (черт. 12)

вследствие того, что конденсатор, шунтированный лампой, сдвигает рабочую точку на характеристике влево, в часть с меньшей крутизной, а следовательно для выполнения условия возникновения колебаний надо взять большую связь. Условие возникновения колебаний будет таково:

$$MS > C_k R_k + L_k,$$

где M есть мера связи, S крутизна характеристики, C_k , R_k и L_k данные замкнутого контура.

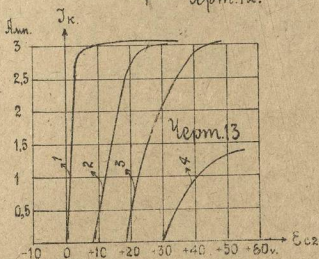
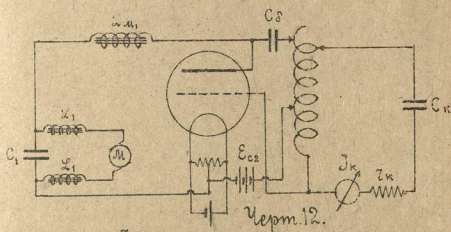
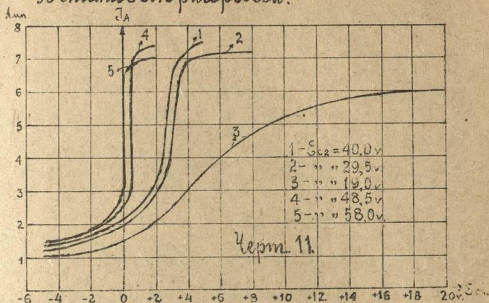
В схеме черт. 7 параллельно конденсатору C_{c2} включено сопротивление R_c . Включение такого сопротивления облегчает работу с этой схемой модуляции, но оно уменьшает глубину модуляции, как показало исследование при помощи осциллографа. Я при своих опытах иногда, когда возникали затруднения в возникновении колебаний, включала сопротивление $R_c = 40000$ ом. Такое сопротивление понижает глубину модуляции очень немного (для данных модуляторных ламп). Сопротивление же в 20000 ом уже довольно сильно ухудшало модуляцию.

Интересной деталью этой схемы является присоединение конденсатора параллельно вторичной обмотке микрофонного трансформатора. Как видно из кривых черт. 14, присоединение конденсатора сдвигает характеристики модуляции вправо и делает их более пологими. Характеристика 13 снята при условиях, подобранных для наилучшей модуляции. Характеристика 15 снята при уменьшенной почти до предела связи сетки генераторной лампы II с замкнутым контуром; остальные условия те же, что и для характеристики 13. Кривые 13' и 15' сняты при соответственно тех же условиях, что и 13 и 15, но при отсутствии конденсатора, параллельного вторичной обмотке микрофонного трансформатора. Емкость конденсатора параллельно вторичной обмотке микрофонного трансформатора должна быть взята не меньше прибл. 1800 см (с точностью до 200 см). Ряд опытов, сделанных с целью выяснить роль этого конденсатора, не привели к вполне определенным результатам, а в дальнейшем не представилось возможности их возобновить.

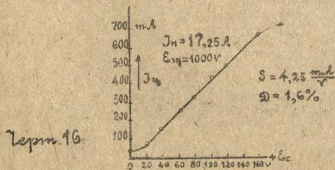
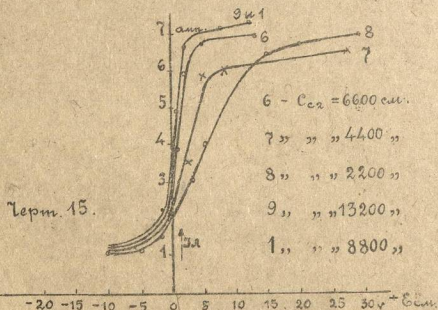
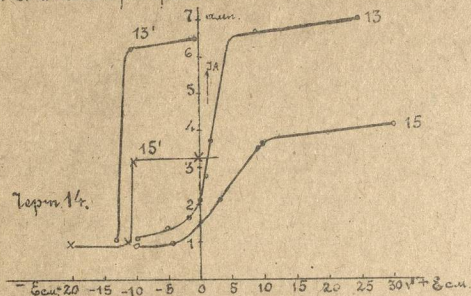
Кривые черт. 15 дают некоторое представление об изменении характеристик модуляции при изменении емкости конденсатора C_{c2} (черт. 4). Модуляция при всех этих характеристиках и в различных точках их была проверена приемом на слух. Оказалось, что при всех этих характеристиках получается чистая передача речи, но сильнее всего слышимость при характеристике 1, т.-е. когда $C_{c2} = 8800$ см. При характеристике 8 ($C_{c2} = 2200$ см) слышимость заметно слабее.

При переходе от схемы черт. 7 к схеме черт. 4 выяснилась только одна интересная деталь. Переход этот произошел без затруднений; выяснено только, что катушка связи цепи сетки лампы III должна быть определенным образом связана с замкнутым контуром лампы II. При

И. Станислав А. Троицкий.



К. снание Л. Трусовой.



перевертывании катушки связи на 180° не только не возникают колебания в антенне, но даже гухнут колебания в замкнутом контуре лампы II. Нормально вся схема работает в том случае, если все соединения сделаны так, что в то время, когда есть ток сетки у лампы II, *нет* тока сетки у лампы III.

Кроме того выяснено, что при полной схеме (черт. 4) нужна *меньшая* связь сетки лампы II с замкнутым контуром, чем при схеме черт. 7; т.-е. колебания контура лампы III облегчают поддержание колебаний в контуре лампы II.

Коэффициент связи между контуром лампы II и сеткой лампы III полезно увеличивать до 60% ; дальнейшее увеличение мало помогает в смысле увеличения энергии антенны и вредно отзывается на модуляции.

Во время опыта было обнаружено, что наилучшая передача речи получается, если на сетку модуляторной лампы дать небольшое постоянное отрицательное напряжение порядка 1—2 В. При отрицательном напряжении на сетке модуляторной лампы мы освобождаемся от тока сетки во вторичной обмотке микрофонного трансформатора, и таким образом улучшаем условия работы трансформатора. Но кроме этого обстоятельства влияет еще, повидимому, в более сильной степени то, что в этом случае мы становимся на той части характеристики модуляторной лампы, где сопротивление цилиндра—нить этой лампы изменяется очень сильно при уменьшении вольтажа на сетке лампы. А так как при этой схеме мы именно стремимся микрофоном изменять сопротивление, шунтирующее конденсатор C_{c2} , то и понятно, отчего здесь будет лучшая передача речи. Модуляция по этой схеме имеет еще одно существенное преимущество. При разговоре мы становимся на начало статической характеристики, т. е. при отсутствии передачи речи ток антенны равен незначительной части максимального тока (при $I_{A \max} = 8 \text{ A}$, $I_{A0} = 0,5\text{—}1,0 \text{ A}$). Таким образом при отсутствии передачи антенна излучает около 2% своей максимальной энергии; соответственно мал и расход энергии машины высокого напряжения. Во время разговора увеличивается ток антенны, и увеличивается ток цилиндра ламп II и III. Следовательно нагруженными оказываются машина и лампы только во время разговора.

Привожу статическую характеристику лампы III, роль которой исполняли три лампы Богословского (в виду отсутствия в тот момент более мощных) по 250 ватт, соединенные параллельно (черт. 16).

Итак из рассмотренных 5 схем модуляции первые две (черт. 1 и 2) пригодны для модуляции небольших энергий, последние три (черт. 3 и 4) и схема Хейсинга с применением самой мощной лампы, как усилителя, могут употребляться при модуляции больших энергий. При первых двух схемах глубина модуляции была достигнута до 50% , при последних трех схемах глубина модуляции достигала до 100% . Схема черт. 7 обладает следующими преимуществами по сравнению со схемой

Хейсинга оригинальной (черт. 3) и измененной: 1) она более экономична, 2) она дает более чистую передачу речи; при передаче музыкальных произведений это ее качество должно быть особенно ценно. Эта чистота передачи была отмечена во время моих опытов и ее отмечает и Шеффер (Телефункен)—автор подобной же схемы.

Москва, 1 III. 1924 года.

Сравнение емкостей посредством катодного реле.

К. Горбачева.

В заметке, помещенной в ТиТбп № 24, мною описаны результаты измерения некоторых емкостей посредством схемы, в которой одно и то же катодное реле используется для получения тока насыщения, заряжающего емкость, и для измерения разности потенциалов обкладок заряженной емкости. В описанной схеме необходимой частью является чувствительный гальванометр (10^{-8} А). Имея в виду сделать измерение емкостей посредством схемы с катодным реле более практичным, я произвел опыты измерений емкостей сравнением их с эталонами емкостей. Если один и тот же ток силой i заряжает емкость C_x и C_N в течение промежутков времени t_1 и t_2 до потенциалов V_1 и V_2 , то очевидно, что:

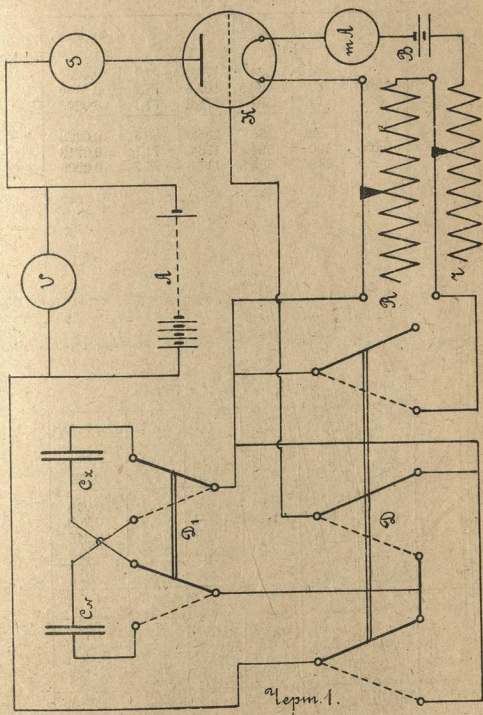
$$C_x = \frac{C_N \frac{V_2}{t_2}}{\frac{V_1}{t_1}}.$$

Для измерения V_1 , V_2 , t_1 , t_2 была собрана схема (черт. 1), в которой: A батарея высокого напряжения; B батарея накала; C_x , C_N емкости; D_1 , D переключатели: включающий для измерений одну из емкостей; включающий измеряемую емкость в цепь анода с одновременным уменьшением тока накала, или же включающий в цепь сетки с одновременным увеличением накала нити; G гальванометр цепи анода (10^{-5} А); K катодное реле; MA миллиамперметр цепи накала; R и r реостаты, регулирующие накал; V вольтметр, измеряющий напряжение на зажимах цепи анода.

Напряжения, до которых заряжались емкости, измерялись посредством катодного реле по характеристикам, изображенным в заметке: „Измерение емкостей посредством одного катодного реле“ ТиТбп № 24.

В нижеследующих таблицах приведены результаты измерений. Здесь приняты следующие обозначения: C_x , C_N величина емкостей в μF ; t_1 , t_2 время заряда в секундах; E напряжение на аноде в вольт-

К статье К. Топарева.



тах; i сила тока в цепи анода во время измерения напряжения в 10^{-5} А; V_1 , V_2 разность потенциалов обкладок заряженной емкости в вольтах.

ТАБЛИЦА 1.

C_N	t_2	E	i	V_2	$C_N V_2 / t_2$
0,02	60	594	176,0	71,1	0,0237
	80	600,5	102,8	77,2	0,0193
	70	594	176,0	71,1	0,0203
0,03	90	585	235,0	66,8	0,0223
	100	594	176,0	71,1	0,0213
	110	595,5	117,6	75,7	0,0206
0,04	120	585	235,0	66,8	0,0223
	130	594	176,0	71,1	0,0219
	150	600,5	102,8	77,2	0,0206
Среднее.	—	—	—	—	0,0214

В таблице 1: C_x и C_N взяты из одного магазина емкостей, накал для заряда 0,305 А. $C_x = 0,004$; $t_1 = 15$; $V_1 = 85$; ($E = 606$; $i = 44,0$).

Поэтому $\frac{v_1}{t_1} = 5,67$; $C_x = \frac{0,0214}{5,67} = 0,0038$ с погрешностью в 5%.

ТАБЛИЦА 2.

C_N	t_2	E	i	V_2	$C_N V_2 / t_2$
0,08	2,5	592,5	193	70,0	0,224
	2,8	597,0	148,4	79,3	0,227
0,09	2,8	586,0	268,0	65,4	0,210
	3,2	597,5	141,0	73,9	0,208
	3,3	602,5	89,0	78,8	0,215
	3,4	605,0	59,5	82,8	0,218
Среднее.	—	—	—	—	0,217
C_x	t_1	E	i	V_1	V_1 / t_1
0,011	3,0	583,0	297,0	63,8	21,27
	3,5	601,0	104,0	77,2	22,06
	3,7	590,0	223,0	68,1	18,41
	4,0	599,0	119,0	75,5	18,88
Среднее.	—	—	—	—	20,155

В таблице 2: C_N взято из магазина, C_x батарея из 9 лейденских банок Маркониевской станции, накал для заряда 0,07 А.

Подсчет дает $C_x = \frac{0,217}{20,155} = 0,0107$.

Измерение мостиком Зейбта дало 9900 см т.-е. $C_x = 0,011 \mu F$.

Как видно из приведенных таблиц, сравнение емкостей посредством схемы с катодным реле может дать результаты, имеющие погрешность в среднем около 5%. Эта сравнительно большая величина погрешности обязана в некоторой своей части наблюдениям (в последнем случае в течение 3—4 секунд произведен отсчет трех приборов, включение емкости на заряд и переключение ее для измерения напряжения), но можно полагать, что некоторая часть погрешности обусловлена утечкой тока. В таблице 3 приведены результаты измерений над емкостями, составленными из равных емкостей взятых в двух последовательно соединенных магазинах; накал для заряда = 0,150 А.

ТАБЛИЦА 3.

C_N	t_2	E	i	V_2	$C_N V_2 / t_2$
0,025	14,0	602,0	89,0	78,7	0,140
	14,0	603,5	74,0	80,5	0,144
Среднее.	—	—	—	—	0,142
C_x	t_1	E	i	V_1	V_1 / t_1
0,01	5,0	598,0	134,0	73,7	14,74
	5,0	594,0	178,0	71,0	14,20
	5,0	592,5	193,0	70,0	14,00
Среднее.	—	—	—	—	14,31

Отсюда $C_1 = \frac{0,142}{14,31} = 0,0099$ с погрешностью 1%.

Научно-Испытательная Станция
Закнаркомпочтеля.
10 февраля 1924 года. Тифлис.

Тональная модуляция незатухающих колебаний¹⁾.

Александра Минца.

Еще недавно в радиотехнике был принят взгляд, что тональная модуляция незатухающих колебаний должна применяться в тех случаях, когда желательно использовать простейшее средство для радиоприема, то-есть детекторные приемники. Однако, в последнее время ряд работ Ценнека, Мауца и Йооса²⁾, а также ряд исследований автора настоящей статьи, произведенных в течение 1922—24 гг. показали, что тональная модуляция заслуживает значительно большего внимания, чем ей уделялось доселе, а также, что ей принадлежат некоторые области, в которых она дает исключительные преимущества.

Предметом настоящей статьи является с одной стороны краткий обзор исследований упомянутых авторов, а с другой—опубликование результатов работ автора, производившихся в течение последних двух лет в лабораториях военного ведомства.

§ 1. Ценнек и Йоос указывают в своей работе, что область длинных волн при современном развитии радиосвязи становится все более и более тесной. Взаимное гетеродинирование на смежных волнах является серьезнейшим источником помехи. Поэтому требуется достаточное расхождение длин волн передающих радиостанций. Между тем, применение тональной модуляции, может привести при звуковой селективности (монотелефон, фильтр-схемы или регенерация на звуковой частоте) к одновременной передаче несколькими радиостанциями на одной волне, модулированной различными тонами низкой частоты. Последнее обстоятельство позволяет значительно увеличить число одновременных передач без помехи для приема и этим несколько отодвинуть угрожающую „тесноту в эфире“.

С другой стороны автором указывались³⁾ неудобства применения гетеродинного приема *коротких волн*, в виду исключительной чувствительности тона биений к малейшим изменениям настройки передатчика или приемника.

Если взять для примера длину волны $\lambda = 300$ метров ($n_1 = 10^6$

¹⁾ Доложено на общем собрании РОРИ 22 апреля 1924 года.

²⁾ Maucz und Zenneck, *Jahrb. B. 21, p. 2 u. 22. 1923 z.* Joos und Zenneck, *Jahrb. B. 22, p. 93. 1923 z.*

³⁾ А. Минц, „Техника и Снабжение Красной Армии“. Отдел: Связь Красной Армии, №№ 98—99, стр. 53.

пер/сек) и тон биений $h = 500$ пер/сек, то частота гетеродина должна быть

$$h_2 = 1.000.000 - 500 = 999.500 \quad (\lambda = 300,15 \text{ м}),$$

то-есть расстройка местного источника колебаний относительно входящих волн будет $0,05\%$. Отсюда непосредственно следует вывод, что малейшая расстройка передатчика относительно приемника поведет к полной невозможности приема, то-есть, если длина волны передатчика изменится всего на 15 см, то прием исчезнет полностью, так-как в этом случае $h = 0$; если же это изменение будет на 7,5 см ($0,025\%$), то тон изменится на октаву, что безусловно будет мешать приему. Кроме того надо указать, что достаточно, чтобы эта расстройка произошла между передатчиком и приемником, то-есть часть ее может быть в передатчике, а часть в приемнике, тогда для изменения или исчезновения тона биений достаточно еще меньших изменений настройки при противоположных одновременных изменениях на каждой стороне.

Для более коротких волн условия приема окажутся еще худшими, для более длинных (до 1000 м) они будут несколько лучше.

Изменение длины волны лампового генератора (передатчика или приемника) может произойти по двум причинам: во-первых, благодаря изменению параметров колебательной цепи и во-вторых, благодаря изменению режима лампы. Изменение параметров колебательной цепи может произойти или вследствие изменения положения или длины (под влиянием ветра) антенны, или емкости катушек самоиндукции передатчика или приемника, благодаря перемещению руки или тела радиотелеграфиста. Чтобы показать основательность этих предположений, обратимся к формуле Томсона, которая для нашего случая будет иметь вид

$$\lambda = \frac{2\pi}{100} \sqrt{(L + L_1)(C + C_1)},$$

где L и C динамические величины самоиндукции и емкости антенны, а L_1 и C_1 самоиндукция и емкость удлинительной катушки. Обозначив $C + C_1 = C'$, определим $\Delta C'$, требуемое для исчезновения приема при волне в 300 м и емкости сети в 500 см (для сетей малых станций величина емкости обычно значительно ниже, а следовательно, наш вывод еще более действителен). Так как

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{\sqrt{C' + \Delta C'}}{\sqrt{C'}} - 1,$$

то, подставив численные значения согласно сказанному выше:

$$\frac{0,15}{300} = \frac{\sqrt{500 + \Delta C'}}{\sqrt{500}} - 1,$$

получим

$$\Delta C' = 22,372^2 - 500 = 500,506 - 500 = 0,506 \text{ см},$$

то-есть достаточно изменения емкости всего на 0,5 см, чтобы прием стал невозможным. Для колебаний тона биений достаточно еще меньших изменений $\Delta C'$. Такие ничтожные изменения емкости вполне могут произойти от перемещения тела или руки радиотелеграфиста относительно приборов передатчика или приемника. Более того, можно утверждать, что при механических колебаниях бронзового канатика антенны и противовеса, благодаря ветру, величины $\Delta C'$ и $\Delta L'$ дадут более значительные изменения длины волны, чем это указывалось выше, тем более, что при максимальных отклонениях от среднего положения увеличится длина канатика, благодаря чему еще увеличится $\Delta \lambda$.

Изменение режима лампы при нажатии ключа, а также при изменении накала, также может несколько изменить длину волны лампового генератора, каковая определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{2\pi}{100} \sqrt{\frac{L' C'}{1 + R/R_i}},$$

где R сопротивление колебательной цепи, а R_i внутреннее сопротивление лампы. Правда, колебания R_i невелики и вообще R/R_i есть величина малая, но при не вполне совершенной откатке лампы или при применении мощных ламп (или большого числа маломощных ламп), работающих при низком анодном напряжении, изменение волны может стать значительным, и во всяком случае следует помнить, что и эта причина в совокупности с указанными выше может привести к нежелательной расстройке.

Таким образом, из всего сказанного следуют выводы, что при приеме длинных волн тональная модуляция приводит к благоприятным результатам (Ценнек и Йоос) и при приеме коротких волн, вследствие ненадежности гетеродинного метода приема, следует применять тональную модуляцию незатухающих колебаний (Минц).

§ 2. Тональная модуляция незатухающих колебаний должна рассматриваться, как частный случай радиотелефонной модуляции, когда ток высокой частоты модулируется лишь одним тоном, вместо целого комплекса тонов низкой частоты. Поэтому и рассмотрение природы незатухающих колебаний с тональной модуляцией должно происходить на тех же основаниях, что и для радиотелефонии. Методы тональной модуляции при применении ламповых генераторов мало отличаются от методов модуляции радиотелефонной.

Уравнение для силы тока высокой частоты (угловая частота ω), модулированного тоном низкой частоты (угловая частота Ω), будет

$$i = I_0 (1 + K \cos \Omega t) \sin \omega t,$$

где I_0 амплитудное значение немодулированного тока высокой частоты, а K коэффициент модуляции ($K \leq 1$). Отсюда:

$$i = I_0 \sin \omega t + K I_0 \sin \omega t \cos \Omega t$$

или

$$i = I_0 \sin \omega t + \frac{K I_0}{2} \sin (\omega + \Omega) t + \frac{K I_0}{2} \sin (\omega - \Omega) t.$$

Так как $\Omega = 2\pi N$ и $\omega = 2\pi n$, то

$$i = I_0 \sin 2\pi n t + \frac{K I_0}{2} \sin 2\pi (n + N) t + \frac{K I_0}{2} \sin 2\pi (n - N) t.$$

Таким образом, модулированный ток имеет слагающие трех частот: n , $n + N$ и $n - N$. Так как обычно N мало по сравнению с n , то все три частоты близки друг к другу, поэтому получается одна настройка, но несколько менее острая. Однако последнее обстоятельство имеет существенное значение лишь при больших длинах волн и высоких тонах модуляции. При коротких же волнах и низких тонах модуляции это уменьшение остроты настройки становится едва заметным. Мауц указывает, что при длине волны в 3000 м и тоне в 500 пер/сек, декремент затухания волномера оказался равным 0,078, тогда как при той же волне и немодулированных колебаниях он равнялся 0,062. Измерения автора при длине волны 480 м и тоне 300 пер/сек показали (см. черт. 1, стр. 269), что декремент затухания волномера $\delta = 0,058$, тогда как пометка фирмы (Marconi Wireless Telegraph Co) указывает для этой длины волны декремент 0,053. Совпадение этих величин достаточно удовлетворительное, а следовательно мы можем сделать вывод, что практически при применении коротких волн и низких тонов модуляции с понижением остроты настройки не приходится считаться. Для сравнения результатов при длинных и коротких волнах даем табличку:

Длина волн λ	Частота тона	Декремент вычислен- ный из ре- зонаансной кривой	Истин- ный де- кремент.	Ухудше- ние ост- роты на- стройки.	Автор данных.
3000 м	500 п/с	0,078	0,062	20,5%	Мауц
481,5	300	0,058	0,053	8,6	Минц

§ 3. Методы тональной модуляции могут быть весьма различны. Главные из них разделяются на две группы: 1) модуляция на сетке и 2) модуляция на аноде.

Обычно определяются два метода модуляции на сетке—модуляция при помощи прерывания цепи сетки лампового генератора (черт. 2) помощью специального прерывателя K и модуляция при помощи питания цепи сетки лампового генератора источником переменного тока звуковой частоты. На черт. 3 изображена схема модуляции такого рода, причем G изображает генератор переменного тока, энергия коего через трансформатор T подается в цепь сетки лампового генератора. Второй метод имеет все недостатки радиотелефонной модуляции на сетке и так же не допускает высоких коэффициентов модуляции. Лучшая область его применений—короткие волны и низкие тона.

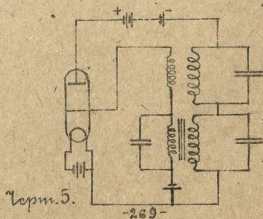
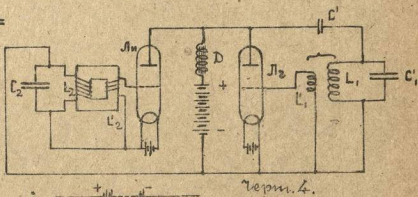
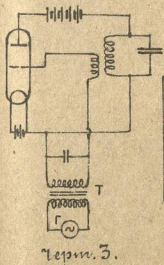
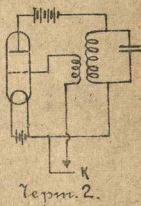
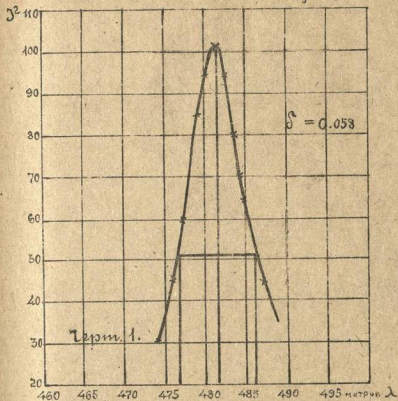
Модуляцию на аноде следует предпочесть модуляции на сетке, так как устойчивость колебательного процесса при этом методе значительно выше. Кроме того, при правильном выборе схемы, коэффициент модуляции может быть получен равным 100%. Мы ограничимся приведением незначительного числа схем модуляции на аноде.

При питании анодной цепи генераторных ламп постоянным током хорошие результаты могут быть получены применением схемы Хиссинга (черт. 4). L_1 и L_2 изображают генераторную и модуляторную лампы одинаковой мощности, $L_1 C_1$ контур высокой частоты лампового генератора с самовозбуждением, $L_2 C_2$ контур звуковой частоты звукового генератора с самовозбуждением, D модуляторная дроссель в анодной цепи. Действие схемы понятно из общей теории модуляции по схеме Хиссинга.

Возможно осуществить генерацию токов высокой и низкой частоты в одной лампе, для каковой цели Ценнек и Мауц включают оба колебательных контура в анодную цепь одной лампы (черт. 5). На деталях этой схемы мы не останавливаемся, так-как ее действие достаточно просто.

Простейшим методом модуляции на аноде является питание анодной цепи переменным током звуковой частоты. При этом возможно использование полностью энергии переменного тока путем питания анодов двух ламп по очереди во времени (черт. 6, стр. 270). Такую схему мы назовем схемой двухполупериодной модуляции. Напряжение генератора переменного тока звуковой частоты повышается трансформатором T , имеющим две вторичные обмотки II и III. Генераторные лампы L_1 и L_2 питаются энергией от трансформатора T таким образом, что во время отрицательной половины периода напряжения на аноде одной из ламп, на аноде другой лампы напряжение положительно. Сетки обеих ламп соединены параллельно, и в цепь их включена катушка L' , связанная с колебательным контуром LC , блокированным от цепи низкой частоты конденсаторами C' и C'' .

К станку А.А. Минина.



К статье Я. Я. Минца.

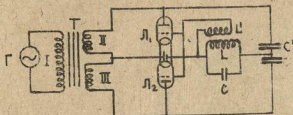


Рис. 6

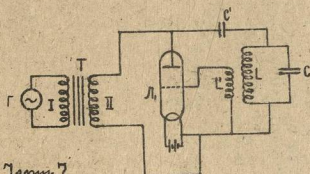


Рис. 7.

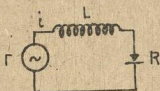


Рис. 8.

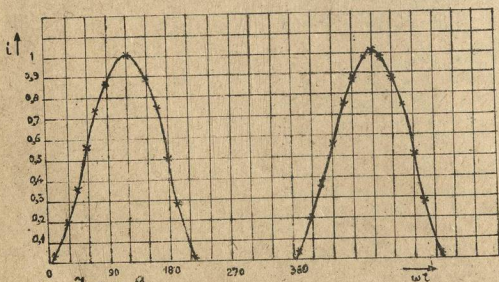


Рис. 9.

Возможно применить схему, при которой в анодной цепи будет использована лишь половина энергии переменного тока, и тем не менее слышимость радиостанции, на коей применена такая схема, будет не только не менее, но даже более слышимости станции с двухполупериодной модуляцией. На черт. 7 изображена такая схема, которую мы будем называть схемой однополупериодной модуляции. На этой схеме приняты те же обозначения, что и на черт. 6. Так-как, насколько нам известно, в литературе до сих пор никогда не указывались упомянутые преимущества однополупериодной модуляции, мы подробно рассмотрим в нижеследующем §-е вопросы передачи и приема при двух и однополупериодной модуляции.

§ 4. Эффект приема незатухающих колебаний с тональной модуляцией зависит от глубины модуляции; поэтому главную роль играет не действующая сила тока в колебательной цепи, а коэффициент модуляции. Для выяснения этого вопроса рассмотрим протекание явлений в цепи, содержащей вентиль и самоиндукцию, примером чего может служить трансформатор с некоторым рассеянием, питающий анодную цепь лампы. При этом следует помнить, что сила тока в колебательной цепи пропорциональна переменной слагающей силы тока в цепи анода, а следовательно глубина модуляции в колебательной цепи пропорциональна модуляции анодного тока.

Для цепи, содержащей вентиль, имеющий сопротивление R и самоиндукцию L (черт. 8), и питаемой источником переменного тока I . Н. Папалекси¹⁾ вывел следующее уравнение для тока:

$$i = \frac{E_0 \cos \varphi}{R} [\sin(\omega t - \varphi) + \sin \varphi e^{-\frac{\omega t}{\tan \varphi}}],$$

где $\tan \varphi = \omega L/R$. Исследование этого уравнения показывает, что ток через вентиль продолжается в том же направлении и после окончания полупериода проводимости вентиля. Уравнение это действительно для вентиля, имеющего прямолинейную характеристику.

Автором вычислены по этой формуле значения силы тока в цепи в зависимости от времени, причем для расчета были взяты условия, с коими приходилось экспериментировать, а именно $L = 7,5$ генри, $R = 25.000$ ом и $\omega = 2000$. Результаты этого вычисления изображены на черт. 9, из которого видно, что при $t = T/2$, сила тока в цепи не равна нулю, а составляет 53% амплитудного значения. Схема черт. 8 соответствует однополупериодной модуляции (черт. 7). Если бы модуляция была двухполупериодной, то мы должны были бы повторить то же построение и для второй половины периода и произвести сложение сил токов для соответствующих моментов времени. Это произведено на черт. 10 (стр. 275), из которого легко усмотреть, что модуляция анодного

1) N. Papalexu, *Ann. d. Phys. B.* 39, p. 976, 1912.

тока неполная и достигает лишь 75%. Для получения полной модуляции, при значительных величинах самоиндукции рассеивания трансформатора, автором было предложено использовать схему с резонанс конденсатором, что одновременно давало возможность лучше использовать энергию источника питания.

Разберем детально процессы в цепи аналогичной случаю, рассмотренному Папалекси, дополнив эту цепь конденсатором, включенным параллельно вентилю (черт. 11). Пусть Γ изобразит источник переменного тока, L катушку самоиндукции, омическое сопротивление коей r , C конденсатор, R сопротивление вентилля, обратную величину которого мы обозначим через $g = 1/R$. Силу тока в неразветвленной части цепи обозначим через i_1 , в емкостной ветви через i_2 и в вентиле через i_3 . Пусть генератор Γ имеет эдс, равную

$$e = E \sin (\omega t + \alpha). \quad (1)$$

Следует различать два состояния: 1) вентиль не пропускает тока и 2) вентиль пропускает ток.

I состояние—вентиль не пропускает тока:

$$i = \frac{E}{\sqrt{r^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}} \cdot \sin (\omega t + \alpha - \varphi), \quad (2)$$

где

$$\tan \varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{r}. \quad (3)$$

Напряжение на зажимах разветвления

$$p = \frac{E \cdot 1/\omega C}{\sqrt{r^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}} \sin (\omega t + \alpha - \varphi - \frac{\pi}{2}). \quad (4)$$

II состояние—вентиль пропускает ток:

$$i_1 = i_2 + i_3 \text{ и } p = \frac{1}{C} \int i_2 dt = \frac{i_3}{g};$$

отсюда

$$p = \frac{1}{C} \int i_1 dt - \frac{1}{C} \int i_3 dt.$$

После дифференцирования по времени мы получим:

$$i_1 = pg + C \frac{dp}{dt}, \quad (5)$$

а так-как

$$e = L \frac{di_1}{dt} + ri_1 + p,$$

то

$$LC \frac{d^2p}{dt^2} + Lg \frac{dp}{dt} + rC \frac{dp}{dt} + rgp + p = E \sin(\omega t + \alpha). \quad (6)$$

А. Стационарное напряжение и ток:

$$e = [-\omega^2 LC + j\omega(Lg + rC) + (rg + 1)]p, \\ p_{\text{стан.}} = \frac{E \sin(\omega t + \alpha - \Psi)}{\sqrt{(rg + 1 - \omega^2 LC)^2 + \omega^2(Lg + rC)^2}}, \quad (7)$$

где

$$\tan \Psi = \frac{\omega(Lg + rC)}{rg + 1 - \omega^2 LC}; \\ i_{1\text{стан.}} = \frac{e(g + j\omega C)}{(rg + 1 - \omega^2 LC) + j\omega(Lg + rC)} = \\ = \frac{E\sqrt{g^2 + (\omega C)^2} \sin(\omega t + \alpha - \Psi + \Theta)}{\sqrt{(rg + 1 - \omega^2 LC)^2 + \omega^2(Lg + rC)^2}}, \quad (8)$$

где $\tan \Theta = \frac{\omega C}{g}$.

В. Для нестационарной слагающей напряжения и тока мы получим нижеследующие выражения. Согласно равенства (6) без правой части, имеем

$$\frac{d^2p}{dt^2} + \left(\frac{g}{C} + \frac{r}{L}\right) \frac{dp}{dt} + \frac{rg+1}{LC} p = 0. \quad (9)$$

Решая это уравнение, получим общее решение

$$p_{\text{экстратока}} = A_1 e^{k_1 t} + A_2 e^{k_2 t},$$

где

$$k = - \left(\frac{g}{2C} + \frac{r}{2L} \right) \pm \sqrt{\left(\frac{g}{2C} + \frac{r}{2L} \right)^2 - \frac{rg+1}{LC}}.$$

Обозначив

$$\frac{g}{2C} + \frac{r}{2L} = \alpha \text{ и } \sqrt{\frac{rg+1}{LC} - \alpha^2} = \omega_0,$$

имеем $k = -\alpha \pm j\omega_0$. Отсюда

$$p_{\text{экстратока}} = A_1 e^{-\alpha t} (\cos \omega_0 t + j \sin \omega_0 t) + A_2 e^{-\alpha t} (\cos \omega_0 t - j \sin \omega_0 t)$$

или

$$p_{\text{экстратока}} = (A \cos \omega_0 t + B \sin \omega_0 t) e^{-\alpha t}. \quad (10)$$

Согласно уравнению (5):

$$j_1 \text{ экстратока} = (A \cos \omega_0 t + B \sin \omega_0 t) g e^{-\alpha t} + C \omega_0 (-A \sin \omega_0 t + B \cos \omega_0 t) e^{-\alpha t} - \alpha C (A \cos \omega_0 t + B \sin \omega_0 t) e^{-\alpha t},$$

$$j_1 \text{ экстратока} = [(Ag + B\omega_0 C - \alpha C) \cos \omega_0 t + (Bg - A\omega_0 C - \alpha C) \sin \omega_0 t] e^{-\alpha t}. \quad (11)$$

III. Начальным моментом $t = 0$ мы считаем тот момент, когда напряжение на конденсаторе (а следовательно и на вентиле) равно 0

$$p = 0.$$

Согласно условию (4) это будет исполняться, если

$$\alpha = \varphi + \frac{\pi}{2}. \quad (12)$$

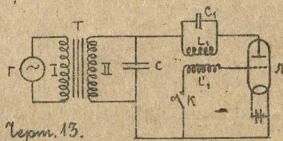
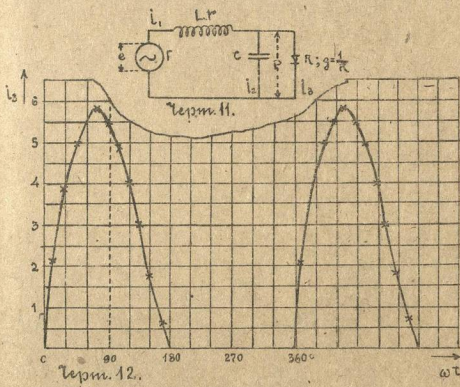
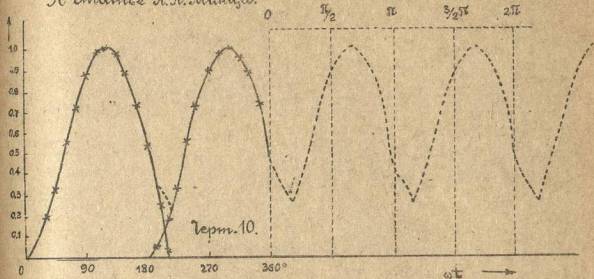
Для этого момента получаем два начальных условия (для $t = 0$)

$$1) p = p_{\text{стац}} + p_{\text{экстратока}} = 0.$$

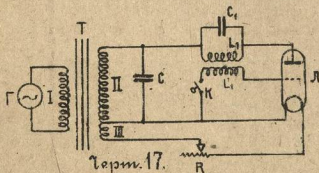
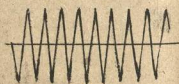
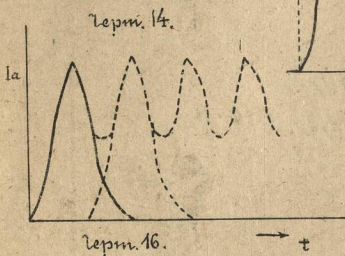
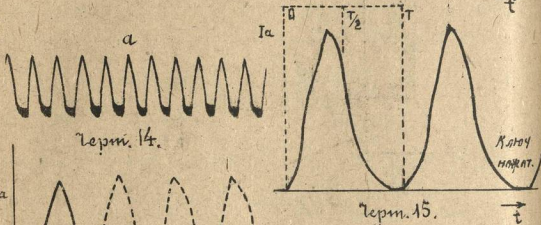
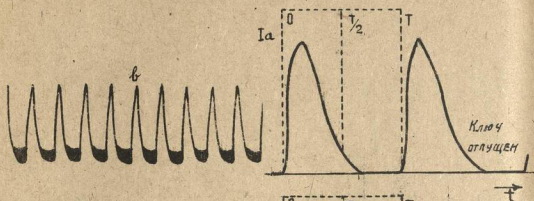
Согласно равенству (7) и (10)

$$\frac{E}{V(rg+1-\omega^2 LC)^2 + \omega^2 (Lg+rC)^2} \sin \left(\frac{\pi}{2} + \varphi - \psi \right) + A = 0. \quad (13)$$

И. А. Мамуля.



К. Станислав А. А. Мунча.



Черт. 18

$$2) i_{\text{стац}} + i_{\text{экстратока}} = i.$$

Согласно рав. (8), (11) и (2):

$$\frac{E \sqrt{g^2 + (\omega C)^2}}{\sqrt{(rg + 1 - \omega^2 LC)^2 + \omega^2 (Lg + rC)^2}} \sin \left(\frac{\pi}{2} + \varphi - \Psi + \Theta \right) +$$

$$+ A(g - \alpha C) + B \omega_0 C = \frac{E}{\sqrt{r^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}}. \quad (14)$$

Из этих двух равенств можно определить A и B и решить вопрос полностью. Однако мы ограничимся лишь рассмотрением случая резонанса. Резонанс мы будем полагать при

$$rg + 1 - \omega^2 LC = 0 \text{ (резонанс тока } i_2), \quad (15)$$

или

$$\omega L = \frac{1}{\omega C} + \frac{rg}{\omega C}. \quad (16)$$

IV. Резонанс.

$$\tan \varphi = \frac{rg}{r\omega C} = \frac{g}{\omega C}, \quad (17)$$

$$\tan \Psi = \infty, \Psi = \pi/2, \quad (18)$$

$$\Theta = \frac{\pi}{2} - \varphi. \quad (19)$$

Уравнение (13) примет вид:

$$A = - \frac{E \sin \varphi}{\omega (Lg + rC)}. \quad (20)$$

Уравнение (14) примет вид:

$$- \frac{E \sqrt{g^2 + (\omega C)^2}}{\omega (Lg + rC)} + \frac{E \sin \varphi}{\omega (Lg + rC)} (g - \alpha C) + \frac{E \omega C}{r \sqrt{g^2 + (\omega C)^2}} = B \omega_0 C.$$

Заметим, что

$$\sin \varphi = \frac{g}{\sqrt{g^2 + (\omega C)^2}}.$$

Поэтому

$$B \omega_0 C = - \frac{E[g^2 + (\omega C)^2]}{\omega(Lg + rC)g} \sin \varphi + \frac{E \sin \varphi}{\omega(Lg + rC)} (g - \alpha C) + \frac{E \omega C \sin \varphi}{gr}$$

или

$$B \omega_0 C = \frac{E \sin \varphi}{\omega(Lg + rC)} \left[-g - \frac{(\omega C)^2}{g} + g - \alpha C + \frac{\omega^2 C(Lg + rC)}{gr} \right].$$

Подставив сюда рав. (20) и произведя сокращения, получим:

$$B \omega_0 C = -A \left(-\alpha C + \frac{\omega^2 CL}{r} \right);$$

отсюда

$$B = -\frac{A}{\omega_0 C} \left(g + \frac{1}{r} - \alpha C \right). \quad (21)$$

Итак мы имеем

$$p_{\text{стат.}} = \frac{E \sin(\omega t + \varphi)}{\omega(Lg + rC)},$$

$$p_{\text{экстремума}} = A e^{-\alpha t} \left[\cos \omega_0 t - \frac{g + \frac{1}{r} - \alpha C}{\omega_0 C} \sin \omega_0 t \right].$$

Поэтому

$$p = \frac{E}{\omega(Lg + rC)} \left[\sin(\omega t + \varphi) - \sin \varphi (\cos \omega_0 t - \frac{g + \frac{1}{r} - \alpha C}{\omega_0 C} \sin \omega_0 t) e^{-\alpha t} \right].$$

Наконец, для силы тока в вентиле найдем

$$i_3 = \frac{Eg}{\omega(Lg + rC)} \left[\sin(\omega t + \varphi) - (\cos \omega_0 t - \frac{g + \frac{1}{r} - \alpha C}{\omega_0 C} \sin \omega_0 t) e^{-\alpha t} \sin \varphi \right]. \quad (22)$$

Для примера возьмем опять те величины, с которыми приходилось экспериментировать автору:

$L = 7,5$ генри, $r = 900$ ом, $C = 0,33 \cdot 10^{-3} \mu F$, $R = 25,00$ ом и $\omega = 2000$.

Результаты подстановки этих величин в уравнение (22) графически

изображены на черт. 12 из которого видно, что в этом случае через вентиль идет ток только в течение полупериода проводимости.

Если бы мы заменили вентиль катодной лампой, то процесс несколько изменился бы, но в общем, не считаясь с захождением на ток насыщения, можно считать, что разобранный нами случай пригоден и для катодной лампы.

Однако, если мы составим схему согласно черт. 13, на которой I' изображает генератор переменного тока, T трансформатор, зажимы вторичной обмотки которого (II) соединены с резонанс-конденсатором C , $L_1 C_1$ колебательный контур лампового генератора, L_1' катушка связи сетки, K ключ в цепи сетки и L катодная лампа, то процесс окажется конечно значительно сложнее, чем мы рассматривали выше, вследствие наличия колебаний в контуре $L_1 C_1$. Если ключ K отпущен, то наша формула (22) должна быть действительна; при нажатом же ключе, как это видно из осциллограмм черт. 14 (стр. 276), явление протекает иначе, и время пропускания тока через лампу становится большим, чем полупериода. На черт. 14 верхняя осциллограмма изображает изменения во времени силы тока в анодной цепи при отпущенном ключе, а нижняя осциллограмма — при нажатом ключе. Легко усмотреть, что при нажатом ключе получается некоторое „набегание колебаний“, и время проводимости через лампу больше, чем при отпущенном ключе.

Данные одной из осциллограмм, аналогичных таковым черт. 14, приведены с увеличением масштабов на черт. 15. Верхняя кривая довольно близко по характеру подходит к теоретической кривой черт. 12, хотя и в этом случае вопреки теории получается незначительное удлинение времени проводимости. Что же касается нижней кривой, полученной для случая колебательного процесса в лампе, то следует отметить, что при $t = T/2$ сила тока в лампе не только не равна нулю, но значительно превышает половину амплитудного значения силы тока в анодной цепи.

Если бы мы, даже при наличии резонанс-конденсатора, захотели применить двухполупериодную модуляцию, то, как видно из кривой черт. 16, построенной по данным нижней кривой черт. 15, коэффициент модуляции был бы лишь около 50%.

Хотя энергия в колебательной цепи будет больше при двухполупериодной модуляции, так как в этом случае используется вся энергия источника переменного тока, тем не менее слышимость будет больше при однополупериодной модуляции, так как амплитудное значение силы тока будет то же, что и при двухполупериодной, а коэффициент модуляции вдвое больше. Разница лишь в том, что при однополупериодной модуляции тон принимаемых сигналов ниже на октаву по сравнению с двухполупериодной, так как при последней получается удвоение низкой частоты альтернатора. Явления „набегания“ колебаний получаются не только в передатчике, но и в приемнике; поэтому, если у нас не окажется некоторого промежутка времени между двумя следующими

друг за другом тональными группами колебаний, то коэффициент модуляции K' в приемнике уменьшится согласно формулы, данной Йоосом и Ценнеком:

$$K' = \frac{K \frac{\delta}{\pi}}{\sqrt{4 \frac{\Omega^2}{\omega^2} + \frac{\delta^2}{\pi^2}}},$$

где K коэффициент модуляции в передатчике, δ декремент затухания приемника, ω высокая частота, модулированная звуковой частотой Ω . При применении длинных волн уменьшение K' по сравнению с K весьма существенно; при коротких же волнах Ω^2/ω^2 настолько мало по сравнению с δ^2/π^2 , что им можно пренебречь. Однако это рассуждение действительно лишь при детекторном приеме. Регенеративный прием настолько уменьшает декремент затухания приемника, что K' может стать менее K . Кроме того применение лампового детектора с грид-ликом, при желании иметь чувствительный прием, приводят к некоторому затягиванию стекания зарядов конденсатора в цепи сетки, поэтому если не будет иметься некоторого промежутка времени между тональными группами, это обстоятельство может еще несколько уменьшить модуляцию в приемнике.

Из всего изложенного в этом §-е следуют два вывода: 1) Только однополупериодная модуляция дает коэффициент модуляции равный 100% и максимальную слышимость при приеме. 2) При значительной самоиндукции рассеивания в анодной цепи резонанс-конденсатор необходим.

§ 5. Помимо указанных в предыдущем §-е преимуществ, однополупериодная модуляция дает возможность уменьшать почти вдвое количество генераторных ламп и почти вдвое уменьшить потребляемую энергию. Последнее обстоятельство особенно важно в случае применения живого двигателя для вращения альтернатора. Кроме того малое потребление энергии в течение одного из полупериодов дает возможность использовать эту часть времени в смысле повышения тока накала в то время, когда анод не нагружен, если использовать схему питания переменным током, причем обмотка накала III будет находиться на том же сердечнике, что и обмотка, питающая цепь анода (черт. 17). Ток накала регулируется реостатом R . Осциллограмма тока накала (черт. 18) показывает, что, при соответствующем расчете обмоток II и III, сила тока в цепи накала не одинакова в оба полупериода: в течение одной половины (при менее нагруженной обмотке II) она больше, в течение другой (при более нагруженной обмотке II) она меньше. Отношение этих сил токов 10,3:8,3, то-есть в случае схемы, с которой мы экспериментировали, из 12 джоулей, затрачиваемых в течение одной секунды на накал, в течение полупериодов колебаний потребовалось 4,75 джоуля, а в течение холостых полупериодов 7,25 джоуля. Понятно.

что при частоте $N = 300$ пер/сек вследствие тепловой инерции в нити устанавливается среднее тепловое состояние, и электронная эмиссия в течение всего времени одна и та же. Таким образом во время полупериодов колебаний получается некоторая экономия энергии, которая используется для питания анодной цепи. Схема черт. 17 при правильном расчете дает возможность упростить настройку лампового передатчика, причем равенство сопротивлений колебательной цепи ($Z = \omega^2 Lp^2/R$) и внутреннего сопротивления лампы достигается изменением накала лампы. Конечно следует так рассчитать контур $L_1 C_1$, чтобы при оптимуме отдачи нить не была перекалена. При небольшом диапазоне волн 350—500 мт) это вполне выполнимо.

Схема черт. 17 дает полную возможность перестроить устаревшие образцы радиостанций с музыкальной искрой в ламповые радиостанции с тональной модуляцией. Эта схема перестройки является наиболее выгодной в смысле использования энергии, ламп и технического имущества. Последний вывод ясен из всего предыдущего, изложенного в этом и предшествующем параграфах.

§ 6. Резюмируя приведенные выше данные об исследованиях автора в области тональной модуляции незатухающих колебаний, мы отметим:

1) Впервые указаны преимущества однополупериодной модуляции и еще в августе 1922 года разработан и осуществлен тип радиостанции, работающей по этой схеме.

2) Предложено применение резонанс-конденсатора в анодной цепи.

3) Предложенная схема дает возможность некоторой экономии энергии накала и настройки при помощи цепи накала.

4) Указаны неудобства гетеродинного приема коротких волн.

5) Однополупериодная модуляция — наивыгоднейшая при перестройке искровых радиостанций.

В заключение считаю для себя приятным долгом принести свою глубокую благодарность Управлению Связи Красной Армии за поддержку моих работ как в отношении отпуска технического имущества, так и в предоставлении средств для описанных работ. Также приношу свою благодарность Высшей Военной Школе Связи, в лаборатории которой была произведена главная часть работ и испытаний, и Научно-Испытательному Институту при Техническом Комитете В. Т. У. за предоставление осциллографа и фотографических материалов.

Наконец, выражаю свою признательность моим сотрудникам И. Г. Клячкину за постоянную помощь в работе и обработке математического материала, Н. И. Оганову за помощь при измерениях и осциллографировании, а также Н. Н. Куксенко, Г. Д. Файну, А. В. Парфановичу, Б. П. Дементьеву, Д. Г. Щербакову и В. А. Янову за участие в 1922 году в полевых испытаниях радиостанций, построенных по описанной схеме.

21 Апреля 1924 года.

P. S.

После моего доклада в РОРИ, мне были переданы №№ 3 и 4 журнала *Radio Review* за 1921 г., из которых я узнал, что отчасти затронутый мной вопрос о тональной модуляции незатухающих колебаний освещен радиоинженером Корпуса Связи Армии Северо-Американских Соединенных Штатов А. С. Блаттерманом. В указанных номерах журнала Блаттерманом приведено теоретическое исследование вопроса о приеме модулированных незатухающих колебаний, причем автор приходит к выводу, что однополупериодная модуляция является наиболее выгодной, несмотря на то, что он исходит из положения, что колебания в антенне имеются лишь в течение положительного полупериода напряжения на аноде генераторной лампы. Если применить выводы Блаттермана к полученным нами результатам исследования передатчика с тональной модуляцией, то все наши выводы получают еще большее подкрепление. Таким образом, приходится отметить, что преимущества однополупериодной модуляции, в отношении приема были указаны на 1 год ранее наших работ (это нам, правда, было неизвестно), что же касается исследования процессов в передатчике с тональной модуляцией, то в августе 1922 г., насколько нам известно, преимуществ однополупериодной модуляции указано не было.

Весьма характерным является интерес *Военного Ведомства* С.-А. С. Ш. к вопросам тональной модуляции.

Тах как работа Блаттермана имеет весьма большой интерес, то мы в ближайшее время опубликуем главные выводы этой работы, одновременно с нашим экспериментальным исследованием явлений приема тональной модуляции незатухающих колебаний.

Москва.

Радио-Секция Технического Комитета В. Т. У.

12 Мая 1924 года.

Многократное телефонирование токами высокой частоты по бронзовому кабелю и железным проводам.

П. В. Шмаков и Г. А. Куприянов.

(Доложено в РОРИ 5 Марта 1924 г.).

§ 1. Работа на телефонном кабеле (Апрель—Июнь 1923 г.).

В проблеме многократной передачи токами высокой частоты по проводам есть два основных момента, которые надлежит разрешить экспериментатору при условии, что производство катодных ламп доведено до степени устойчивых, надежно действующих приборов. Первое, это овладение искусством разделения частот и второе—устранение различных мешающих действий. Практическому разрешению первого вопроса

у нас предшествовала теоретическая работа по созданию резонансных избирательных фильтров¹⁾. Так что в дальнейшем оставалось только применить их к разделению частот. Что же касается всякого рода мешающих действий, то это в известной степени явление индивидуальное, присущее данной рабочей линии, и борьба с ними ведется уже в процессе практической работы.

Так как техника передачи высокой частотой по бронзовым проводам была выяснена нами в предыдущих работах²⁾, то на них именно и представлялось легче всего проверить действие фильтров. Здесь же была поставлена задача осуществления вызова между двумя станциями и перехода с обычной городской линии на линию высокой частоты.

Первоначально предполагалось работу вести в Москве на участке кабеля: Центр. Телеф. Станция — Александровский вокзал — Рязано-Уральский вокзал. Расстояние это было около 15 км. Но скоро оказалось, что установить одну из станций высокой частоты на Центр. Телеф. Станции не представляется возможным, поэтому мы перенесли один конец на Шаболовку, в Радиолaborаторию Электротреста.

Таким образом расстояние по кабелю увеличилось до 22 км, что, за отсутствием генераторных ламп, покрыть с малыми (усилительными) лампами представлялось весьма затруднительным. Сопротивление постоянному току этот кабель имел 3800 ом. Вследствие этого мы были вынуждены отказаться от участка железнодорожного кабеля между вокзалами, и, оставив одну станцию на Шаболовке, другую перенести на Александровский вокзал. Расстояние сократилось до 11 км. Сечение кабеля разное: от 0,5 до 0,7 мм. Кабель заложен в различном сочетании от 100 парного до 1000 парного³⁾, так что индукция от других разговоров была ощутима. Сопротивление при постоянном токе было 1820 ом.

В качестве генераторной схемы здесь нами применялась известная схема Хейсинга с модуляцией на анод (черт. 1 стр. 285). Как в генераторе, так и модуляторе работало по две усилительных лампы в параллель (тип „R“ Богословского) при 300—400 V на аноде.

Ток в начале линии при трансформаторной связи был порядка 70 мА. Как передатчики, так и приемники включались в двухпроводную линию параллельно, как представлено на черт. 1⁴⁾.

Здесь: *A* и *B* ламповые передатчики; *A'* и *B'* приемники (типа *KL2* с усилителем *3-ter*); *M* микрофон; *F*₁ и *F*₂ резонансные фильтры нашей системы⁵⁾, пропускающие только определенный спектр частот, соответствующий данному разговору; *K* сложный контур, резонирующий

1) Г. Куприянов и П. Шмаков. ТИТбп № 20, стр. 222. 1923.

2) П. Шмаков и Г. Куприянов. ТИТбп № 15, стр. 481. 1922.

3) Примерная картина городского кабеля дана нами в ТИТбп № 15, 1922.

4) Куприянов и Шмаков. Заявочное свидетельство Комитета по Делах Изобретений № 76974.

5) Шмаков и Куприянов. Заявочное свидетельство Комитета по Делах Изобретений № 76334.

только на две заданные волны (приемные); N дифференциальный мост, устраняющий воздействие передатчика на собственный приемник, с искусственным эквивалентом, уравнивающим рабочую линию; T_1 головной телефон; T_2 обыкновенный телефон низкой частоты; P_1 , P_2 и P_3 переключатель (один) на городскую линию; F_3 фильтр, не пропускающий высокую частоту.

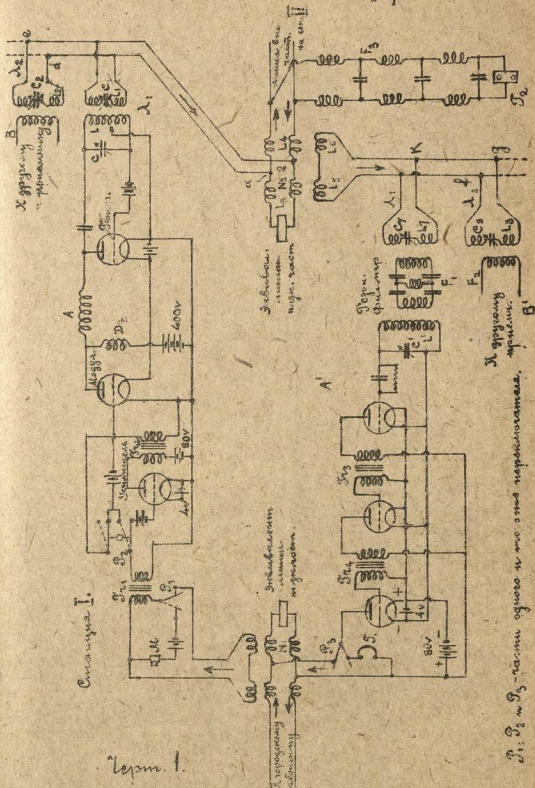
Разговор совершается следующим образом. Передатчик A , со станции I, посылает свою речь с частотой, соответствующей длине волны λ_1 , несущей разговор. Энергия поступает в мост высокой частоты N_2 , не ответвляясь к передатчику B , так как контур $L_2 C_2$, резонирующий на другую волну, представляет большое сопротивление для λ_1 . Устройство моста таково, что энергия генератора не будет воздействовать на собственный приемник A' , хотя разговор и совершается в обоих направлениях на одной и той же волне λ_1 . Это происходит потому, что вследствие равенства линии и ее эквивалента, катушки L_3 и L_4 индуктируют в катушках L_5 и L_6 равные поля, но различного знака и поэтому взаимно компенсируются. Дальше, по разветвлении в точках a и b , энергия высокой частоты поступает в линию, минуя фильтр F_3 , защищающий телефон низкой частоты T_2 , и направляется к приемному устройству станции II.

Прием происходит так. Приходящая энергия со станции II через мостовые катушки L_3 и L_4 наводит в катушках L_5 и L_6 электродвижущую силу одного направления и вследствие этого переходит в сложный контур K ($L_5 L_6$, $C_7 L_7$, $C_8 L_8$), резонирующий на две волны λ_1 и λ_2 . Далее λ_1 отводится настройкой $L_7 C_7$ к резонансному фильтру F_1 и, пройдя через него, воздействует на приемник A' , не влияя на B' , который защищен резонансным фильтром F_2 , пропускающим другую волну λ_2 .

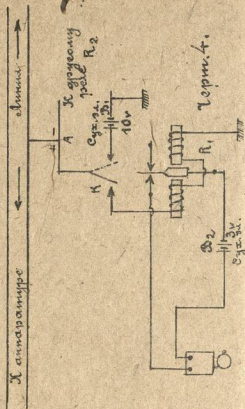
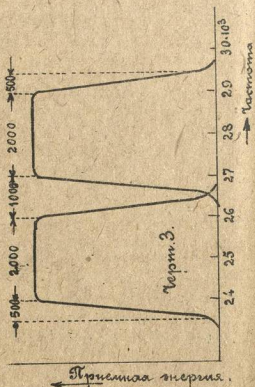
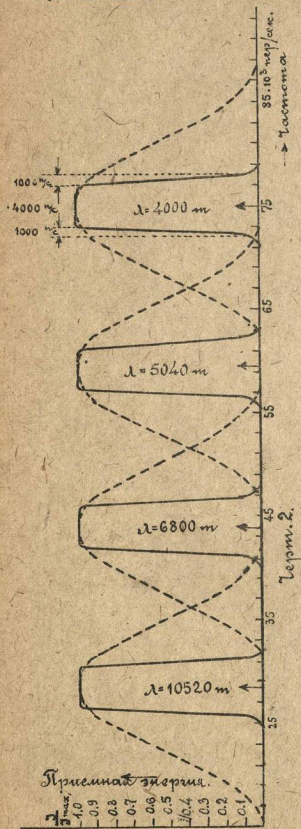
Подобный же процесс совершается при работе аппаратов B и B' и других, могущих быть включенными параллельно в точках d , e и f , g . По этой же линии происходит одновременно разговор и на низкой частоте. Для надежности обычный телефон T_2 был защищен от вторжения разговора на высокой частоте дроссельным фильтром F_3 , пропускавшим только низкую частоту. По этой схеме и с указанной выше энергией было дано два встречных разговора высокой частоты при одном разговоре низкой частоты на расстоянии 11 км телефонного кабеля. Расстояние это в переводе на воздушную бронзовую линию по немецкому опыту¹⁾ равняется 800—1000 км. По этой же схеме осуществлялся разговор между двумя абонентами на различных волнах, так что укладывалось одновременно четыре волны и, следовательно, добавляя необходимую аппаратуру и производя каждый взаимный разговор на одной волне, можно было осуществлять одновременно четыре взаим-

E. Nesper. Jahrb. d. drahtl. Tel. u. Tel. 20, p. 262, 1922.

К статье П. В. Шмакова и Т. А. Ныржанова.



К стансу П. В. Ушакова и Г. А. Куприянова.



ных разговора на высокой частоте при пятом обычном. Передача на четырех волнах производилась при следующих их значениях:

$$\lambda_1 = 4000 \text{ м } (f_1 = 75.000 \text{ пер/сек}), \lambda_2 = 5040 (f_2 = 59500), \\ \lambda_3 = 6800 (f_3 = 44.000) \quad \text{и} \quad \lambda_4 = 10520 (f_4 = 28500).$$

Фильтры были рассчитаны на перенос двухсторонней полосы, т.е. 4.000 пер/сек, и этот спектр частот имел одинаковую максимальную амплитуду в резонансной кривой. Примерная картина распределения энергии по четырем разговорам дана на черт. 2 (стр. 286). Суживать пределы по частоте между отдельными разговорами не вызывалось необходимостью, но и при этих значениях резонансные кривые без фильтров налагались друг на друга (на черт. 2 пунктирные кривые) и соседние разговоры забегали-бы в чужие аппараты. Но как видно из черт. 3, наши фильтры позволяли уменьшить промежуток между разговорами до 2,000 пер/сек. Фильтры последнего изготовления дают ниспадающую ветвь кривой всего лишь в 480 пер/сек, так что разговоры можно сблизить до 900 пер/сек. Черт. 3 дает картину двух разговоров при переносе одной полосы частот в 2000 пер/сек. Следует отметить интересный факт, что при одном из повреждений кабеля, когда сообщение по обычному телефону было прервано, на высокой частоте оно продолжалось беспрепятственно, лишь с некоторым ослаблением энергии.

Вызов осуществлялся посредством поляризованных реле (черт. 4). В один из проводов рабочей линии и землю включалось реле R_1 с сигнальным устройством и батарея B_1 . Ключ K в обычном своем состоянии замыкался на реле, так что проходящий постоянный ток с другой станции приводил в действие реле R_1 , которое замыкало местную батарею B_2 , действующую на звонок. Если нужно вызвать противоположную станцию, то ключ K переводился на батарею B_1 , которая и приводила там в действие вызывное реле. Тем же проводом и землей можно воспользоваться для вызова и другого абонента той же станции, если к точке A присоединить разноименные полюса вызывных батарей B_1 . Вследствие того, что в проводах линии циркулировал некоторый постоянный ток, реле устанавливалось на ток, превышающий этот паразитный. Отдельный дроссель предохранял переменные токи от потерь через батареи B_1 .

В этих же работах по кабелю, был проделан опыт перехода с обычной городской линии на нашу линию высокой частоты. Городская линия на Шаболовке включалась в мост низкой частоты N_1 (черт. 1), и разговорный ток подводился через входной трансформатор Tr , к усилительному устройству из одной или двух ламп и после этого уже воздействовал на модулятор передатчика. Действие моста N_1 таково же как и N_2 , только его эквивалент уравнивался с линией при низкой частоте. Дальше передача совершалась, как описано выше. Приемная энергия так-же пройдя описанный выше путь, поступала в тот-же мост N_1 и оттуда к абоненту. Так что любой абонент гор. Москвы, вызвав

через Центральную Телефонную Станцию Шаболовку, мог переговорить с Александровским вокзалом, пользуясь токами высокой частоты. Черт. 1 дает общую картину такого разговора.

§ 2. Работа на железных телеграфных проводах. (Сентябрь—Декабрь 1923 г.).

После разрешения вопроса о многократности передачи и испытания фильтров в работе, опыты были перенесены на железные телеграфные провода. Так как на пространстве России имеются преимущественно железные провода, то и необходимо было опыт поставить в действительно рабочие условия. Здесь задача ставилась главным образом для выяснения возможной дальности передачи при определенных мощностях, а также для выявления всего комплекса мешающих действий. Опыты велись на линии Северных железных дорог, от Службы Связи которой был получен вагон для подвижной установки высокой частоты. Другая станция высокой частоты была расположена на Ярославском вокзале в Москве. Для наших опытов были предоставлены два провода, №№ 153 и 202, на первом работал между Москвой и Вологдой аппарат Морзе, а на втором Бодо. Провода лежали в пучке других телеграфных действующих проводов. Диаметр проводов 4 мм, но № 153 так проржавел, что в местах спаев имел вид пробкового дерева. Линия не пупинизирована. Телеграфные столбы расположены в числе 25 на км. Сопротивление провода № 202 постоянному току $9,5 \Omega$ на км, а № 153 соотв. $13,8 \Omega$. Утечка № 202 $14 \cdot 10^{-6}$ мо и № 153 $6 \cdot 10^{-6}$ мо. Следующие таблицы дают результаты измерений указанных проводов на участке Москва—Вологда ($l = 450$ км): таблица 1 сопротивление постоянному току, таблица 2 сопротивление изоляции. Измерения произведены в 1923 г.¹⁾

ТАБЛИЦА 1.

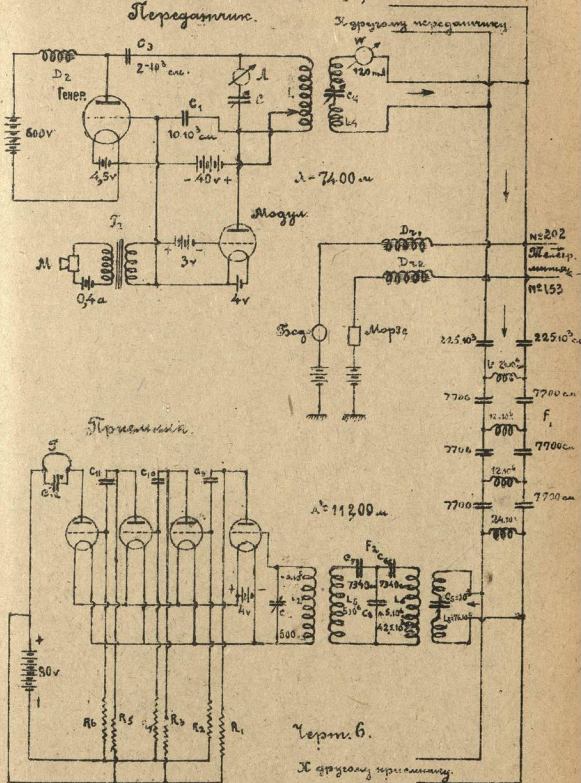
Дата измерений		1/i	15/ii	1/iv	15/iv	5/v	15/v	1/vi	15/vi	1/vii	18/viii	R ом/км
№№ проводов												
Сопротивление постоянному току в омах	№ 153	9000	11000	4000	4500	6000	5500	5000	6000	5250	6000	13,8
	№ 202	4000	3500	4200	4500	4250	4000	4500	4250	4250	5000	9,5

Мы предполагали прежде всего измерять падение напряжения в линии по мере удаления от нашего генератора высокой частоты, дабы определить затухание в рабочих проводах и иметь суждение о возможных дальностях передачи. Для этих измерений предполагалось применить следующую схему (черт. 5, стр. 290), давшую отличные результаты в лабораторной обстановке. Потенциометром P подается

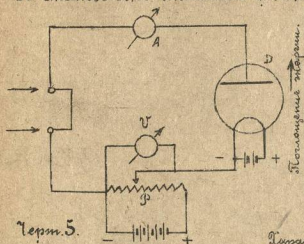
¹⁾ Эти сведения были любезно нам предоставлены Службой Связи и Электротехники Северных железных дорог.

К отцу П. В. Мискова и П. А. Курьянова.

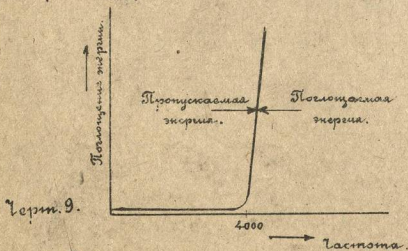
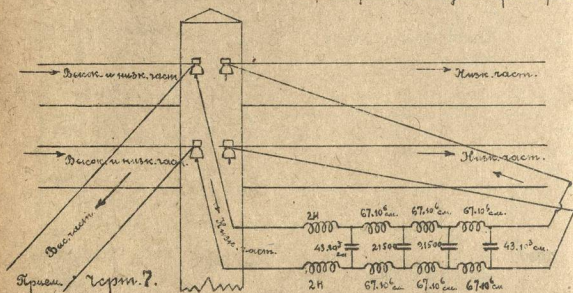
Передающий.



И статьи П. В. Ушакова и Б. А. Кузманова.



Характеристика конденсаторного фильтра.



Характеристика дроссельного фильтра.

ТАБЛИЦА 2.

Дата измерений		1/i	15/ii	15/iii	1/iv	15/iv	5/v	1/vi	18/vii	18/viii	Среднее сопротив. изол.
Сопротивле- ние изоляции в тысячах ом	№. № проводов										
	№ 153	65	12	130	5	35	120	30	30	132	$62 \cdot 10^3 \Omega$
	№ 202	72	—	70	7	56	180	50	60	65	$70 \cdot 10^3$

отрицательный вольтаж на анод диода D (нами применялась обычная трехэлектродная лампа, с соединенными между собою сеткой и цилиндром) с тем, чтобы в микроамперметре A был нуль тока. Потребное для этого число вольт V_1 отсчитывается по вольтметру V . Затем включается искомое переменное напряжение V_x , вследствие чего установившееся раньше равновесие нарушится и в A появится ток. Опять потенциометром устанавливается нуль тока в A , но уже при числе вольт V_2 . Тогда $V_x = V_2 - V_1$. Но при той индукции, которая имела в проводах, указанные измерения оказались невозможными. Индукция в пучке проводов была настолько сильна, что при включении индукторного телефона в провод № 153 и землю, когда аппарат Морзе бездействовал, звонок телефона беспрерывно работал. Вследствие этого мы вынуждены были пойти опытным путем для определения дальности передачи при заданной начальной энергии и некоторых постоянных условиях приема. Схема приемно-передающей станции изображена на черт. 6 (стр. 289). Включение в линию как передатчиков, так и приемников параллельное. Модуляция в этом случае совершалась по схеме с лампой, шунтирующей емкость в цепи сетки, генератора. Выбрана эта схема была нами по двум причинам: во-первых она требует меньшее число больших ламп сравнительно со схемой Хейсинга, во-вторых позволяет стать на такую точку характеристики, что в отсутствие разговора энергия поступает в линию в самых незначительных размерах и увеличивается только при разговоре. Это обстоятельство весьма ценно для многократной телефонии, так как всякая лишняя нагрузка проводов вызывает мешающие действия.

Принцип работы такой схемы, коротко, состоит в следующем. Если мы в цепь сетки генераторной лампы включим емкость C_1 без утечки, то, как известно, колебаний в замкнутом контуре LC не будет. При этом обкладка конденсатора, обращенная к лампе, зарядится отрицательно. Чтобы заставить схему работать, нужно создать утечку, каковую роль и выполняет модуляторная лампа (модулятором служила одна усилительная лампа на две 10-ти ваттных лампы в генераторе). В зависимости от величины емкости C_1 и величины сопротивления, даваемого модуляторной лампой, изменяется величина заряда C_1 , пополняемого электронным током с сетки во все время работы генератора.

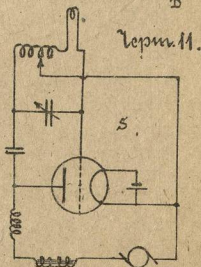
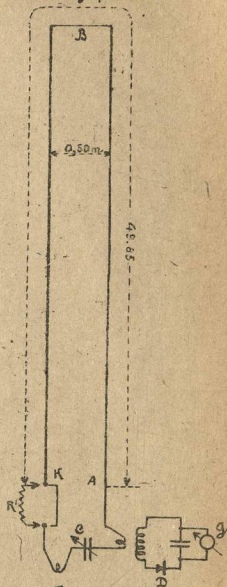
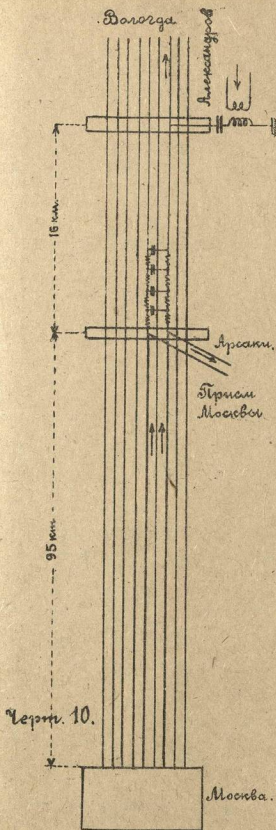
А в зависимости от заряда C_1 , и, следовательно, напряжения на его обкладках, будет устанавливаться та или другая энергия, даваемая генератором. Теперь, если мы начнем говорить в микрофон M , мы будем изменять со звуковой частотой сопротивление модулятора и тем самым с той же частотой изменять энергию генератора; эти модулированные колебания будут передаваться в линию. В этой схеме существенное значение имеет величина связи цепи анода с сеткой. Выбор этой связи устанавливается кривой модуляции, т.е. кривой зависимости тока контура от потенциала на сетке модулятора при различной связи. Что касается батареи B_1 и B_2 , то они зависят от данных ламп, можно, бывает, обойтись совсем без этих добавочных напряжений. Более подробно эта схема была исследована инженером А. А. Григорьевой¹⁾.

Приемник состоял из контура $C_2 L_2$ и 4-х лампового усилителя высокой частоты, одна лампа которого служила детектором. (Усилитель конструкции инженера Розена). Между приемником и линией ставился резонансный фильтр F_2 , рассчитанный на определенную полосу частот. Кроме того, для защиты всех приемных устройств от воздействия низкой частоты применялся фильтр F_1 , рассчитанный на пропускание только рабочих высоких частот, и поглощавший все низкие частоты. Такой фильтр состоял из 3-х конденсаторных звеньев. Точно также телеграфные аппараты защищались от высокой частоты или дросселями с железом, или особым фильтром, состоявшим из 3-х дроссельных звеньев и пропускавшими только низкую частоту, поглощая высокую. Кроме того такой дроссельный фильтр осуществлял собою также разрыв линии для высокой частоты в случае приема где либо в середине телеграфной цепи черт. 7 (стр. 290), что всегда имело место на второй нашей станции. Характеристики конденсаторных и дроссельных фильтров даны на черт. 8 и 9, где по оси абсцисс отложены частоты, а по оси ординат поглощенная энергия. Кривые тем круче, чем больше звеньев.

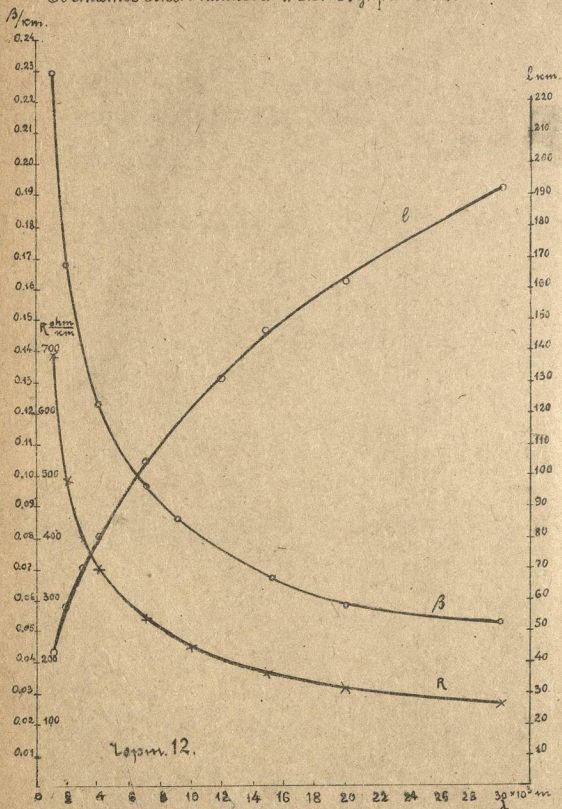
Первый прием был сделан на ст. Сергиево (69 км от Москвы); Здесь слышимость была чрезвычайно сильная. Принимать полностью речь можно было прямо на кристаллический детектор без всякого усилителя. Но с дальнейшим удалением от Москвы, слышимость быстро падает. Это обуславливалось не только большим затуханием в железных проводах, но также большими потерями энергии высокой частоты, вследствие отшнуровывания в пучек проводов по различным ответвлениям. Судить об этих потерях можно было по следующему опыту. Передающие станции были в Москве и Александрове, приемная — между этими пунктами на станции Арсаки в 95 км от Москвы и 16 км от Александра (черт. 10, стр. 293). Принималась Москва на усилитель с весьма громкой слышимостью. В это время Александров начал давать разговор в противоположную сторону, к Вологде, на одном проводе с землей, предохранив Арсаки дроссельным фильтром. Но индукция в других

¹⁾ Настоящий номер ТиТоп, стр. 251).

К статье Г.В. Миланова и Б.А. Куприянова



К снание П. Д. Уманова и П. А. Купцова.



проводах пучка (всего их здесь имеется 45) была настолько сильна, что разговор из Александрова полностью заглушил прием Москвы в Арсаках.

Что же касается различных мешающих действий, то, кроме работы Бодо, следует отметить мешание мощных радиостанций. Длинная телеграфная линия, представляющая из себя антенну Бевереджа (железную), дает чрезвычайно сильный прием (несравнимый с приемом на Шаболовке и в Радиоузле) всех мощных радиостанций Европы (Карнарвон, Лион, Сант-Аззис, Науэн, Сант-Паоло и мн. др.) и даже Америки (Туккертон). Из русских станций слышны Новониколаевск и Москва. Музыка по радио доставляла такое большое удовольствие, что невольно приходилось восхищаться творческим талантом создателей Московской Радиотелефонной станции. Всего были зафиксированы за короткий промежуток позывные 18 станций, но слышно было гораздо большее количество¹⁾.

Борьба с мешающим действием радиостанций весьма проста: резонансные фильтры вполне предохраняют рабочий предел по проводам. Но борьба с Бодо уже труднее. Бодо при 180 своих переменах излучает большой спектр гармоник, более или менее выраженных (особо сильная гармоника около 100000 пер/сек), и борьба с ними весьма затруднительна. Конденсаторные фильтры давали более или менее положительные результаты только на удаленной нашей станции. Что же касается Московской установки, расположенной в непосредственной близости от аппаратов Бодо, где имела место индукция не только по проводам но и непосредственно на приемные аппараты, совершенно отключенные от линии, то здесь нужны были более действительные меры. Испытать выработанные в лабораторной обстановке дальнейшие методы борьбы с Бодо нам не удалось, вследствие эвакуации Московской радиолaborатории в Ленинград.

Что же касается дальности передачи с указанными выше техническими средствами, то в описанной обстановке слышимость была вполне отчетливая и громкая для волны переноса $\lambda = 7400$ м на расстоянии 105 км (ст. Струнино), а для $\lambda = 11200$ м 128 км (ст. Балакирево). Это при 100 мА смодулированного тока в начале линии (полный ток 120 мА). Кроме того было осуществлено для ст. Струнино (105 км) два одновременных разговора при работе на тех-же проводах аппаратов Бодо и Морзе. Слышимость по силе и ясности несравнимо превосходила разговор по обычному телефону, работавшему по особым телефонным железным проводам, идущим по другую сторону железнодорожного полотна, во избежание индукции от телеграфной работы. На этом опыты были прерваны вследствие вышеуказанной эвакуации.

¹⁾ Прием происходил без гетеродина, просто на усилитель 3-й, или на 4-х ламповый, причем оба они при этом генерировали.

§ 3. Результаты работ.

Чтобы учесть этот первый опыт на таких больших расстояниях по железным проводам, необходимо было определить затухание энергии в них для различных частот. Для этой цели в наше распоряжение Службой Связи Северных ж.-д. была предоставлена вырезка целого пролета в 50 м одного из рабочих проводов. На нем мы промерили омическое сопротивление в зависимости от частоты, удельное сопротивление и магнитную проницаемость. Измерения производились в Радиолaborатории Института Народного Хозяйства (Москва). Здесь приходится отметить, что вырезанный провод оказался 5-ти мм диаметра, так что наличие таких вставок в 4-х мм линии работу высокой частоты осложняло отражением волн.

Схема измерений омического сопротивления в зависимости от частоты состояла в следующем. Ламповый генератор S (черт. 11) давал колебания определенной частоты. С контуром генератора был весьма слабо связан измеряемый провод ABK , в который включался конденсатор C для настройки на частоту генератора. Длина провода 49,85 м, диаметр 5 мм. Провод был подвешен между двумя зданиями на высоте около 10 м, в виде петли с отверстием в 0,50 м, и связан семью эбонитовыми полосами. Оба ввода (изолированные) вместе входили в здание. С проводом также весьма слабо связывался детекторный контур D , с гальванометром G . При измерениях в провод включалось безиндукционное сопротивление R' или оно замыкалось накоротко.

Пусть для некоторой длины волны λ сопротивление провода будет R и ток в гальванометре детекторного контура i . А для той же λ , при включении безиндукционного сопротивления R' , сопротивление провода будет $R + R'$ и ток в гальванометре i' . Тогда:

$$Ri = (R + R') i';$$

откуда:

$$R = \frac{R' i'}{i - i'} = \frac{R' a \sqrt{\alpha'}}{a \sqrt{\alpha} - a \sqrt{\alpha'}} = \frac{R'}{\sqrt{\alpha/\alpha'} - 1},$$

где α и α' отсчеты по гальванометру и a некоторый коэффициент.

Но так как детекторный контур часть своего сопротивления передавал измеряемому проводу, то необходимо ввести в предыдущую формулу некоторую поправку. Если при одной паре отсчетов мы имеем:

$$\frac{R'}{\sqrt{\alpha_1/\alpha'_1} - 1} = R_1 + W_1 = A,$$

где W_1 сопротивление от связи с детекторным контуром, а при

другой паре:

$$\frac{R'}{\sqrt{\alpha_2'/\alpha_2'} - 1} = R_1 + W_2 = B,$$

где W_2 сопротивление от другой связи с детекторным контуром, то:

$$R_{red} = A - \frac{B-A}{m-1}, \text{ где } m = \left(\frac{B}{A}\right)^2 \cdot \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \cdot 1)$$

После ряда измерений с двумя безиндукционными сопротивлениями $R' = 10,45$ ома и $3,23$ ома и при учете поправок на связь было найдено следующее. (Таблица 3):

ТАБЛИЦА 3.

λ м	R в омах	
	На 49,85 м	На 1 км
1150	13,56	272
1020	13,96	280
Постоянн. ток	0,388	6,78

Если мы имеем сопротивление постоянному току на километр провода $R_0 = 6,78$ ома и радиус провода $r = 0,25$ см, то найдем удельное сопротивление ρ :

$$\rho = \frac{R_0 \pi r^2}{1.10^5} \cdot 10^9 = 6,78 \cdot \pi \cdot 0,06 \cdot 10^4 = 13333 \text{ CGS} \mu.$$

Далее, зная ваттное сопротивление для какой либо определенной частоты, можно найти магнитную проницаемость железа μ . Как известно, омическое сопротивление провода, длиною в 1 см, в зависимости от скин-эффекта, выражается формулой

$$R = \frac{\rho}{2\pi r x} \text{ CGS} \mu,$$

1) Rein-Wirtz, Radioteleg. Prakticum. p. 209. 1922.

где: ρ удельное сопротивление, r радиус провода в см, $x_{cm} = \sqrt{\frac{\rho}{2\pi\omega\mu}}$ глубина погружения тока по радиусу провода, $\omega = 2\pi f$ угловая частота и μ магнитная проницаемость. Следовательно в практических единицах на километр провода будем иметь

$$R = \frac{\sqrt{\rho f \mu}}{r} \cdot 10^{-4} \text{ ом/км}; \quad (1)$$

откуда:

$$\mu = \frac{R^2 \cdot r^2 \cdot 10^8}{\rho f}.$$

Подставляя сюда значение R из таблицы 3, напр., для $\lambda = 1020$, при $r = 0,25$ см, $\rho = 13333$ и $f = \frac{3 \cdot 10^8}{\lambda}$, найдем:

$$\mu = \frac{280^2 \cdot 0,25^2 \cdot 10^8 \cdot 1020}{13333 \cdot 3 \cdot 10^8} = 120.$$

Это значение μ , видимо, несколько выше истинного значения магнитной проницаемости, так как измерения происходили при наличии некоторой утечки (эбонитовые связки, общий ввод в окно и т. д.). Но так как в рабочих проводах на линии утечка несомненно существовала (см. табл. 2), то найденной величиной μ можно воспользоваться для определения R в зависимости от частоты.

Для железного 4-х мм провода ($r = 0,2$ см) из выражения (1) следует

$$R = \frac{\sqrt{\rho \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 120}}{0,2 \sqrt{\lambda}} \cdot 10^{-4} \approx \frac{11000}{\sqrt{\lambda}} \text{ см/км}. \quad (2)$$

Значения R для различных λ на километр двухпроводной линии (2 км провода) даны в табл. 4.

Коэффициент затухания β находим из приближенной формулы:

$$\beta = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2} \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad (3)$$

где R сопротивление в омах, C емкость в фарадах, L самоиндукция в генри, и G утечка в мо, отнесенные к километру линии.

Величины R , найденные нами для данной линии, берем из табл. 4, C и E заимствуем из многочисленных немецких измерений для двухпроводных железных линий: $C = 6 \cdot 10^{-9} F$, $L = 15 \cdot 10^{-3} H$. Величина C близко согласуется с нашими измерениями, и от частоты не зависит, а для L измерений нами не производилось, и здесь мы принимаем L постоянной для всех частот, что следует из практики немецких работ¹⁾. Можно было бы учесть теоретически незначительное уменьшение L с частотой, но в данном случае это было бы весьма приближенно, так как между рабочими проводами имелся целый пучок железных проводов, что, как сердечник, увеличивало нашу самоиндукцию. Что касается величины G , то сопоставляя сопротивление изоляции наших проводов с таковым же на немецких линиях, можно принять $G = 15 \cdot 10^{-6}$ мо на километр линии для $\lambda \geq 10000$ м. Для меньших волн G увеличивается, но это сказалось бы на узкой области коротких волн, нас мало интересующих. Поэтому величину G мы принимаем постоянной. Подставляя в формулу (3) величины C , L и G , найдем:

$$\beta = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{6 \cdot 10^{-9}}{15 \cdot 10^{-3}}} + \frac{15 \cdot 10^{-6}}{2} \sqrt{\frac{15 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-9}}} = R \cdot 316 \cdot 10^{-6} + 0,012. \quad (4)$$

Значение β для различных λ , найденные из выражения (4) для двухпроводной линии, даны в табл. 4 (стр. 300).

Таким образом, зная затухание линии и имея дальность передачи для некоторой длины волны, мы можем определить величину приемной энергии в конце линии, а отсюда, следовательно, и дальность передачи для любой волны.

В предположении, что линия бесконечна, амплитуда тока на расстоянии l от начала линии выражается величиной

$$I_l = I_0 e^{-\beta l}, \quad (5)$$

где I_0 амплитуда в начале линии и β коэффициент затухания.

Мы имели при $I_0 = 0,1$ А для $\lambda = 11200$ м, $l = 128$ км и для $\lambda = 7400$ м, $l = 105$ км. Коэффициент затухания, для $\lambda = 11200$, $\beta = 0,078$ и для $\lambda = 7400$, $\beta = 0,093$. Следовательно для первой волны

$$I_l = 0,1 e^{-0,078 \cdot 128} = 4,6 \cdot 10^{-6} \text{ А},$$

а для другой

$$I_l = 0,1 e^{-0,093 \cdot 105} = 5,8 \cdot 10^{-6} \text{ А}.$$

1) H. Fassbender und E. Habann. *Jahrb. d. drahtl. T. u. T.* 15, p. 407, 1920.

Такая высокая, сравнительно, энергия в 5 микроампер в линии у приемного аппарата обусловлена тем, что прием совершался не при полном устранении мешающих действий Бодо. Кроме того эти 5 микроампер являются не полностью смодулированными у приемного конца.

Наблюдалось такое явление: на ближних пунктах приема энергии генератора во время разговора слышно не было. Но с увеличением расстояния она становилась слышимой (так как наш приемник генерировал), и чем дальше, тем больше, а речь ослабевала. Это происходило так, как будто глубина модуляции с увеличением расстояния уменьшалась, и как будто нарастание несмодулированной части энергии с расстоянием происходило быстрее, чем ее убыль вследствие затухания в проводах.

Если принять энергию в линии у приемного аппарата за 5 микроампер и что прием совершается в тождественных условиях, то по формуле (5) мы можем найти дальность передачи для любой волны, т.е.

$$l = \frac{\lg I_0 - \lg I_1}{\beta \lg e}, \quad (6)$$

или, подставляя числовые значения:

$$l = \frac{\lg 0,1 - \lg 5 \cdot 10^{-6}}{\beta \lg e} = \frac{9,910}{\beta} \text{ км.} \quad (7)$$

В табл. 4 приведены дальности передачи по формуле (7), которых мы могли бы достигнуть при вышеописанных технических данных для разных λ .

ТАБЛИЦА 4 (черт. 12).

λ м	$R_{\text{ом/км}}$	$\beta/\text{км}$	l км	λ м	$R_{\text{ом/км}}$	$\beta/\text{км}$	l км
1000	696	0,232	43	10000	220	0,082	121
2000	492	0,167	59	15000	178	0,068	146
3000	402	0,139	71	20000	156	0,061	162
4000	348	0,122	81	30000	127	0,052	191
7000	262	0,095	104				

(Таблица 4 графически представлена на черт. 12, стр. 294, где по оси абсцисс отложены длины волн, а по оси ординат R , β и l).

Результат этих работ устанавливает возможность применения токов высокой частоты к многократному телефонированию по железным про-

водам. Если бы даже воспользоваться теми несовершенными техническими средствами (батарея высокого напряжения из сухих элементов и т. д.), которые имелись в нашем распоряжении, и взять телеграфную линию, как она есть, без всякой предварительной обработки, как то: пупинизация вставок кабеля, чтобы их затухание привести к затуханию воздушного провода, скрещивание проводов для уничтожения посторонней индукции и т. п., что обычно применяется в таких случаях, то и без того, начиная с предельного расстояния для обычного телефона по железному проводу 130 км^1), в диапазоне волн от $\lambda = 12.000 \text{ м}$ ($f = 25.000 \text{ пер/сек}$) до $\lambda = 30.000 \text{ м}$ ($f = 10.000 \text{ пер/сек}$), можно установить пять одновременных разговоров. Это при условии передачи односторонней модулированной полосы (суммовой или разностной), занимающей спектр частот в 2000 пер/сек^2) и при полосе между отдельными разговорами в 1000 пер/сек , что вполне можно достичь с нашими резонансными фильтрами. Кроме того, если американцы на бронзовых проводах через каждые $200 - 300 \text{ км}^3$) устанавливают промежуточные трансляции, то, поставив таковые через 150 км на железных проводах, можно установить связь тремя одновременными разговорами на телеграфной линии любой длины (диапазон волн от 15.000 до 30.000 м).

Приводимые здесь дальности и число разговоров являются нисшим пределом, который легко будет превзойти на хорошей линии и при более тщательном подходе к практическому разрешению этого вопроса. Кроме того, если овладеть техникой устранения различных мешающих действий, то можно воспользоваться для телефонирования одним проводом и землей, что значительно повысит дальность передачи (теоретически вдвое).

Весьма интересно проследить, как сказывается увеличение начальной энергии I_0 на дальность передачи. Оставляя условия передачи и приема одни и те же, изменяя только I_0 , мы для нашей линии по формуле (6) найдем дальности перед ачи l для различных λ . Эти дальности приведены в табл. 5, из которой видно, что дальности растут гораздо медленнее начальной энергии. Но это обстоятельство еще рельефнее выступает, если сравнение произвести не с начальной силой тока I_0 , а с мощностью W , отдаваемой нашим генератором, что также приведено в табл. 5. Отдаваемая мощность вычислялась по формуле⁴):

$$W = \frac{I_0^2}{2} \cdot Z, \quad (8)$$

¹) М. Ю. Юрьев. Техн. Связи. Том II, вып. 1—2, стр. 99. 1923.

²) См. нашу статью ТиТбн № 20, стр. 222. 1923.

³) П. В. Шмаков. Техн. Связи. Том II, вып. 1—2, стр. 103. 1923.

⁴) М. В. Шулейкин. Эл. и Св. на Пут. Сообщ. № 4. 1923.

ТАБЛИЦА 5.

λ I_0	1000	2000	3000	4000	7000	10000	15000	20000	30000	W
20 mA	36	50	60	68	87	98	122	136	160	0,32
50	40	55	66	76	97	108	136	151	180	1,98
100	43	59	71	81	104	121	146	162	191	7,90
200	46	64	77	87	112	125	157	175	204	31,60
500	49	69	83	95	121	136	170	190	221	197,50
1000	53	73	88	100	129	144	180	200	235	790,00

где Z характеристика линии и приближенно выражается для нашей линии величиной:

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{15 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-9}}} = 1580 \text{ ом.}$$

Таким образом из табл. 5 усматривается, что наиболее экономной является величина энергии в начале линии 50 миллиампер, каковой легко достигнуть при двух усилительных лампах в параллель, а при повышенном напряжении и даже с одной такой лампой. Вообще же при работе по проводам целесообразнее стремиться не к увеличению мощности передатчика, а к большему усилению приема при наличии, конечно, устранения различных мешающих действий.

В заключение следует отметить, что если бы работа производилась на нормальной телеграфной линии, когда сопротивление постоянному току 10 ом/км и утечкой можно пренебречь, то при двухпроводной линии с теми же техническими средствами, мы достигли бы гораздо большей дальности. Это иллюстрируется табл 6, при составлении которой принималось: $\rho = 10 \cdot 10^3 \text{ CGS}$, $\mu = 75$, $G = 0$. Здесь же приведены дальности передачи, которые мы имели бы при тех же условиях на бронзовых 4-х мм проводах.

ТАБЛИЦА 6.

λ	Железные провода диам. 4 мм			Бронзовые провода диам. 4 мм	
	R	β	l	β^1	l
1000	474	0,150	66	0,048	206
2000	336	0,106	93	0,033	300
3000	274	0,087	114	0,028	350
4000	238	0,075	132	0,024	410
7000	179	0,057	174	0,018	550
10000	150	0,047	211	0,016	620
15000	122	0,039	254	0,013	760
20000	106	0,033	300	0,011	900
30000	86	0,027	330	0,008	1240

¹⁾ Затухание β взято из немецких измерений. См. H. Fassbender и E. Habann. *Jahrb. d. drahtl. T. u. T.* 1920.

Настоящая работа не могла быть выполнена без культурного содействия работников других ведомств. А потому пользуемся случаем высказать свою благодарность за ценное содействие в работах по телефонному кабелю: администрации Московской Телефонной Сети — инженерам: М. Н. Коробову и Б. Ф. Акинфьеву, а также инженерам железнодорожной связи — М. Ю. Юрьеву, В. Д. Михайлову и А. П. Шарову. Кроме того, за исключительное содействие в работах по железным проводам, выражаем благодарность руководителям Службы Связи и Электротехники Северных жел. дор.: инж. В. Н. Самойлову, инж. Н. А. Климову и инж. И. П. Ждахину.

Точно также считаем своим долгом выразить благодарность нашим ближайшим сотрудникам: технику А. В. Булгакову (работы по кабелю) и технику И. М. Борушко (работы по железным проводам).

Москва.

Радиолaborатория Инст. Народ. Хоз.

Апрель, 1924.

Трубчатые изоляторы для высокого напряжения и высокой частоты.

Инж. А. И. Дрозжин, аспирант Харьк. Технол. Инст.

Приводимый в настоящей статье фактический материал об антенных трубчатых изоляторах, а также описание испытаний, произведенных над указанными изоляторами в Скинэктеди (U. S. A. шт. Нью-Йорк) одной из лабораторий Gen. Electr. Comp. — почерпнуты из отчета об упомянутых испытаниях W. W. Brown'a в октябрьском номере „Proc. of the Inst. of Radio Engineers“ за 1923 г. („Radio Frequency Tests on Antenna Insulators“ — p. 495).

1. Общие положения. Изолятор, поддерживающий провод с электрическим током, можно рассматривать, как конденсатор, включенный в обыкновенном случае между проводом и опорой. Независимо от формы изолятора его всегда можно представить состоящим из ряда элементарных поперечных слоев, на протяжении каждого из которых поток электрических линий, а следовательно, при определенной частоте тока, и силу тока смещения через данный слой можно считать неизменными. Мощность переменного тока, поглощаемая каким-либо элементарным слоем, в идеальном случае, когда весь ток, проходящий через изолятор, емкостный, равна нулю. Однако, практически вследствие ваттной составляющей тока, обусловленной потерями на диэлектрический гистерезис и утечку тока по поверхности изолятора¹⁾, эта мощность всегда больше

¹⁾ Не считая относительно незначительных (особенно при высоких частотах по сравнению с потерями от диэлектрического гистерезиса) потерь на тихий разряд через тело изолятора, а также относительно ничтожных при рабочих напряжениях потерь на истечение заряда в пространстве.

нуля, что физически выявляется в виде нагрева изолятора. Оставляя пока в стороне вопрос о поверхностных потерях (при влажной поверхности изолятора), остановимся подробнее на величине мощности, поглощаемой элементарным поперечным слоем изолятора при условии потерь только от диэлектрического гистерезиса, т.е. практически при так называемых „сухих условиях“. Указанная мощность может быть представлена общей формулой:

$$\Delta W_{db} = \Delta E \cdot I \cos \varphi,$$

где ΔE — напряжение, приходящееся на слой, I — полная сила тока через него и φ — угол сдвига между током и напряжением. Полная сила тока I через слой является результирующей (см. черт. 1, стр. 307) двух составляющих: безваттной емкостной I_c и ваттной I_{db} , обусловленной потерями на диэлектрический гистерезис. Переписывая выражение мощности, поглощаемой элементарным слоем, в виде:

$$\Delta W_{db} = \frac{I_c}{\omega C} \cdot I \cos \varphi = \frac{I_c}{\omega C} \cdot I_{db}$$

и подставляя, вместо I_{db} , равное ему $I_c \cotang \varphi$, получаем:

$$\Delta W_{db} = \frac{I_c^2}{\omega C} \cotang \varphi,$$

где C емкость поперечного элементарного слоя, а ω — электрическая угловая скорость, пропорциональная частоте тока. Обозначая через Δl длину элементарного слоя, через F площадь его поперечного сечения, через ϵ диэлектрическую постоянную материала и подставляя вместо C соответствующее выражение по формуле плоского конденсатора, имеем:

$$\Delta W_{db} = \frac{I_c^2 4\pi \cdot \Delta l}{\omega \epsilon F} \cotang \varphi,$$

или после некоторых преобразований:

$$\Delta W_{db} = 4\pi \left(\frac{I_c}{F} \right)^2 \frac{F \cdot \Delta l}{\omega \epsilon} \cotang \varphi.$$

Величина $F \cdot \Delta l = \Delta V$ есть объем элементарного слоя изолятора, а I_c/F средняя плотность тока смещения через слой, пропорциональная частоте тока и средней плотности потока электрических силовых линий (трубок)

через тот же слой¹⁾. Обозначая последнюю плотность через d , выражая ω через частоту тока c и относя потери к единице объема, получаем:

$$\frac{\Delta W_{ab}}{\Delta V} = A \frac{(cd)^2}{c\varepsilon} \cotang \varphi$$

(где A —некоторый переводной коэффициент), или выражая $\cotang \varphi$ через обычный $\cos \varphi$ и производя сокращение:

$$\frac{\Delta W_{ab}}{\Delta V} = A \frac{d^2 c}{\varepsilon} \frac{\cos \varphi}{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}} \quad (1)$$

Из последней зависимости вытекает, что величина потерь от диэлектрического гистерезиса на единицу объема, а следовательно и степень нагрева изолятора, изменяется в разных сечениях данного изолятора пропорционально квадрату плотности потока электрических линий, а степень нагрева данного изолятора в целом при неизменном напряжении и постоянном $\cos \varphi$ растет пропорционально первой степени частоты. Однако, в действительности с изменением частоты $\cos \varphi$ не остается неизменным. Исследования показывают²⁾, что в лучших изоляторах потери от диэлектрического гистерезиса при постоянной плотности потока растут приблизительно пропорционально частоте. Это говорит за то, что величина $\frac{\cos \varphi}{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}}$, а следовательно и $\cos \varphi$, в лучших диэлектриках зависит слабо от частоты. Однако, в менее совершенных диэлектриках величина потерь с изменением частоты растет при данной плотности потока значительно быстрее частоты, из чего заключаем, что для этого случая значение $\cos \varphi$ растет с частотой и даже значительно. В совокупности можно сказать, что с увеличением частоты $\cos \varphi$ также возрастает. Не входя в рассуждение, по какому закону идет рост $\cos \varphi$, из рассмотрения выражения $\frac{\cos \varphi}{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}}$ заключаем, что, как показывает и опыт, в лучших диэлектриках, когда $\cos \varphi$, вообще незначительный³⁾, в особенности мал, весь член $\frac{\cos \varphi}{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}}$ меняется с изменением частоты мало, но в менее совершенных диэлектриках, когда значения $\cos \varphi$ относительно возрастают, влияние $\frac{\cos \varphi}{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}}$ на величину потерь от диэлек-

1) В дальнейшем вместо „средняя плотность“ будет употребляться термин „плотность“.

2) См. указание Броуна в упомянутом отчете стр. 495.

3) См. Fleming and Dyke. „On the Power-factor and Conductivity of Dielectrics“. Journ. I. E. E. 1912. N. 215: для средних диэлектриков при 4600 пер. $\cos \varphi = 0,01 - 0,02$.

трического гистерезиса с ростом частоты должно сказываться заметнее. Данные опыта¹⁾ показывают, что в менее совершенных диэлектриках потери при данной плотности потока растут в общем приблизительно пропорционально квадрату частоты и даже скорее. Но не останавливаясь подробно на количественной стороне вопроса, можно уже заключить, что изоляторы, рассчитанные на 50—60 пер. и определенное число киловольт, при том же напряжении, но при частотах порядка 20.000—30.000 пер. в сек. не могут быть пущены в дело, вследствие чрезмерного нагрева диэлектрика.

Из рассмотрения выведенной выше зависимости (1) вытекает, что в случае больших частот имеются следующие пути для уменьшения нагрева изолятора:

1) Понижать плотность потока электрических линий (d) через изолятор, так как потери на единицу объема растут пропорционально квадрату плотности потока.

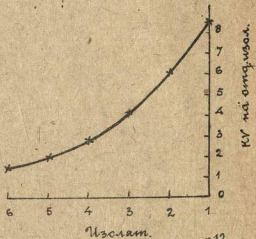
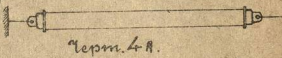
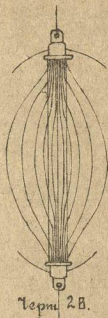
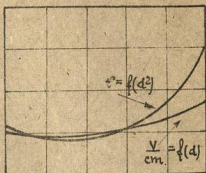
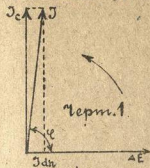
2) Брать материал с низкой диэлектрической постоянной (ε), так как при двух изоляторах одинаковой формы потери на единицу объема будут меньше там, где диэлектрическая постоянная ε меньше, ибо $d = f(\varepsilon)$, следовательно:

$$\frac{d^2}{\varepsilon} = f(\varepsilon).$$

При весьма ограниченном выборе материала диэлектрика для изоляторов, практическое значение имеет первое из приведенных выше условий, т.е. понижение плотности потока через изолятор. При данном напряжении плотность электрического потока уменьшается с увеличением длины изолятора—естественно поэтому, что для понижения потерь в изоляторе необходимо увеличивать его длину. Конечно, требование увеличения длины изолятора, для понижения потерь в нем, не есть единственное, определяющее длину изолятора. В первую очередь последняя определяется вообще допустимой плотностью поля в изоляторе с точки зрения его диэлектрической крепости. Однако, и в этом отношении условие высокой частоты тока приводит к необходимости удлинения изолятора. Дело в том, что диэлектрическая крепость материала, определяемая обыкновенно числом киловольт пробивного напряжения на единицу длины, не есть величина постоянная для данного материала, а изменяется под влиянием ряда условий и в частности заметно падает с ростом частоты. Поэтому естественнее определять значение диэлектрической крепости не пробивным напряжением, а предельным количеством энергии, приходящимся на единицу объема изолятора и зависящим не только от напряжения, но и от частоты тока. В таком случае

1) См. *Standard Handbook for Electrical Engineers*, 5-th ed. Sec. 4, p. 251, а также ссылка Brown'a на статью Alexanderson'a „Dielectric Hysteresis at Radio Frequencies“, *Proceed. of I. R. E.* June, 1914.

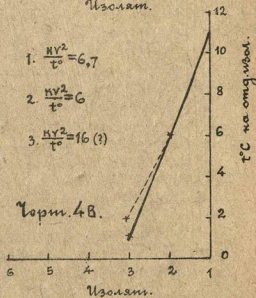
Источник А.В. Дроздовский.



$$1. \frac{KV^2}{t^0} = 6,7$$

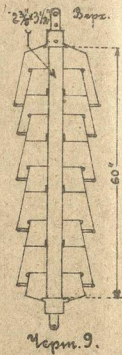
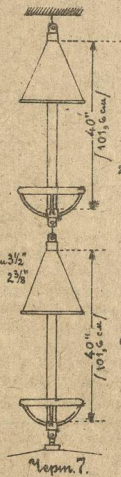
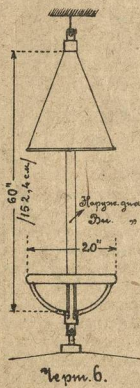
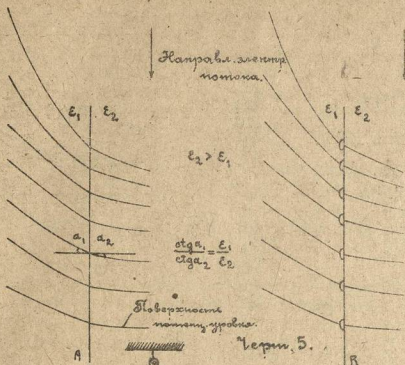
$$2. \frac{KV^2}{t^0} = 6$$

$$3. \frac{KV^2}{t^0} = 16 (?)$$



Черт. 4В.

К етатме А. И. Дрохсина.



удлинение изолятора с увеличением частоты тока при данном напряжении определяет собой не только понижение потерь, как таковых, но и повышение запаса диэлектрической прочности материала изолятора. Подтверждением последнего изложенного о влиянии частоты тока на диэлектрическую крепость могут служить следующие сравнительные данные, полученные Крейтоном¹⁾ для пробивных напряжений при высокой и низкой частоте: для фарфора при весьма высоких частотах, порядка 200.000 пер., пробивное напряжение падало до 60% своего значения при 60 пер. в сек.

Итак высокая частота тока при сухих условиях приводит к более длинному, чем при низкой частоте, изолятору. Практически такой изолятор может быть осуществлен в виде гирлянды скрепленных друг с другом коротких изоляторов. Подобная конструкция является удобной в смысле замены отдельных звеньев, а для типа изоляторов, работающих на сжатие, и весьма надежной в механическом отношении, но имеет тот крупный недостаток, что находящиеся в электрическом поле металлические части гирлянды значительно понижают ее действующую длину по сравнению с геометрической. Поэтому с точки зрения чисто электрической, более рациональным является тип цельного, в форме длинного штока, изолятора.

Подобный изолятор, будучи включен в разрез провода под током высокой частоты и высокого напряжения, или же между проводом и опорой, нагревается неодинаково по своей длине: в первом случае нагрев больше по концам, а во втором—со стороны, прилежащей к проводу. Из изложенного ранее следует, что неодинаковый нагрев изолятора по его длине является результатом неравномерной плотности потока электрических линий вдоль изолятора. Для рассмотрения этого последнего явления представим, что тело изолятора убрано, а остались только наконечники. В таком случае поле в воздухе для изолятора, включенного в разрез провода, будет иметь приблизительно такой вид, как показано на черт. 2А. Силовые трубки, вследствие взаимного бокового давления, расходятся посредине и, наоборот, плотным пучком входят в наконечники изолятора с обеих сторон. Состояние поля в некоторый момент характеризуется (по Максвеллу) тем, что в каждом месте поля напряжение трубки на единицу площади поперечного сечения, переменное вдоль оси ее, равно внешнему давлению на единицу боковой поверхности трубки в том же месте поля. В случае втором (черт. 3А), для изолятора между проводом и опорой, к взаимному давлению трубок прибавляется еще то обстоятельство, что в каждый данный момент равные заряды (не считая утечки на окружающие предметы) распределяются со стороны высокого напряжения на весьма незначительной поверхности наконечника и прилежащего участка провода, а с противоположной стороны—на весьма значительной поверхности опоры, экви-

1) См. Proc. A. I. E. E. May 1915, p. 819.

потенциальной с наконечником на этой стороне изолятора. В результате, в силу полной подвижности концов силовых трубок по поверхности проводника и под влиянием взаимного давления трубок, силовой поток со стороны опоры распределяется весьма широким пучком и плотность его у этого конца изолятора резко падает. При введении тела изолятора силовые линии втягиваются в изолятор, вследствие большей его электрической проницаемости, но полностью всего пути через изолятор ни в первом, ни во втором случае не проходят, а под влиянием взаимного давления выходят из тела изолятора, преломляясь так, что $\tan \alpha_1 / \tan \alpha_2 = \epsilon_1 / \epsilon_2$, где α угол силовой линии с нормалью к поверхности изолятора, а ϵ коэффициенты электрической проницаемости (диэлектрическая постоянная) сред. Картина распределения поля по сравнению с распределением только в воздухе меняется (см. черт. 2 В и 3 В), но общий характер ее, объясняющий неравномерный нагрев изолятора по его длине, в обоих случаях (2 и 3) сохраняется.

Неравномерное распределение плотности электрического потока вдоль изолятора выявляется не только в виде различного по длине изолятора теплового режима. Поскольку изменение плотности электрического поля говорит о градиенте потенциала¹⁾—и напряжение распределяется неравномерно вдоль изолятора. В силу того обстоятельства, что градиент потенциала пропорционален первой степени, а нагрев изолятора—квадрату плотности поля, уравнение кривой распределения напряжения вдоль изолятора в зависимости от плотности поля может быть написано в виде: $y = Ad$, а температурной кривой: $y = Bd^2$. При соотношении масштабов ординат, обратном отношению коэффициентов A и B , температурные кривые по сравнению с кривыми градиента потенциала пойдут круче (квадратично), но общий характер тех и других, обуславливаемый для каждого частного случая распределением плотности поля, сохраняется (см. черт. 4 А). Необходимо заметить, что распределение температуры вдоль изолятора при установившемся режиме не будет следовать точно простой зависимости: $y = Bd^2$. Средняя температура какого-либо элементарного слоя после продолжительного прогрева изолятора будет определяться не только количеством теплоты, выделяющимся в данном слое, но также тепловым режимом соседних участков и отдачей тепла через боковую поверхность наружу²⁾. В отчете Броуна не приведено кривых распределения напряжения вдоль длинных изоляторов, которые позволили бы непосредственно проверить правильность указанной зависимости для температурных кривых этих изоляторов, но имеется некоторый материал, чтобы судить о том же для гирлянды изоляторов, напряжение и нагрев вдоль которой распределяются в общем так же, как вдоль длинного изолятора. Именно, среди

1) Ср. запись из проведенного выше рассуждения: $\Delta E = I_c / \omega C$, откуда $\Delta E = f(d)$.

2) См. отчасти теорию сопоса: „Die Partiellen Differential-Gleichungen der Mathematischen Physik“ von Riemann-Weber, „Wärmebewegung in einem Stabe“. S. 88.

данных Броуна имеются: кривая распределения напряжения вдоль гирлянды из 21 изолятора¹⁾, под напряжением 43 kV, при сухих условиях, а также температуры нагрева для трех крайних изоляторов с высоковольтной стороны гирлянды практически при тех же условиях: напряжение 45 kV, гирлянда из 20 таких же изоляторов, изоляторы сухие. Применительно к указанным данным на черт. 4 В построены кривые распределения нагрева и напряжения с высоковольтной стороны гирлянды изоляторов. Как показывает соответствующий подсчет, отношение квадрата ординаты кривой распределения напряжения к ординате температурной кривой (значение A^2/B) для двух из трех крайних изоляторов (черт. 4 В) есть величина в достаточной мере постоянная. Для третьего от конца изолятора получается большое отступление. Однако, крайне резкий скачек в сторону, противоположную предыдущему результату, и незначительный нагрев изолятора позволяют предполагать, что отступление явилось следствием вполне возможной для этого случая большой относительной погрешности температурного отсчета. Действительно, изменение температуры на 1° уже дает и для третьего изолятора значение отношения kV^2/t^0 , приближающееся к двум первым. Приведенный фактический материал не дает, конечно, основания говорить о полной приложимости уравнения $y = Bd^2$ к температурным кривым, но возможность применения указанной зависимости, как ориентировочной, подтверждается.

Перейдем теперь к выяснению того, в какой мере выведенные выше для случая сухого изолятора положения сохраняют силу для влажных условий. При влажных условиях в электрическом поле между наконечниками изолятора появляется новый фактор: полупроводящий слой на поверхности изолятора. Слой этот по природе своей не является ни непрерывным, ни одинаковым по степени проводимости вдоль изолятора. Для простоты, его можно представить в виде капелек, вкрапленных на поверхности изолятора и разделенных сухими участками. При таком допущении вопрос в общем виде представляется так: в поле с переменным градиентом на поверхности раздела между двумя диэлектриками появляется слой хорошо проводящих и вполне изолированных друг от друга элементарных телец (черт. 5 А и В, градиент падающий). В таком случае картина изменения потенциальных уровней будет такая, как показано на черт. 5 В²⁾. Каждое тельце, вытесняя поле, входит своей поверхностью в состав потенциального уровня, проходившего ранее приблизительно³⁾ через место, занятое тельцем. В результате, как видно из черт. 5 В, характер падения потенциала вдоль поверхности раздела сохраняется, а плотность поля по обе стороны ее, вследствие сближения

1) „Compression type“, — „работающего на сжатие типа“.

2) На черт. 5 В приведена только часть телец поверхностного слоя с соответствующими потенциальными уровнями.

3) См. Хвольсон т. IV изд. 2, стр. 134, — случай изолированного проводящего шара в однородном поле.

потенциальных уровней, несколько повышается. В действительности, в силу того, что капельки не являются вполне изолированными друг от друга и от наконечников изолятора, искажение поля при влажных условиях по сравнению с сухими будет более значительным. В частности необходимо заметить следующее: так как ближайшие к наконечникам участки влажного слоя являются как бы продолжениями наконечников, надвинутыми на изолятор, то действующая длина изолятора при влажных условиях уменьшается, а следовательно плотность поля при том же напряжении должна повышаться не только у поверхности изолятора, но и на всем сечении потока. Однако, как бы сильно не было искажение поля, вызываемое влажным слоем, черт. 5 В говорит о том, что кривая распределения напряжения вдоль изолятора с появлением влажного слоя пойдет соответственно тому распределению плотности поля, которое установится при влажных условиях. Иначе говоря, уравнение вида: $y = Ad$, где d есть плотность поля в изоляторе, для кривой распределения напряжения вдоль изолятора при влажных условиях, сохраняется. Обозначая падение напряжения, приходящееся на некоторый элементарный поперечный слой, через ΔE , поверхностное сопротивление слоя через ΔR и величину потерь от диэлектрического гистерезиса в слое через ΔW_{db} , получаем для общей величины потери ΔW_{sa} в элементарном поперечном слое влажного изолятора:

$$\Delta W_{sa} = \frac{(\Delta E)^2}{\Delta R} + \Delta W_{db}. \quad (2)$$

Относя потери к единице объема и принимая во внимание, что $\Delta E = f(d)$, а $\Delta W_{db} = f(d^2)$, имеем:

$$\frac{\Delta W_{sa}}{\Delta V} = f(d^2), \quad (3)$$

т.е. зависимость вида: $y = Rd^2$, где d есть плотность поля в изоляторе, для температурных кривых при влажных условиях также сохраняется. Что касается общей величины потерь при влажных условиях, то из записи (2) и упомянутого выше указания о повышении плотности поля в изоляторе с введением влажного слоя вытекает следующее: вследствие некоторого повышения диэлектрической составляющей ΔW_{db} и главным образом, в результате появления потерь поверхностных полная величина потерь в изоляторе при влажных условиях возрастает и, как показывают данные испытаний, весьма значительно.

Обратимся теперь к вопросу, в какой мере форма изолятора для высокой частоты тока при высоком напряжении, выведенная для сухих условий, удовлетворяет влажным условиям. Для выяснения этого рассмотрим выражение (2) полных потерь в элементарном поперечном слое

влажного изолятора для случая низкой и высокой частоты при неизменном высоком напряжении. Полная величина указанных потерь складывается из потерь внутренних и наружных. Первые дают в пределе пробой самого изолятора, а вторые — поверхностный разряд. При низкой частоте, когда внутренние потери весьма незначительны, полная величина потерь обуславливается почти исключительно потерями во влажном слое; следовательно, опасность пробоя самого изолятора невелика, но возможность поверхностного разряда весьма значительна. Поэтому в случае низкой частоты при высоком напряжении изолятор выполняется сравнительно коротким, но с целым рядом юбок, повышающих значение поверхностного сопротивления R изолятора. При высокой частоте положение меняется: поверхностные потери, вследствие уменьшения действующего сопротивления влажного слоя с повышением частоты тока, понижаются, тогда как потери внутренние стремительно возрастают (хотя и остаются по абсолютной величине все-же значительно меньше потерь во влажном слое). В результате возможность поверхностного разряда уменьшается, но возрастает опасность пробоя внутри изолятора. Иначе говоря, появляется необходимость удлинения самого тела изолятора и, как следствие удлинения изолятора и понижения поверхностных потерь, исчезает необходимость в дополнительных изгибах в конструкции изолятора с целью повышения поверхностного сопротивления. Таким образом, и для случая влажных условий высокая частота приводит к той же форме длинного изолятора, какая была выведена для сухих условий.

2. Трубчатые антенные изоляторы.

Изложенные выше общие положения в части своей, касающейся обоснования рациональной формы изолятора для высокого напряжения и высокой частоты, привели к изолятору в форме длинного гладкого штока. Практически подобный изолятор удобнее выполнять с сечением круглым — сплошным или кольцевым. Последней форме изолятора с кольцевым сечением, или же трубчатому изолятору, при той же площади поперечного сечения, необходимо отдать предпочтение перед изолятором со сплошным сечением по следующим основаниям:

- 1) Плотность поля через тело изолятора понижается¹⁾.
- 2) Поверхность охлаждения увеличивается.
- 3) Момент сопротивления повышается²⁾.

Этого последнего типа изоляторы с диэлектриком из фарфора и применяются в настоящее время в значительной мере на новейших

1) См. выше черт. 5. — Потенциальные уровни сближаются по направлению к оси электрического потока.

2) Последнее обстоятельство не имеет значения при непосредственной эксплуатации изолятора, когда он работает на разрыв, но существенно для повышения общей крепости длинных, достигающих 1,5 м, изоляторов.

радиоустановках Америки. В частности, трубчатые изоляторы применены на последней мощной американской установке Radio Central Station близ Нью-Йорка.

Слабым местом трубчатого изолятора является соединение наконечника с телом изолятора. Однако, техника изготовления цемента, помощью которого скрепляется наконечник с изолятором, достигла большой степени совершенства, и статистика показывает, что в механическом отношении трубчатые изоляторы работают вполне удовлетворительно.

Картина распределения поля для нормального случая включения длинного изолятора между проводом и опорой (см. выше черт. 3 B) приводит к мысли о возможности искусственного понижения плотности электрического потока на высоковольтной стороне изолятора путем особых, развитых в поперечном направлении, металлических щитов, прикрепленных к высоковольтному наконечнику¹⁾. Принципиальное действие подобной электростатической защиты, осуществляемой в виде колец или конусов, такое же, как и частей опоры, подходящих к изолятору. Увеличивая вообще поток утечки через воздух, электростатическая защита понижает плотность потока на всем протяжении изолятора, но на высоковольтной стороне в особенности (см. ниже). В целях защиты поверхности изолятора от влаги употребляется различной формы противожддевая защита. И тот, и другой вид защиты применяется уже довольно давно в технике токов низкой частоты на высоковольтных передачах²⁾. На черт. 6 приведен тип трубчатого изолятора 60" длиной с противожддевой и электростатической защитой, примененный на мощной американской Radio Central Station для напряжения до 100 kV. Верхний конец изолятора, прикрепленный к опоре, снабжен алюминиевым конусом, служащим противожддевой и дополнительной электростатической защитой. Нижний конец снабжен алюминиевым кольцом, пропускающим осадки и служащим только электростатической защитой. На черт. 7 приведены два изолятора такого же типа по 40", соединенных последовательно. В случае особенно больших разрывающих усилий применяется параллельное соединение двух изоляторов с наконечниками дуговой формы и овальным, охватывающим оба изолятора, защитным кольцом. Конечно, введение весьма развитых, как видно из приведенных черт. 6 и 7, конусов и колец понижает напряжение поверхностного разряда; но так как относительно низкие потери, которых достигают помощью защитных приспособлений, имеют в случае радиочастот большее значение, чем высокий поверхностный разряд, то на указанное выше обстоятельство не приходится обращать преимущественного внимания. Нормально ограничиваются описанным видом защиты. В усло-

1) Я не останавливаюсь на так наз. внутреннем типе защиты, как менее распространенном и менее радикальном.

2) См. напр. Zipp, *Handbuch der elektrischen Hochspannungstechnik*, 1917, S. 44—45.

виях же особенно влажной погоды или в специальном случае мелких соленых брызг, изоляторы снабжаются особыми защитными приспособлениями, предохраняющими в большей мере поверхность изолятора от влаги и осадка соли и являющимися одновременно дополнительной электростатической защитой. В первом случае защита может быть осуществлена так, как показано на черт. 7, а во втором—как на черт. 8. Последний случай имел место на одной из станций американской Radio Corporation (Kahuku на Гавайских островах). При сухих условиях налет соли не причинял особенного вреда, но при влажных условиях, когда проводимость его возрастала, наблюдалась большая утечка тока и поверхностный разряд с конца в конец при напряжениях меньших даже 100 kV. После установки защитных полуконусов, прикрывших поверхность изолятора, явление чрезмерной утечки тока и поверхностного разряда при рабочем напряжении прекратилось.

(Окончание в следующем №).

Китай.

Апрель 1924.

Некоторые достижения радиолюбителей на Западе.

В. С. Габеля.

При просмотривании иностранных радиожурналов, приходится поражаться успехами, достигнутыми любителями, в особенности в области приема дальних маломощных станций. Регулярно публикуются длинные списки позывных отдаленных любительских станций, которые были приняты. В частности в Англии и Франции принимаются десятками американские и канадские станции, нередко на одну лампу (с усилителем Рейнарца) или на детекторную лампу с однократным усилением высокой частоты; 3—4 лампы—уже редкость. Радиосвязь между американскими и европейскими любителями приняла такие размеры, что Американская Radio Relay League предприняла шаги по международной организации радиолюбителей. Для этой цели проектируется созвать в 1925 году международный конгресс радиолюбителей в Париже, в программу которого войдут такие вопросы, как распределение отличительных позывных для каждой страны, к которой принадлежит та или другая любительская станция, выбор и утверждение официального языка для любительских международных сношений по радио, организация массовых научных наблюдений над распространением коротких волн на большие расстояния и т. д.

Для иллюстрации приводим ниже несколько наиболее интересных рекордных случаев передачи и приема, взятых нами из английской и французской литературы.

Типично, например, следующее письмо в редакцию от одного английского любителя: „Условия погоды для дуплекс-работы снова стали благоприятны; по утрам мне удастся входить в сношения с американскими станциями, в одном случае даже по телефону. На основании моих последних наблюдений я пришел к убеждению, что барометрический минимум на нашей стороне особенно благоприятен для трансатлантической работы, повидимому таковы-же условия и на той стороне. Мистер М. Гендай (Мейн, Центральная Америка) обладает повидимому удачно построенной станцией, так как в воскресенье 10-го февраля, утром я его принял на мой телефонный приемник, называемый им „ящиком—пистолетом“. Он, с своей стороны, понял мое замечание, что я его принял на три лампы и желаю ему здоровья. Дальнейшие опыты удались лишь отчасти, ибо мешали потусторонние станции. Тем не менее он услышал мой вызов, а затем и мой вопрос: „вполне-ли хорошо вы меня слышите“? Мой собеседник был уничтожен и тут же письменно запротоколировал этот случай. У меня в антенне шел ток, силою всего в 1 ампер. Далее я осуществил сношения с **, ** и * **; все мои сигналы были приняты превосходно, ** пользуется одноламповым приемником, другой, **, лаконично, но убедительно отвечает: „громкоговоритель на всю комнату“! Опыты продолжаются, и я надеюсь в скором времени установить реальную, надежную трансатлантическую связь. До сего времени я работал с 12 станциями Соединенных Штатов и двумя Канадскими“. (Автор письма живет в Мертоне, предместьи Лондона).

Отметим результаты, сообщаемые одним любителем, проживающим в Ницце, Леоном Делой, который у себя установил приемник специально для приема широковегательной станции в Питсбурге (Пенсильвания), работающей с несколькими сотнями ватт на волне 100 метров. Слышимость была хорошая. Им-же реализована дуплексная связь с американскими любителями при помощи передатчика в 500 ватт. Сеть призматическая 10 метров длины и 25 м высоты с противовесом. Сигналы станции были слышны даже на берегу Тихого океана (см. ниже) т.е. на расстоянии около 10000 километров. За последнее достижение Л. Делой награжден золотой медалью.

Особенный интерес представляют результаты наблюдений над силой приема М. Вассер, радиотелеграфиста теплохода Мириам и лауреата прошлогоднего конкурса по приему трансатлантических сигналов. Он, находясь у Тихоокеанского побережья Канады, принял сигналы упомянутого выше передатчика Л. Делой в Ницце. М. Вассер производил свои наблюдения во время кругосветного плавания через Панама, С. Франциско, Шанхай, Борнео, Сингапур и Суец. Во время перехода Тихого Океана он слышал 63 любительских станции на расстояниях, превышающих 5600 км. У берега Японии, на расстоянии 8400 км от С. Франциско 17 станций были еще слышны, две из них, принятые на расстоянии 7000 км, работали мощностью, не превышающей *десять ватт*. По словам

М. Вассёр это третий случай слышимости американских любительских станций на другой стороне Тихого Океана. Впрочем это расстояние было значительно превзойдено, так как сигналы большого числа американских любителей были слышны в Новой Зеландии (13000 км). В одном случае работала станция *четырьмя 5-ти ваттными лампами*. Приемник, которым пользовался М. Вассёр, состоял из одной усиленной лампы высокой частоты с настройкой на аноде, детекторной—с реактивной связью и с одно—или двукратным усилением низкой частоты. С одной станцией, расположенной около С.-Франциско он находился в непрерывной связи на волне 450 метров на большей части пути через Тихий Океан до расстояния 5400 км. Большая часть мощных европейских станций была принята с легкостью. Автор особенно отмечает хорошую слышимость в Тихом Океане станции Бейрут (Индия), работающей с небольшой мощностью в 25 кв. Что касается французских любительских станций, то в Александрии (3000 км) были слышны 2 станции и у берега Греции еще 2—очень сильно. Около Алжира—примерно 15 французских и английских станций. В Гибралтаре были слышны уже 37 американских любительских станций. В Гасконском заливе к ним прибавилось еще 22 станции.

Хотя цифры, сообщаемые М. Вассёр, носят по всей вероятности случайный характер, все-же из их сопоставления с достаточной убедительностью выявляется сильное влияние характера промежуточной местности на короткие волны. Как известно, распространение коротких волн вообще сильно зависит от целого ряда факторов (местность, время дня и года, атмосферные условия и т. д.), влияние которых с достаточной полнотой может быть выяснено только путем массовых наблюдений, планомерно производимых в разных частях земного шара. С другой стороны, принимая во внимание, что, короткие волны имеют ряд существенных преимуществ перед длинными (возможность строить переносные „карманные“ станции, направляемая передача, значительное уменьшение мешающего действия атмосферных разрядов и др.), можно быть уверенным, что, будучи изучены, они найдут себе обширное практическое применение, в частности например в военном деле. Американцы превосходно учли это обстоятельство, и нужно снова и снова желать, чтобы и у нас радиолюбительство в самом широком масштабе развилось возможно скорее, и наши радиолюбители могли-бы принять деятельное участие в грядущей международной научной работе.

Об опытном определении коэффициента полезного действия телефона.

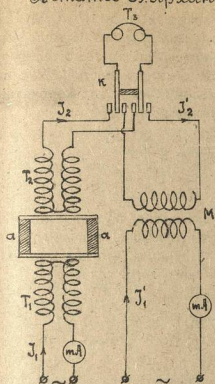
Б. Архангельского.

Определение кпд телефона и потерь в нем сводится к определению мощности электрического тока, питающего телефон, и мощности звуковых колебаний мембраны телефона.

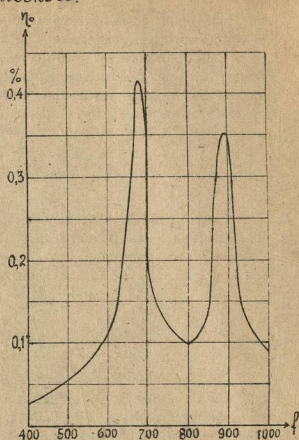
Определение первой мощности не представляет значительных затруднений, так как она поддается учету при помощи миллиамперметра, включенного в цепь электромагнитов телефона, определение же мощности колебаний мембраны представляет большие затруднения, вследствие ее малости. Кроме применявшихся ранее механических способов измерения этой мощности звуковых колебаний путем измерения амплитуды колебаний мембраны, может быть предложен другой—электрический—способ ее измерения; при известных допущениях этот способ позволяет судить о величине кпд, изменении его с частотой, а также получить приблизительное представление о распределении потерь в телефоне.

Такой электрический способ измерения мощности колебаний мембраны может быть осуществлен при помощи схемы, представленной на черт. 1 (стр. 319). Здесь T_1 и T_2 два телефона, мембраны которых расположены одна против другой на расстоянии, обеспечивающем отсутствие магнитной связи электромагнитов телефонов; пространство между мембранами отделено от окружающего пространства при помощи широкой трубы aa . Предполагается, что при этом мощность колебаний мембраны первого телефона, питаемого током от внешнего источника, передается мембране второго телефона. Колебания последней индуктируют в обмотке второго телефона электрический ток, который и должен быть измерен. Для измерения его пользуются третьим телефоном (T_3), переключаемым при помощи переключателя k то на цепь второго телефона, то на вторичную обмотку трансформатора. Это попеременное переключение телефона T_3 дает возможность, изменяя коэффициент взаимной индукции M трансформатора, по одинаковой силе звука в телефоне T_3 установить равенство тока в обмотке второго телефона (I_2) и во вторичной обмотке трансформатора (I_2^1). Ток I_2^1 (а следовательно и I_2) может быть определен, если известен коэф. взаимной индукции M и сила и частота тока первичной обмотки, которые могут быть легко измерены. Таким образом ток и в первом, и во втором телефоне может быть определен; одинаково может быть найдено и ваттное сопротивле-

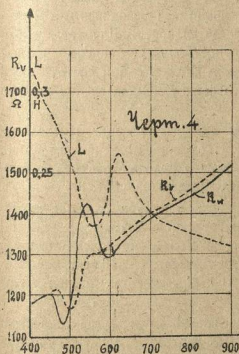
Имя: Б. Архариенко.



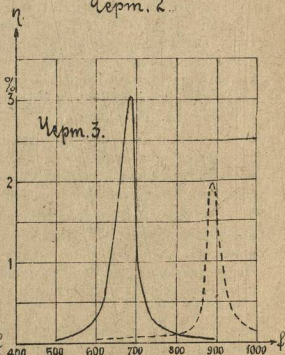
Черм. 1



Черм. 2



Черм. 4



Черм. 3

ние телефонов по их электрическим характеристикам (L и R_w , как функции частоты), найденным предварительно¹⁾. Таким образом мощность $I_2^2 R_{w3}$, отдаваемая вторым телефоном в цепь третьего телефона, может быть определена тем же способом, как и мощность $I_1^2 R_{w1}$, потребляемая первым телефоном (приемником). Тогда кпд комбинации двух телефонов определится просто из отношения

$$\eta = \frac{I_2^2 R_{w3}}{I_1^2 R_{w1}}.$$

Однако это число представляет произведение двух кпд: кпд первого телефона, как приемника, и второго телефона, как генератора электрического тока, так что $\eta = \eta_1 \eta_2$. Принимая, что кпд телефона, как приемника, равен кпд телефона, как генератора, получим

$$\eta_0 = \sqrt{\eta} = \frac{I_2}{I_1} \sqrt{\frac{R_{w3}}{R_{w1}}}.$$

Определенный таким образом кпд, представляется кривой черт. 2, где отложены полученные его значения для различных частот. Здесь ясно выступают два maximum'a соответственно резонансам двух телефонов. Однако полученные результаты не могут быть приняты за действительный кпд, так как это значение кпд, представляя среднее геометрическое из двух η_1 и η_2 с сильно разнящимися резонансными частотами, значительно отступают от действительности. Для того, чтобы найти кпд каждого телефона, можно построить резонансные кривые каждого телефона в отдельности, имея в виду, что при частоте резонанса одного телефона, кпд другого телефона меняется весьма слабо и не влияет на вид кривой η_0 .

Построив резонансные кривые для каждого телефона в отдельности, можно полученное ранее среднее геометрическое из двух кпд расчислить на два кпд каждого телефона в отдельности. Результаты подобных пересчетов и построений представлены на черт. 3.

Эти результаты и могут быть приняты, как окончательное значение кпд телефона при различных частотах. Полученные результаты имеют тот же приблизительно характер, какой был определен Кенелли²⁾. Изменение кпд с частотой носит ясно резонансный характер, достигая при резонансе 30% и уменьшаясь при других частотах до ничтожных долей процента.

Кпд телефона может быть определен также и по электрическим характеристикам телефона (кривая L и R_w черт. 4). Эти характеристики

1) См. Радиотехник № 12, стр. 105. 1920.

2) *l. c.*

(зависимость самоиндукции и ваттного сопротивления от частоты) могут быть найдены при помощи обычного моста Витстона для измерения коэфф. самоиндукции, питаемого переменным током различных частот. При частоте резонанса мембраны телефона замечается увеличение ваттного сопротивления, повидимому, за счет увеличения полезной мощности, отдаваемой мембраной. Ту же кривую можно получить для телефона с неподвижно зажатой мембраной (кривая R_w^1). Тогда кпд при резонансе может быть определен, как

$$\eta = \frac{R_{w_{св}} - R_{w_{зжмт}}}{R_{w_{св}}}$$

Определенный таким образом кпд дает $\eta = 17\%$. Это указывает на то обстоятельство, что в телефоне кроме тех потерь, которые не связаны с колебаниями мембраны, существуют еще потери, появляющиеся вследствие колебаний мембраны. На основании приведенных результатов первые потери (потери холостого хода) можно определить, как $83-85\%$, и потери механические и электрические, непосредственно связанные с колебаниями мембраны, как $12-15\%$.

Подобные измерения, не обладая большой точностью, все же могут дать представление о достоинствах того или иного вида телефонного приемника, характеризуя его со стороны его отдачи.

Нижегородская Радиолaborатория.

Август 1923.

Еще о тепловом режиме вольфрамового катода в триоде.

С. И. Зилитинкевича.

В моей основной работе о „Тепловом режиме вольфрамового катода в триоде с чисто электронным разрядом“ (Титбп № 24, май 1924. Стр. 116—141) было показано, что влияние электронной эмиссии на температуру катода складывается из воздействия факторов, образующих две совершенно самостоятельных группы.

Первая состоит из агентов, учитывающих непосредственное воздействие эмиссионного потока на катод. Это, так сказать, первичный тепловой эффект электронного излучения.

Вторую же группу образуют факторы, учитывающие температурное влияние на катод остальных элементов (в первую очередь электродов) электронной лампы, меняющих свое тепловое состояние в зависимости от мощности эмиссионного потока. Таким образом, факторы второй группы являются результатом вторичного теплового эффекта электрон-

ного излучения. В отличие от факторов первой группы, они в сильнейшей степени зависят от геометрических размеров и конструкции различных частей электронной лампы, эксплуатационных условий и времени ее работы, соседства с лампой других физических тел и т. д. Как выяснено в указанной работе, влияние факторов второй группы всегда выражается в дополнительном нагревании катода, причем для общепринятых конструкций триодов—это нагревание может достигать очень больших, даже катастрофических размеров. При принятии, однако, специальных мер (искусственное охлаждение и т. п.) оно может быть значительно уменьшено.

Прямую противоположность в этом отношении представляют собою факторы первой группы, зависящие исключительно от свойств самого катода и силы эмиссионного тока. В упомянутой выше статье указаны два таких фактора:

1) *Мощность*, которую эмиссионный поток выделяет *в виде тепла* (джоулев эффект) *при своем прохождении по нити накала*:

$$W_j = \pm \frac{1}{2} \frac{R_1 - R_2}{R_1 + R_2 + r} I_k V_k. \quad (23)$$

Знак W_j зависит от того, совпадает направление главной части электронного тока с током накала или ему противоположно. При этом в первом случае эмиссионный ток оказывает на катод нагревающее, а во втором случае—охлаждающее действие.

2) *Кинетическая энергия*, которой обладают вылетающие из нагретого катода электроны, *отвечающая начальной скорости их вылета*:

$$W_k = - I_k V_m. \quad (24)$$

При температуре катода 2400° abs ,

$$W_k = - 0,31 \cdot I_k. \quad (25)$$

При этом $W_k < 0$, так как W_k учитывает тепловую энергию, уносимую электронами с катода.

3) Есть еще третий фактор теплового воздействия эмиссионного потока на катод—только косвенно затронутый в упомянутой выше статье (стр. 117). Это та мощность, которую затрачивает электронный поток на преодоление притяжения поверхностного слоя (W_{aff}).

Как и энергия начальной скорости вылета электронов, так и эта мощность черпается из кинетической энергии их теплового движения. При этом может возникнуть сомнение, не возвращается ли она обратно нити накала при прорывании электронов через поверхностный слой.

(Последнее и побудило автора изъять из основной работы учтывание этого явления).

Однако, рассмотрение тех моделей, которые могут разъяснить процессы электронного „испарения“, определенно приводит к заключению, что если не вся, то значительно большая часть этой энергии (практически вся она) уносится электронами из катода и отдается им тому электроду, на котором они „конденсируются“. Таким образом, эта мощность (W_{aff}), отвечающая собственной потенциальной энергии „испаряющегося“ электронного потока, формально вполне аналогична мощности, затрачиваемой на скрытую теплоту парообразования испаряющейся жидкости, и так же, как последняя, отнимается у остальной, еще не испарившейся массы.

Как уже указывалось (стр. 117), энергия, уносимая электроном при вылете его из нагретой нити, будет

$$V_{aff} = b \cdot \beta = 8,6 \cdot 10^{-5} \cdot b.$$

При вольфрамовом же катоде

$$V_{aff} = 8,6 \cdot 10^{-5} \cdot 5,25 \cdot 10^4 = 4,515 \text{ вольт.}$$

Следовательно, при наличии электронной эмиссии, равной I_e , суммарная мощность, уносимая прорывающимися через поверхностный слой электронами (The electron affinity), будет

$$W_{aff} = - I_e V_{aff} = - 8,6 \cdot 10^{-5} b I_e;$$

и для вольфрамового катода:

$$W_{aff} = - 4,515 I_e \text{ ватт.}$$

Таким образом, полное непосредственное воздействие электронного потока на тепловой режим катода (первичный тепловой эффект), равное суммарному действию всех трех рассмотренных факторов первой группы, будет:

$$W_e = W_j + W_k + W_{aff}; \quad (26^*)$$

то-есть:

$$W_e = - I_e \left(\pm \frac{1}{2} \frac{R_1 - R_2}{R_1 + R_2 + r} V_n + V_m + V_{aff} \right) \text{ ватт.} \quad (27^*)$$

Для вольфрамового катода, при обычной температуре накала (2400° abs), это дает:

$$W_e = - I_e (4,83 \pm \frac{1}{2} \frac{R_1 - R_2}{R_1 + R_2 + r} V_n) \text{ ватт.} \quad (28)$$

Следовательно, учет мощности W_{aff} приводит к констатированию еще более значительного, чем то было установлено ранее, первоначального охлаждающего действия электронного потока на катод. Если полученные здесь результаты приложить к примерам, разработанным в основной статье, то получим следующую картину. Для французской усилительной лампы, работающей от двух аккумуляторов, при $i_n = 0,67$ А и $I_e = 10$ мА (участок тока насыщения), получаем:

$$W_j = \pm 0,77 \cdot 10^{-3} \text{ ватт}; W_k = - 3,1 \cdot 10^{-3} \text{ ватт}; W_{aff} = - 45,15 \cdot 10^{-3} \text{ ватт}.$$

Таким образом, в зависимости от направления тока в нити накала, будем иметь:

$$W_\varepsilon = - 47,5 \cdot 10^{-3} \text{ ватт и } W_\varepsilon = - 49 \cdot 10^{-3} \text{ ватт}.$$

Так как основная мощность нагрева катода будет: $W_n = 2,707$ ватт, то относительное действие эмиссионного потока, при обычной рабочей схеме, будет составлять:

$$\frac{W_\varepsilon}{W_n} 100\% = - 1,75\%.$$

Аналогичное увеличение первоначального охлаждающего действия эмиссионного потока на катод мы будем иметь и для второго примера статьи (генераторная лампа М. М. Богословского № 11).

Итак, видоизменения, вносимые в полученные ранее результаты учетом мощности электронного прорыва поверхностного слоя катода, вызывают только числовые перемены в тех или других подсчетах, совершенно не меняя их характера и значения. Они делают картину тепловых влияний на катод еще более рельефной, сугубо подчеркивая правильность всех выводов основной статьи как в отношении превалирующего значения тепловых влияний вторичных факторов, так и в объяснении явлений, возникающих немедленно при появлении эмиссионного потока.

Ленинград. Июнь, 1924.

ИЗ ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

Электромагнитные громкоговорители.—Развитие широкоэмитальных станций дало толчок к устройству более совершенных громкоговорящих телефонов. Этим телефонам ставятся более высокие требования, чем прежним телефонам, т. к. главной задачей их является воспроизведение музыкальных звуков, точно соответствующих передаваемой мелодии или аккорду. Поэтому для избежания искажений такой телефон должен воспроизводить звуки в интервале 25—5000 периодов в секунду с одинаковой интенсивностью и не обладать в этом интервале точками резонанса, при которых наблюдается значительное усиление излучаемого звука; кроме того необходимо, чтобы он был в состоянии воспроизводить комбинации тонов и сложные звуки без искажения амплитуд парциальных тонов и притом не вводил бы собственных гармонических тонов и призвуков; последнее, как оказалось, требует очень тщательного выбора материала мембраны.

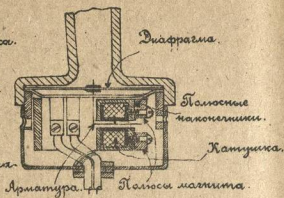
Наиболее старым и мало совершенным громкоговорителем является большая модель обычного телефона. Она отличается не слишком большой силой звука, т. к. размах мембраны ограничен близкими полюсными наконечниками, и кроме того заметны точки резкого резонанса. Другим, более совершенным типом громкоговорителя является модель с весьма легкой подвижной кольцеобразной катушкой (черт. 1, стр. 326). Последняя помещается в сильном радиальном магнитном поле и при-

крепляется к центру гофрированной мембраны. Переменные разговорные токи, протекая по катушке, сообщают ей импульсы, передаваемые далее мембране. Третий тип устроен следующим образом. Небольшая железная система расположена внутри катушки (черт. 2), по которой протекают разговорные токи, и подвешена на тонких фортепьянных струнах. Катушка окружена двумя полюсными наконечниками, согнутыми в виде буквы *U* и образующими два воздушных зазора. Переменные токи в катушке обуславливают одновременное и одноименное намагничивание диаметрально противоположных наконечников, вследствие чего на постоянное поле магнита налагается перпендикулярно направленное поле катушки, и железная система получает стремление колебаться вращательно. При помощи тонкого соединительного стержня это колебание передается центру диафрагмы. Наконечник четвертый тип—тип реле устроен подобно телеграфному поляризованному реле (черт. 3). Тонкая железная система расположена между четырех полюсных наконечников, на каждом из которых насажено по катушке. Полюсные наконечники намагничиваются постоянным магнитом, изогнутым в виде буквы *L*. Катушки соединены так, что диаметрально противоположные наконечники одновременно притягивают железную систему, стремясь ее таким образом повернуть. Вращательные колебания ее передаются посредством стержня алюминий-

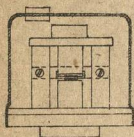
К отг. „Иностран. литер.“



Черт. 1

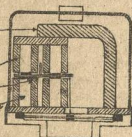


Черт. 2.

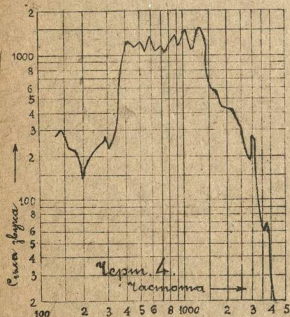


Прямое сечение.

Черт. 3.

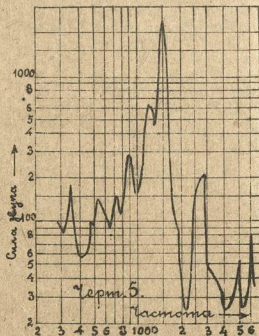


Боковое сечение.



Черт. 4.

Частота



Черт. 5.

Частота

вой мембране.

Компанией Вестингауз были проделаны опыты и измерения с целью выяснить, насколько каждый из описанных выше типов подходит к идеальному громкоговорителю. Был устроен ламповый генератор звуковой частоты с широким диапазоном, питавший громкоговоритель. Излучаемый звук воздействовал при посредстве конденсаторного микрофона и 5-каскадного усилителя с сопротивлениями на тепловой миллиамперметр, отклонения которого считались мерою силы излучаемого звука. Результаты опытов с этим прибором, распространенных на диапазон от 150 до 10.000 пер/сек, изображался в виде кривой, каковая и служила характеристикой данного громкоговорителя (черт. 4 и 5). По осям этой диаграммы откладывались соответственно логарифмы частот и силы звука. (Кроме того, конечно, производились непосредственные испытания качества передаваемой музыки и речи на слух).

Результаты эти в общих чертах таковы. Наименее совершенным, конечно, является первый из отмеченных выше типов. Что касается громкоговорителя с подвижной катушкой, то с ним можно получить результаты очень удовлетворительные. Автор подробнее останавливается на третьей и четвертой (последних) конструкциях, приводя их характеристики. Релеобразный громкоговоритель обладает очень равномерной чувствительностью (колебания силы звука не превосходят 90%) в интервале частот 400—1060 пер/сек (черт. 4). Предыдущая конструкция несколько хуже (колебания в 120% в интервале 700—1100 пер/сек).

Оказалось также, что большое значение в смысле выделения точек резонанса имеет мембрана. Так в одном случае, при жесткой маленькой мембране, сила звука убывала в 100 раз при повышении частоты на 30% (черт. 5). Чтобы избежать этого громкого недостатка, мембрана

ну гофрируют; это заметно улучшает дело; так одна из исследованных гофрированных мембран довольно плавно усиливала звук примерно только в 10 раз при повышении частоты от 200 до 3000 пер/сек, соответствующая же плоская — убавляла звук в 12 раз при повышении частоты от 300 до 2500, выделяя при этом ряд острых максимумов.

Для усиления излучаемого звука обычно применяется рупор. Его действие несколько зависит и от свойств мембраны, так как, усиливая звук, он нагружает мембрану и тем самым увеличивает ее затухание; поэтому при наличии рупора резонансные точки мембраны меньше заметны. Впрочем и сам рупор может обладать собственными точками резонанса. Более длинный рупор благоприятствует более равномерной нагрузке мембраны при различных частотах. Также при более сильных звуках сглаживающее действие рупора более заметно. Воспроизведение музыки и речи сильно зависит от формы и величины рупора и от силы звука. На практике обычно длина рупора не превосходит трех футов — приблизительно четверти длины звуковой волны, отвечающей 90 пер/сек. Очень хорошие результаты получались и при двух-футовом рупоре. В качестве материала для рупора, повидимому, лучше всего дерево или какой-либо подобный материал вроде эбонита. Колеблущаяся система, связанная с мембраной и толкающая ее, также может вносить свои искажения. Важно, чтобы она была возможно жестче и легче.

Journ. A. I. E. E. Sept. 1923, p. 921.

Широковещательная станция W G Y — General Electr. Co. в Скектеди (Нью-Йорк) — является одной из наиболее популярных американских широковещательных станций. Она построена весной 1922 г.

по тогдашним последним данным радиотелефонной техники применительно к двум назначениям: чисто коммерческому (для передачи ключем и для обычного разговора) и как широкопередаточная (с широким диапазоном неискаженно передаваемых звуковых частот для оркестра и органа). Для коммерческих целей с передачей ключем имеется передатчик с четырьмя лампами по 250 W, общей мощности 1 kW; для коммерческой телефонии две из этих ламп служат генераторными, две модуляторными, и еще одна 50-ти ваттная усилительной. Нормальная λ станции от 300 до 800 метров. Применительно к целям широкопередаточная должна обладать некоторыми особенностями, главным образом готовностью к действию в любое время, полной непрерывностью работы и в высшей степени совершенным качеством передачи. Повидимому, описываемая станция вполне удовлетворяет этим требованиям.

Соответственно характеру различных аппаратов, составляющих станцию, и их роли в передаче, вся станция расположена в трех помещениях: силовая установка, управление и студия (аудитория). Последняя представляет собою залу, обвешанную мягкой материей, где находятся музыкальные инструменты, располагаемые по желанию дирижера станции, и целая серия микрофонов—каждый применительно к соответствующему инструменту, так что иногда действуют сразу несколько микрофонов. Среди микрофонов имеются кроме угольных одинарных (обычных) еще двойные угольные (чувствительный порошок с обеих сторон мембраны), магнитные, применимые особенно для передачи звуков рояля и фонографа (звуковые колебания производят в движение проволочную катушку в сильном магнитном поле), конденсаторные (повидимому наилучшие, но требующие двух лишних каскадов усиления) и специальные (напр.

паллофотофон; ТиТбп № 19, стр. 210. 1923). Рядом со студией располагается комната управления станцией, аппараты которой соединены с микрофонами и сигнальными приборами студии освинцованными кабелями. Сигнальные аппараты являются связью между техником, контролирующим работу станции, и дирижером студии. В комнате управления установлено десять приборов первой ступени усиления, каждый из коих соответствует своему микрофону. При помощи сопротивлений и переходных снижающих батарей любая группа этих усилителей соединяется с одним из двух ассортиментов (один запасный) усилителей второго и третьего каскада. Включение производится на удобной коммутаторной доске. Усилители всех трех каскадов одноламповые. Переход со второго усилителя на третий осуществляется также по средством сопротивления и снижающей батареи. После третьего усилителя включен фильтр, соединяющийся далее кабелями с четвертым усилителем, находящимся в силовой установке на расстоянии ок. 900 м. от первых двух помещений. Комната управления снабжена также приемными приборами для радиотрансляции государственных сигналов времени.

Силовая установка обнимает усилитель четвертого каскада, модулятор, генератор и источник высокого напряжения. На крыше здания, в котором расположена станция, укреплены антенна, подвешенная к двум железным башням, снабженная противовесом и принадлежащая к типу многократно настраивающихся антенн (двукратная); одна из настроек находится на крыше, другая спущена в самое силовое помещение и служит для возбуждения антенны. Высота башен ок. 50 м, длина приблизительно 60 м. Источник высокого напряжения, дающий 12.000 V, состоит из шестифазного трансформатора с соответствующими катодными выпрямителями. Потери на

сглаживающие фильтры не превосходят 0,1%. Генератор состоит из махового контура, слабо связанного с антенной, так что длина волны определяется главным образом параметрами этого контура; в нем работает одна лампа ($UV-208$). Модуляция осуществляется пятью лампами ($UV-206$, отдача 1 kW), воздействующими на анод генераторной лампы. Перед модуляторной группой включается один из двух одноламповых усилителей (четвертый каскад), работающих с лампами $UV-204$ при анодном напряжении 2000 V.

Вся схема станции приводится в действие за полчаса до начала программы и испытывается на эквивалент антенны в смысле исправности всех приборов и правильности расположения артистов около микрофона. Точно в надлежащий момент передатчик переключается на антенну, причем дирижер станции объявляет программу посредством отдельного микрофона, переключающегося далее на соответствующие инструментальные микрофоны. Связь между техником и дирижером исключительно световая; часть сигналов не видима для артистов и не отвлекает их внимания. Техник обращается к дирижеру только в тех случаях, когда не может сам исправить замеченного недостатка регулировкой усилителей.

Благодаря принятым мероприятиям модуляция станции WGU не только достаточно велика, но и почти одинакова для всех частот от 40 до 5000 пер/сек. Несмотря на небольшую мощность, радиус действия станции достаточно велик (наибольшая дальность: Гавайские острова—5000 миль в одну сторону и Париж—3225 миль в другую).

Gen. Electr. Review. Apr. 1923, p. 194.

Кристаллический детектор-гетеродин за-границей. — Изобретенный в 1922 г. О. В. Лосевым детектор-

гетеродин, основанный на возможности получения незатухающих колебаний помощью детекторного контакта, до сих пор не был известен за границей; но давно уже можно было предположить о его значении прежде всего для радиолюбителей (ТиТбп № 20, стр. 326; № 22, стр. 529). В мае месяце этого года произошел как бы прорыв плотины; о лосевском гетеродине заговорили почти сразу в нескольких журналах. Прежде всего появилась статья в Radio-Review; ее данные были воспроизведены в Paris-Radio (17 июня); прибор признается сенсационным; ему дается название: кристалин. В Radio-Electricité (25 мая 1924) И. Подляски подробно описывает схемы Лосева, делая при этом собственные предположения, не будучи осведомлен с работами Лосева в подробностях. Wireless World (11 июня, 1924) подробно реферiert статью Подляского, повторяя его ошибочное утверждение о необходимости 40 V для генерирующего цинкитного детектора. Амстердамский Radio Wereld (26 июня) спешит сообщить свои сведения о приборе Лосева с соответственными схемами и числовыми данными, вызванный к этому, видимо, статью Подляского, причем исправляет ошибку последнего относительно необходимого вольтажа, устанавливая его вполне правильно в 12 вольт.

В статьях вспоминается работа Икклза (1910 г.) о возможной генерации незатухающих колебаний помощью детектора, предвавшая работы Лосева, но не приведшая ни к каким практическим результатам, а также Миллиона (Radio News, 1923). Многие авторы делают предположение, что изобретение Лосева было вызвано недостатком триодов в России; они не знают, до какой степени малое распространение получил еще „кристалин“ у нас.

Штутгартская широкоэвещательная станция.—12 мая произошло торже-

ственное открытие Штутгартской широкоэвещательной станции. Мощность ее 1,5 kW ; антенна T -образная, длиной 45 м, высота над почвой около 45 м, над крышей 28 м. Микрофонное помещение (аудитория) занимает сравнительно маленькую комнату в том же здании. Предполагается приспособить другое помещение, более просторное, соединивши его двойными телефонными проводами (расстояние около 4 км).

Radio für Alle, Н. 4, 1924.

Радиостроительство в Америке.— Работы по постройке мощной передаточной радиостанции в Рогбай (Лонг-Айленд, близ Нью-Йорка) продолжаются. Воздушная сеть, подвешенная на 12 мачтах высотой 250 мт. имеет в длину около полутора миль. Станция будет питаться трехфазным током, превращаемым мотор-генератором мощностью до 1000 kW при напряжении от 4.000 до 18.000 В. Ламповый генератор высокой частоты устривается так, чтобы давать в колебательной цепи от 200 до 500 kW . Предполагается, что станция будет совершенно готова к концу текущего года.

The W. W. and R. R. № 251, p. 286. June 1924.

Трансвертер (новый тип преобразователя переменного тока в постоянный ток высокого напряжения). — Одной из интереснейших новинок в области электротехники, экспонируемой на происходящей сейчас Британской Имперской Выставке, является, несомненно, так называемый трансвертер, изобретенный английскими инженерами I. E. Calverley и W. E. Highfield и построенной известной фирмой The English Electric Co.

Появившиеся только что в электротехнической периодической печати первые краткие сведения об этом новом типе машины, к сожа-

лению, еще слишком отрывочны и недостаточны, чтобы можно было составить себе о ней вполне ясное и отчетливое представление.

Трансвертер предназначен для преобразования многофазного переменного тока в постоянный ток высокого напряжения, например 100.000 вольт.

Осуществление такой задачи открывает самые широкие перспективы в области передачи электрической энергии на расстояние, так как замена переменного тока постоянным дает весьма существенные преимущества: лучшее использование материала, отсутствие явлений самоиндукции и емкости, упрощение изоляционных устройств и большая возможность применения подземных кабелей.

С появлением трансвертера является возможность сохранить переменный ток лишь для начальной стадии — генерации электрической энергии, и конечной — распределения энергии, линию же передачи — от места производства энергии к местам потребления — устроить на постоянном токе высокого напряжения.

В отличие от обычной конвертерной установки, где преобразование напряжения переменного тока производится в особых трансформаторах, умножение же числа фаз и превращение переменного тока в постоянный — в якоре вращающегося конвертера, в трансвертере обе первые функции (т.е. преобразование напряжения и умножение фаз) выполняются одним статическим аппаратом — комплектом многофазных трансформаторов. От этих трансформаторов идут соединительные провода к группе коммутаторов, являющихся также статическими аппаратами. Единственной движущейся частью установки представляется вращающийся по поверхности коммутаторов комплект щеток.

Устройство и действие трансвертера в общих чертах представляется следующим образом.

Первичные обмотки первого тран-

сформатора (трехфазного) состоят каждая из витков одной только фазы, вторичные же подразделены на две части: одна для прямого, другая для обратного соединения; в результате получается шесть вторичных фазовых обмоток, сдвинутых относительно друг друга на 60 электрических градусов.

Первичные обмотки второго трансформатора включают каждая витки от двух основных фаз, так что в каждом сердечнике магнитный поток сдвинут по фазе на определенную величину относительно магнитного потока в соответствующем сердечнике первого трансформатора. Подразделяя вторичные обмотки второго трансформатора по предыдущему на две части, можно получить следующий комплект из шести равноотстоящих по фазе обмоток, причем их фазы приходятся в промежутках между первыми шестью фазами.

Продолжая этот процесс дальше, можно получить некоторое кратное шести число фаз, необходимо только соответственно подобрать числа и фазы первичных витков так, чтобы угловой сдвиг между вторичными фазами был равномерный.

В результате получается 36-ти-фазовая замкнутая кольцевая обмотка, от которой отходят соединительные провода к 10 неподвижным коммутаторам, по поверхности которых скользят щетки со строго определенной скоростью.

В каждом коммутаторе происходит превращение переменного тока в постоянный, напряжением в 10.000 вольт, что, при 10 последовательно соединенных коммутаторах, дает в конечном итоге 100.000 вольт постоянного тока.

Вращение щеток должно быть строго синхронно с вращением потенциала по коммутатору, для чего служит специальный синхронный самопускающийся мотор с собственным возбудителем.

Таким образом все обмотки трансформаторов и соединительные про-

вода неподвижны и потому могут быть хорошо изолированы и погружены в масло.

Трансвертер обладает свойством обратимости, т. е. может служить и для обратного превращения постоянного тока высокого напряжения в переменный ток. Кроме того, с некоторым видоизменением, он может служить также и для преобразования постоянного тока одного напряжения в постоянный же ток другого напряжения. Для этого на всех трансформаторах должны быть намотаны вторые комплекты обмоток, присоединяемые ко второму комплекту коммутаторов.

Экспонируемый на выставке трансвертер, мощностью в 2.000 киловатт, служит для преобразования трехфазного тока в 6600 вольт 50 периодов, в постоянный ток в 100.000 вольт. Коэффициент полезного действия этой машины достигает свыше 95%, причем мало изменяется при частичных нагрузках.

Кроме обычных случаев передачи энергии на расстояние постоянным током высокого напряжения, с дальнейшим обратным преобразованием в переменный ток, трансвертер может найти также применение для связи двух генераторных станций, работающих с различными частотами, для линий передачи электрических железных дорог постоянного тока, с дальнейшим преобразованием на подстанциях в постоянный же ток пониженного рабочего напряжения (1.500—3000 вольт), а также и в радиотехнике, где, в связи с возрастанием мощности радиостанций, естественно возникает необходимость повышения вольтажа.

Слабыми сторонами трансвертера являются: более низкий (приблиз. на 3%) кпд по сравнению с обыкновенными трансформаторами и некоторая сложность установки (6 трехфазных или 18 однофазных трансформаторов, с подразделением обмоток на большее число секций,

и 10 коммутаторов), требующая сложного ухода.

И. Д. Г.

Электрические фильтры.—Электрические фильтры представляют собою сочетание самоиндукции и емкости, предназначенное для того, чтобы пропускать ток одной частоты и не пропускать (поглощать) ток другой частоты.

Все возможные фильтры могут быть разделены на 4 группы:

1. Фильтр низкой частоты (ток низкой частоты проходит, высокой — поглощается).

2. Фильтр высокой частоты (ток высокой частоты проходит, низкой — поглощается).

3. Фильтр определенной полосы частот (определенная полоса частот проходит, все же остальные частоты, лежащие как выше этой полосы, так и ниже — поглощаются).

4. Фильтр, поглощающий частоты определенной полосы; т. е. фильтр пропускает все частоты за исключением определенной полосы.

Полоса тех частот, которые поглощаются фильтром, называется областью поглощения, частота же, с которой начинается область поглощения называется частотой поглощения; ее будем обозначать чрез f_0 ; в случае фильтров типа 3 и 4 область поглощения определяется двумя крайними частотами, которые начинают и кончают собой область поглощения; их обозначим чрез f_1 и f_2 . Наконец, во всех фильтрах при некоторой частоте наступает максимальное поглощение; эта частота обозначается чрез f_{∞} .

Подсчет постоянных фильтра сводится к определению емкости и самоиндукции, которые должны быть применены, чтобы область максимального поглощения совпала с заданной частотой.

Расчет фильтров может быть произведен по прилагаемым таблицам

(стр. 333 и 334), где приведены необходимые для этого формулы.

Пользование таблицей сводится к следующему: заголовок „схемы фильтров“ дает все виды фильтров, разделенные на четыре главных указанных категории. Каждый фильтр дается в двух формах: в виде T —системы и π —системы; различие их очевидно из таблицы; в практике T —система в большинстве случаев более удобна для применения. „Характеристики“ дают возможность составить предварительное представление о работе того или иного фильтра на протяжении всех радиочастот; они дают возможность в зависимости от требуемых условий выбрать тот или иной тип фильтра, наиболее отвечающий этим условиям. На характеристиках „поглощения“ заштрихованная площадь означает поглощение, изменяющееся от 0 до ∞ при изменении частоты от нуля до бесконечности (слева направо); на характеристиках „прохождения“ эти же заштрихованные площади характеризуют прохождение в % от величины проходящего через фильтр тока.

При проектировании фильтров применяются формулы, стоящие под заголовком „постоянные“; они дают величины самоиндукции и емкости нужные для того, чтобы получить желаемое поглощение одной частоты и прохождение другой. Для упрощения формул вводятся сокращенные обозначения b , d и т. д., значение которых приведено внизу.

Пример расчета фильтра.— Пусть требуется рассчитать фильтр, работающий на нагрузку в 894 Ω ; частоты до 1414 пер/сек должны проходить чрез фильтр; все же частоты выше 1414 — поглощаться фильтром; при этом частота 1485 должна поглощаться возможно сильнее, т. е. максимальное поглощение должно быть при этой частоте. Этому условию удовлетворяют характеристики фильтра № 2 и № 3:

№	Схем. фронт. прот.	Схем. фронт. прот.		Характеристики		Построение			
		Т. схема	П. схема	Полное	Пропорции	L	L ₂	C ₁	C ₂
1						$\frac{2Z_0}{\omega} = L_0$	—	—	$\frac{2}{\omega^2 L_0} = C_0$
2						$6L_0$	dL_0	—	$6C_0$
3						$4L_0$	—	dL_0	$4C_0$
4						—	$\frac{2Z_0}{\omega} = L_0$	$\frac{1}{2\omega^2 L_0} = C_0$	—
5						—	$\frac{L_0}{4}$	$\frac{C_0}{8}$	$\frac{C_0}{4}$
6						$\frac{L_0}{4}$	$\frac{L_0}{4}$	$\frac{C_0}{8}$	—

Значение $d = \frac{\sqrt{1-\epsilon}}{\epsilon}$; $d = \frac{1}{\epsilon \sqrt{1-\epsilon}}$; $\omega = 2\pi f$; $\omega_0 = 2\pi f_0$; $q = f_0/f_2$; $h = L_0 f_1 f_2$; $p = f_2/f_m$; $a = f_0/f_m$; Z - сопротивление нагрузки.

Условие $\Delta = f_2^2 - f_1^2$; $\Delta = f_2 + f_1$; $\Delta = f_2 - f_1$; $m_1 = \sqrt{1 - \frac{(f_2/f_1)^2 - 1}{(f_2/f_1)^2 - 1}}$; $m_2 = \sqrt{1 - \frac{(f_2/f_1)^2 - 1}{(f_2/f_1)^2 - 1}}$.

Отношение на частоту среза и частоты 1-3 нмд. равно f_0/f_2 ; в частотах 4-6 оно равно f_0/f_2 ; при гашении от f_0 $Q = \frac{\omega_0}{R}$.

Хотг., Уностр. нитер."

№	Тип	Схемы фильтров		Графиков		Полночные			
		Т-схемы	П-схемы	Полно- мощ.	Полно- мощ.	L ₁	L ₂	C ₁	C ₂
7	Алгоритм нагрузки					$\frac{\Delta Z_1 m_1}{\pi (1-m_1) \Delta}$	$\frac{\Delta Z_1}{4 \pi f_1 m_1}$	$\frac{1-m_1^2}{4 \pi f_1 m_1^2}$	$\frac{m_1}{\pi \Delta Z_1}$
8		Полно	Полно			$\frac{\Delta Z_1 m_1}{h (1-m_1^2)}$	$\frac{\Delta Z_1}{h m_1}$	$\frac{1-m_1^2}{4 \pi f_1 m_1^2}$	$\frac{f_1 m_1}{\pi \Delta Z_1}$
9						$\frac{m_1 Z}{\pi \Delta}$	$\frac{(1-m_1^2) Z}{4 \pi f_1 \Delta}$	$\frac{\Delta}{4 \pi f_1 m_1^2 Z}$	$\frac{m_1 \Delta}{\pi (1-m_1^2) Z}$
10		Полно	Полно			$\frac{f_1 m_1 Z}{\pi f_1 \Delta}$	$\frac{(f_1^2 - f_2^2) m_1^2 Z}{h \Delta m_1}$	$\frac{\Delta}{h m_1 Z}$	$\frac{4 m_1 \Delta}{h (1-m_1^2) Z}$
11						$\frac{Z}{\pi f_1}$	$\frac{\Delta Z}{h f_1}$	—	$\frac{f_1}{\pi \Delta Z}$
12						$\frac{Z}{\pi \Delta}$	—	$\frac{\Delta}{h Z}$	$\frac{1}{\pi \Delta Z}$
13	Алгоритм нагрузки					$\frac{Z}{\pi \Delta}$	$\frac{\Delta Z}{h}$	$\frac{\Delta}{h Z}$	$\frac{1}{\pi \Delta Z}$
14						—	$\frac{\Delta Z}{h f_1}$	$\frac{1}{4 \pi f_1 Z}$	$\frac{f_1}{\pi \Delta Z}$
15						$\frac{g Z}{\pi \Delta}$	$\frac{g Z}{h}$	$\frac{\Delta}{h Z}$	—
16	Алгоритм нагрузки					$\frac{4 \Delta Z}{h}$	$\frac{Z}{4 \pi \Delta}$	$\frac{1}{4 \pi \Delta Z}$	$\frac{4 \Delta}{h Z}$

В фильтрах 11, 12, 14 и 15 ослабление на секцию $f_m = 2 f_1 f_2 / \Delta Z$ если $f_1 / \Delta = 0,4$ до $0,6$; в № 13 $f_m = 2 / \Delta (p - 1/p)$; $\Delta = \frac{\omega L}{R}$.
 Для №№ 7-10, $L_1 < L_2$; где №№ 8 и 9, $L_1 > L_2$; где №№ 13 и 16, $L_1 = L_2$.

Но фильтр № 2 представляет собой (последовательную) резонансную цепь, на которую замыкается линия; поэтому при частоте резонанса получится короткое замыкание, что совершенно не желательно при обычно имеющемся условии постоянства линейного напряжения. Поэтому в данном случае выгоднее применить фильтр № 3, который, состоя из (параллельной) резонансной цепи, не будет вызывать короткого замыкания линии.

Самый расчет сводится к следующему: несложными вычислениями получаем:

$$L_0 = \frac{2 Z_0}{\omega_0} = \frac{2.894}{2 \cdot \pi \cdot 1414} = 0,2 \text{ генри};$$

$$C_0 = \frac{2}{\omega_0 Z_0} = \frac{2}{2 \cdot \pi \cdot 1414 \cdot 894} = 0,25 \text{ } \mu F;$$

$$a = \frac{f_\infty}{f_0} = \frac{1485}{1414} = 1,05;$$

$$b = \frac{\sqrt{a^2 - 1}}{a} = 0,305;$$

$$d = \frac{1}{4a\sqrt{a^2 - 1}} = 0,744;$$

$$L_1 = b L_0 = 0,305 \cdot 0,2 = 0,061 \text{ H};$$

$$C_1 = d C_0 = 0,744 \cdot 0,25 = 0,186 \text{ } \mu F;$$

$$C_2 = b C_0 = 0,305 \cdot 0,25 = 0,076 \text{ } \mu F.$$

Аналогично же могут быть рассчитаны фильтры других систем и частот. Иногда одним и тем же условиям удовлетворяют несколько типов фильтров (в частности T и π -системы). В этом случае выбирают тип фильтра в зависимости от того, сохраняется ли неизменным напряжение, приложенное к фильтру, или ток в фильтре. В случае постоянства приложенного напряжения, T -система является наиболее выгодной.

Q. S. T. Aug. 1923.

Б И Б Л И О Г Р А Ф И Я.

Электричество. № 6. 1924. Lord Kelvin number.

В редакции этого журнала возникла интересная мысль посвятить июньский выпуск его работам Вильяма Томсона (1824—1907) по поводу столетия со дня его рождения (26 июня). Выпуск этот вышел великолепный. После биографического очерка В. Томсона, написанного В. К. Лебединским, идут статьи, изображающие деятельность великого ученого в различных областях науки и техники: акад. В. А. Стеклова—„В. Томсон (л. Кельвин) математик, физик, философ“, В. Ф. Миткевича—„Работы В. Томсона в области электричества и магнетизма“, Ю. А. Круктова—„В. Томсон и тер-

модинамика“, П. С. Осадчего—„Работы В. Томсона в области телеграфии“, М. А. Шателена—„Работы В. Томсона в области электротехники“. Эти статьи, написанные нашими лучшими специалистами, дают очень много читателям журнала своим праздничным настроением, широким охватом деятельности В. Томсона, проведением линии от основателя электротехники до наших дней. Академик Стеклов, базируясь на определении гения, данным Лобачевским (1828 г.), проводит в своем мастерском описании труднейших для понимания теоретических работ Томсона идею о соединении инстинкта с умом в деятельности великого ученого. Проф. Миткевич дает не-

обыкновенно точное и ясное изложение того, что сделал Томсон в нашей науке по электричеству; между прочим, он указывает, как близок был Томсон к открытию атмосферных электромагнитных волн при своих работах (1860 г.) с электрометром, соединенным с длинным вертикальным стержнем, на верхнем конце которого был прикреплен зажженный фитиль. Профессора Осадчий и Шателен вводят читателя в мир томсоновской техники; весь диапазон работ Томсона выступает с полной ясностью из сопоставления той его теоретической мощи, которая излагается в статье Стеклова, со словами Шателена: Томсон был „и электро-техником и притом одним из крупнейших, каких знает история“.

Все статьи, включая и краткую, но сильную термодинамическую — проф. Круткова, проникнуты изображением этой „всеобъемлемости“ ума Томсона и практической применимости его результатов.

В. Л.

Техника и снабжение Красной Армии № 115 (апрель 1924) посвящен почти целиком вопросам военного радиододела. В передовой статье Н. Халецкий отмечает крупный прогресс радиододела, выразившийся в переходе с искровых станций на незатухающие, и намечает для радиочастей армии задачу: наивозможно скорее практически ознакомиться с новыми радиоаппаратами незатухающих военных станций и изучить их в действии.

В дальнейших статьях посвящено не мало страниц радиотелеграфу и радиотелефону в авиации (описана французская аэропланная радиотелефонная станция „Радиоэлектрик АД₁₀“ и ее установка на самолете), тактике радиотелеграфа (действие радиотелеграфа при обороне, при отступлении и в бою, во время прорыва фронта и на отдыхе) и устройству некоторых иностранных военных радиостанций (Артиллерийская рация тип У.Р. 1 Маркони, Англия,

и французская пехотная дивизионная рация С.Д.С⁴/₄). Статья Виткевича излагает „Результаты опытов по радиотелефонии в Казанской радиолaborатории военной связи за 1923 г.“. В ней автор, отметив в начале, что по военному характеру лаборатории детали работ не могут быть опубликованы подробно, объясняет принципиальную схему радиотелефона А. Т. Углова, резко отличая ее от западноевропейских схем модуляции на сетку: в схеме А. Т. Углова микрофон регулирует не мгновенный добавочный вольтаж на сетку первой лампы, а степень связи обратного воздействия из антенны на контур сетки первой лампы. К достоинствам схемы автор относит экономию ламп (не нужно больших модуляторных ламп, необходимых в схемах с модуляцией на анод), отличную ясность передачи при любой глубине модуляции и простоту управления. К недостаткам — необходимость пользоваться достаточно постоянным источником тока и некоторую зависимость длины волны (в пределах 0.50%—0.75%) от глубины модуляции.

До 1923 года три каскада радиотелефона обслуживались сотней маленьких французских усилительных ламп. В 1923 году лампы последнего каскада были заменены пятью 150-ти ваттными лампами проф. Богословского, (анодное напряжение 1500 V).

Впоследствии лаборатория получила лампы проф. Бонч Бруевича мощностью 1 kW при анодном напряжении 4.000 V без водяного охлаждения. Тогда радиотелефонный передатчик, работая с одной из этих ламп в последнем каскаде, поглощал около 1350 ватт, давая в антенну около 750 ватт, что составляет задачу около 60%. Модуляция колебаний производилась обычным микрофоном Эриксона от радиотелефонных аппаратов. О часах ежедневной работы станции специальных объявлений не делалось, тем не менее в течение пяти месяцев су-

существования станции в этом виде она приобрела до 40 постоянных корреспондентов, при чем всеми единодушно отмечалась очень высокая степень чистоты речи. Наибольшая дальность, достигнутая при приеме на детектор, была 1500 верст (Обдорск). Кроме непосредственной речи в микрофон станции делались опыты трансляции разговора с городской сети на антенну, для чего микрофон станции прикладывался вплотную к телефонной раковине трубки городского телефона. Таким же порядком передавалась и радиотрансляция, причем прием велся на рамку и подвергался надлежащему усилению. Оказалась возможной радиотелеграфная передача ключем и аппаратом Уитстона, для чего в цепь микрофона включался зуммер. Прием этой передачи возможен без гетеродина благодаря тону зуммера, слышимому на детектор. Оказалось также, что работа ключем на зуммере не ухудшает одновременной передачи речи по радиотелефону.

Статья Шидловского „Передача фотографий по радио“ излагает описание опытов М. Ленкин'а по передаче световых изображений по радио, опубликованных в „The wireless age“ за 1923 г. Отличительной особенностью способа Ленкин'а является применение особого стеклянного „призматического диска“ для постепенного быстрого движения светового луча, последовательно оббегающего как передаваемое изображение, так и экран приемной станции¹⁾. Для синхронизации соответственно вращающихся призматических дисков служат камертоны колеблющиеся в униссон на обеих станциях.

В дальнейших номерах журнала „Техника и снабжение Кр. Армии“ также часто встречаются статьи по радио. В № 123 В. Цейтлин и Я. Файвуш в статье: „Сама себя раба бьет, коль не чисто жнет“ указыва-

ют на пользу радиотелеграфа для неприятельской армии при неумелом пользовании им. П. Куксенко в статье „Регенерация и феррорегенеративные приемники“ описывает новейшие приборы и отмечает их достоинства и недостатки. Он же в следующей статье „Новый метод радиосвязи“ обращает внимание на направленную радиопередачу, осуществляемую Д. Маркони при помощи направляющих рефлекторов при пользовании короткими волнами А. Лапис дает рецепт „Исследования качеств и параметров катодных ламп“, как он был выработан в Радиолaborатории Научно-Испытательного Института при Высш. Тех. Сов. Связи РККА. Наконец, А. Гусев выдвигает важный вопрос о „Радиотелефонировании по проводам сильного тока и железнодорожным“, решение которого может в значительной степени сэкономить энергию радиопередатчиков при достаточно большой дальности действия²⁾. В статье приводится краткое описание некоторых немецких приборов.

Журнал Русского Физико-Химического Общества. Отдел физический. Том 55-й. Выпуск 1—3. Петроград. 1923.

Среди содержания этой книжки особенно интересно для нашей отрасли знания работа Б. Д. Введенского: „Токи Фуко при аperiодических процессах в железе“. Известно, что магнитная индукция в железе не пропадает мгновенно вместе с внезапным исчезновением магнитного поля, но убывает постепенно, что было отмечено и исследовано многочисленными экспериментаторами. Это запаздывание может быть следствием двух различных причин: влияния токов Фуко и специфического для железа явления магнитной вязкости. В реальном процессе обе эти причины налагаются, — тем

1) Ср. стр. 240.

2) Ср. стр. 232.

самым явление усложняется до крайности; поэтому в высшей степени важно по крайней мере разделить эти причины. Задаваясь определенными обоснованными допущениями, автор исследует математически убывание со временем магнитной индукции в железном цилиндре (провода) исключительно вследствие токов Фуко, и строит функцию, определяющую процесс в этом случае совершенно независимо от обстановки опыта. Изображая эту функцию кривой и отмечая на графике числовые данные различных исследователей, полученные в самых разнообразных экспериментальных условиях (сорт железа, диаметр проволоки, способ измерения), он по лучает возможность определенно сказать, какая причина в данном случае превалировала в запаздывании: токи ли Фуко, или вязкость. Результат такой подстановки поразителен: оказалось, что данные, полученные для проволок толще 0.1 мм (до 5 мм), прекрасно укладываются на теоретической кривой, тогда как для проволок тоньше указанной величины, точки значительно уклоняются от нее, сохраняя, однако, в общих чертах ее ход. Таким образом, итогом этой работы является следующий вывод: запаздывание исчезновения магнитной индукции в толстых проволоках обуславливается почти исключительно токами Фуко и может быть предвычислено, игнорируя вязкость; магнитная же вязкость железа проявляется лишь в тонких проволоках, где ее и можно изучить.

Далее после ряда работ необходимо отметить работу В. Бурсиана и В. Павлова „Об одном частном случае влияния объемного заряда на прохождение потока электронов в пустоте“. В ней исследуется математический один частный случай, имеющий место в практике пустотных приборов, — своеобразное распределение свечения остатков газа при прохождении термоионного потока.

Статья П. И. Лукирского „Ионизация газа быстрыми электронами“, посвящена экспериментальному исследованию потери энергии быстрыми электронами при ионизации ими газа (воздуха). Оказывается, что быстрые электроны при столкновениях с газовыми молекулами ведут себя иначе, чем медленные, и, если имеется достаточно оснований считать, что последние при ионизации освобождают электроны внешних колец атома, то первые, несомненно, выбивают внутренние электроны этого атома.

Работа П. Лукирского и Н. Семенова „Рассеяние электронов поверхностью жидкой ртути“ представляет интерес в том отношении, что затрагивает вопрос об испускании вторичных электронов металлами — в частности ртутью — явление, с которым приходится также считаться в пустотных лампах.

Книжка журнала заканчивается „Таблицами функций Бесселя 0-го и 1-го порядка от комплексного аргумента“ проф. А. П. Динника. Функции Бесселя начинают играть существенную роль во многих научно-технических вопросах (сравни напр. отмеченную выше работу Б. А. Введенского). Поэтому вычисление таблиц их является назревшей необходимостью, и появление их в печати следует приветствовать.

Характерно для этого выпуска нашего старейшего журнала по Физике то обстоятельство, что напечатанные работы помечены очень старыми датами (от 28 апреля 1919 г. до 7 ноября 1922 г.); немалое средств к печатанию долгое время задерживало выход журнала.

В. Лебединский. Вильям Томсон лорд Кельвин (1824—1907). Изд. Российск. Акад. Наук. Ленинград. Стр. 37. Июнь 1924.

В столетнюю годовщину дня рождения великого физика-электротехника Академия Наук выпустила в небольшом числе экземпляров

(600) памятку, составленную проф. В. Лебединским. Эта небольшая брошюра дает картину развития гениальной личности. Во введении сообщаются биографические сведения, относящиеся к первой половине жизни В. Томсона, и общая характеристика ученого, завершающего отдельный этап развития науки. В первой главе („Математическая физика“), среди биографического материала изложены события, способствовавшие тому, что В. Томсон широко и детально овладел математическим методом в физике, который впоследствии был им далеко продолжен. Следующая глава („Ньютоновская натуральная философия“) посвящена тому, каким образом В. Томсон изучил в совершенстве искусство экспериментирования, и как, в связи с этим, было поставлено дело преподавания физики студентам в Глазговском университете, где он занимал кафедру. В. Томсон не ограничился лабораторными измерениями и математическими выкладками, и в следующей главе („Технические результаты анализа“) мы видим его в качестве одного из главнейших сотрудников по укладке трансатлантического кабеля.

В эпоху деятельности В. Томсона были установлены принципы энергетики, и в этом направлении его работы имеют большое значение. Любопытен его спор с геологами, считавшими его чужим, физиком, и тем не менее признавшими впоследствии его правоту в вопросе о возрасте земли, который он верно осветил точки зрения этих новых принципов („Наука всех наук“). По содержанию своих многочисленных работ В. Томсон является позитивистом, каковое направление в науке представляет собою искусное обхождение существа рассматриваемого явления посредством совершенных математических методов; но в философском отношении он не может отрешиться от вопроса о сущности эфира и физического мира вообще и испытывает в этом смысле

целый ряд фазисов внутренней борьбы и противоречий („И позитивизм, и сущность физического мира“). Книжка заканчивается главой „Вильям Томсон—лорд Кельвин“, посвященной последней половине жизни ученого.

Г. О.

C. P. Steinmetz. Four lectures on relativity and space. New York. 1923. 126 стр.

Ч. П. Штейнметц. Четыре лекции об относительности и о пространстве. Нью-Йорк.

Неудивительно, что многосторонний ум Штейнметца с ярко выраженным математическим уклоном обратился к изучению захватывающей теории Эйнштейна; и нужно порадоваться, что четыре публичных лекции, явившиеся результатом этого изучения, были напечатаны; судьба захотела, чтобы это произведение Штейнметца было его последнею книгою.

Много имеется хороших книг по теории Эйнштейна, и обо многих из них рецензенты и редакторы переводов в своих предисловиях говорят, что пред ними „одна из лучших“. Поэтому позволим себе обойти эту банальную квалификацию и перейдем прямо к тому, чтобы очертить характер содержания лекций Ш.

Книга эта элементарная, но непопулярная; автор излагает работу Эйнштейна до ее конца; поэтому от читателя требуется не только обычная подготовка по математике и физике, но и некоторое напряжение мысли. Дело идет не только о так наз. специальном принципе относительности (законы относительного движения), но и об эйнштейновской теории поля тяготения; в связи с последним вопросом автор подробно говорит, и это занимает большую часть книги, о пространстве вообще, о математическом пространстве и о пространстве, в котором совершаются физические явления; всё это развертывается таким естественным

путем, при такой ясности мысли автора, что, действительно, после известного напряжения мысли у читателя является убеждение в истинности того колоссального физикоматематического кругозора, в котором Эйнштейн избрал один из бесконечности возможных путей.

Понимать, что теория Эйнштейна есть только самый простой и самый легкий путь, это так много для читателя элементарной книги, что те несколько мест, которые отмечаются Ш., как не поддающиеся элементарному доказательству, вероятно, не должны оставить в читателе никакой неудовлетворенности.

Ш., как и во всех своих сочинениях, стремится всё подкреплять конкретными примерами. Эти примеры в „Четырех лекциях“ по своему подбору показывают, что он и в этом своем сочинении обращается к электрикам; интересно его замечание, иллюстрирующее ненужность понятия об эфире: прежде электрики, всегда имея дело с силовыми полями, обходились без эфира; и только теперь радиотехники, имеющие дело в сущности с теми же полями, почему то стали пользоваться эфиром, как носителем электромагнитного поля.

Произвольность и происходящая отсюда неокончателность теории Эйнштейна иллюстрируется Ш. фразой: наше учение об электромагнитном поле не подходит под нее. Требуется, значит, еще дальнейшее видоизменение чего нибудь из этих двух дисциплин: уравнения Максвелла и принцип относительности.

К книге, в особом конверте при переплете, приложено семь стереоскопических чертежей, относящихся к учению о пространстве; объясняется, как они могут быть рассматриваемы и без стереоскопа.

Эта книга была любезно прислана в Радиолaborаторию инженером Гульдом.

В. Л.

Radio Instruments and Measurements. (*Радиоинструменты и измерения*). Изд. Бюро Стандартов С.-А. С. Ш. Стр. 345, 2-е изд. 10 марта 1924. Цена 60 центов.

Этот коллективный труд группы сотрудников радиолaborатории Бюро Стандартов содержит три части.

Часть I—Теоретические основы радиоизмерений (96 стр.)—в кратких, сжатых, но отчетливых и систематических чертах излагает самые основы теории переменных токов и радиотелеграфии.

Часть II—Инструменты и методы радиоизмерений (132 стр.)—представляет центральную часть книги. Здесь подробно рассматриваются по несколько методов измерений длин волн, емкостей конденсаторов (с учетом потерь в них), самоиндукций катушек однослойных, спиральных и многослойных (с учетом внутренней емкости), измерения силы переменного тока, причем больше внимания уделяется измерению слабых токов, способы градуировки измерительных инструментов, ряд методов определения сопротивлений; глава заканчивается рассмотрением источников быстропеременных токов, причем главное место занимает трехэлектродная лампа со всем многосторонним своим применением (детекторное, усилительное и генераторное действие).

Часть III—Формулы и числовые данные (83 стр.)—заключает рецепты вычисления емкости, самоиндукции, взаимной индукции и сопротивления контуров высокой частоты по геометрическим данным и таблицам. Каждая формула (их около 150) сопровождается элементарным объяснением. Числовой материал собран в 16 таблицах, часть которых дает значения поправочных коэффициентов в формулах, а часть представляет таблицы материалов. В тексте имеется также несколько графиков.

Книга заканчивается приложениями: 1—Радиотехническая работа в Бюро Стандартов. 2—Библиография.

3—Таблица употребленных символов. В приложении 1 изложены те технические способы, которыми достигается постоянство эталонов Бюро, и различные методы исследования радиоаппаратов.

Общий вид книги, несмотря на ее дешевую цену, достаточно изыщен, она напечатана очень приятным четким шрифтом, иллюстрирована массой (свыше 200) отчетливых чертежей в тексте и photographиями на 10 вкладных листах. По характеру своему, требуя только элементарных сведений и будучи снабжена простыми объяснениями, она была бы, главной своей частью, в русском переводе незаменима для средних радиотехников и радиоинженеров.

Книга была любезно прислана в редакцию А. Гулдом (Калифорния).

ПИСЬМО В РЕДАКЦИЮ.

Гражданин редактор!

Приветствуя появление капитального труда профессора И. Г. Фреймана („Курс радиотехники“), не могу не обратить внимания на следующие совершенно необоснованные и не правильные положения, высказанные автором в предисловии:

1) „Наши же довоенные деятели в области беспроводной связи находились под полным гипнозом германского авторитета“... Довоенный период (1910—1914 г.) характеризовался безусловным превосходством германской радиотехники перед всеми остальными странами (включая Америку и Японию) и большинство серьезных и важных научных задач радио получило свое практическое осуществление именно в Германии; даже английские марconiевские радиостанции были в тот период технически слабее разрабо-

таны. Русским „довоенным“ радиоинженерам (как выражается И. Г.), правда, приходилось считаться с германским авторитетом и многое от них заимствовать и учиться у них, но, конечно, говорить о „гипнозе“ не приходится. Самостоятельная работа русских радиоинженеров, независимая ни от какого гипноза, подтверждается не только научными трудами их, опубликованными в свое время в разных журналах, но главным образом тем обстоятельством, что русская радиотехника развивалась и крепла во время войны 1914—1917 г. с Германией, имея под собой определенную, независимую от Германии, научно-техническую базу—самостоятельную работу довоенного периода. Такое резкое и несправедливое суждение И. Г. о „довоенных“ деятелях, может быть объяснено только тем, что в „довоенный период“ он еще не был в курсе жизни радиотехники того времени.

2) „Описательный и никчемный с точки зрения техники подход Ценнека получил должную оценку еще давно“.... Каждый труд должен быть оцениваем, принимая во внимание общую обстановку того времени, когда он был выпущен. Труд Ценнека—это по преимуществу период 1913—1916 годов — и в это время строгий инженерный подход к радиотехнике был невозможен; слишком мало было опытного материала, и большей частью приходилось делать ощую. Да и теперь нельзя предъявить радиоинженеру требования о строгих инженерных расчетах каждой радиотехнической детали. Поэтому „подход“ Ценнека был такой, какой позволяло состояние радиотехники того времени. Нам, деятелям и того времени, книга Ценнека дала многое, и мы ее (или его „подход“) не можем признать „никчемным“; те крупны инженерных расчетов, которые там есть—это был в сущности максимум того, что можно было дать тогда талантливому радиоинженеру в общем курсе радио-

техники, каковым по существу является книга Ценнека.

Отдавая должное труду, уважаемого И. Г., в котором он блестяще и оригинально решил труднейшую задачу—дать в малом объеме максимум сведений, в общей инженерно-расчетной части радиотехники—я

хочу тем не менее указать, что „революционный“ подход его к прошлому радиотехники ошибочен.

Г. Н. Макаревский.

24. IV. 24.

Ленинград.

Х Р О Н И К А.

ТиТбп № 25.—В статье *А. В. Рождествина* описываются его изобретения, имеющие целью дать возможность необученному передавать знаки Морзе, в общем и специальных случаях передачи, а также ускорить передачу и сделать ее более четкою. Много труда и остроумия положено автором при разработке его приспособлений и выполнении первых образчиков его приборов, нередко в условиях полного отсутствия каких либо технических средств. При многих испытаниях приборы Рождествина были признаны целесообразными.

В своем обзоре большого числа изобретений, направленных отчасти тоже, как и у Рождествина, к изъятию из практики ключа Морзе, М. Новиков (Техн. и Снабж. Красной Армии, 10 окт. 1923, стр. 47) упоминает о предложенной гр. Ламинным контактной доске с „карандашом“; по идее своей это изобретение совпадает с первым прибором, описываемым Рождествиным (стр. 229). В статье Новикова указываются основания, по которым прибор Ламинна был отклонен экспертами военного ведомства.

Напомним читателям, что статья *К. Горбачева* о сравнении емкостей помощью катодного реле является уже пятою в нашем журнале по этому вопросу (см. ТиТбп №№ 22, 23 и 24).

Усовершенствование в изготовлении ламп.—М. А. Бонч Бруевичем разработан¹⁾ новый способ обезгаживания внутренних частей лампы при ее откачке. Процессы, наблюдавшиеся при откачке 25-ти киловаттной лампы, заставили предполагать, что главная масса газа, выделяемого при прогреве лампы, представляет собой не абсорбированный, а химически связанный газ. Были сделаны опыты химической обработки анодов ламп, при чем оказалось, что обработка анодов парами щелочных металлов в самый короткий срок разрушает соединения на молибдене и железе (каковые металлы до сих пор испробованы), после чего выделение газов прекращается. При применении этого способа процесс обезгаживания, вместо нескольких часов, сокращается до нескольких минут. Молибденовые аноды, обработанные по такому способу, выдерживают нагрузку, вчетверо большую, чем обычные. Электроды не требуют предварительной обработки в вакууме. Повидимому, для анодов даже мощных ламп возможно применение обыкновенного железа.

Изготовление кристаллов.—Нижегородская РЛ, в целях содействия

¹⁾ Доложено на научно-технич. беседе Радиолaborатории имени В. И. Ленина 28 мая 1924 г.

радиолюбительским начинаниям, изготавливает детекторные кристаллы; стоимость их вполне доступна р-любителю. Например, обработанный лучший генерирующий кристалл цинкита стоит 1 р. 20 коп., необработанный 60 коп., свинцовый блеск (галениг) лучший 60 коп. Кристаллы даются р-любителям уже в монтированном виде вплавленными в латунные чашечки 12 мм диам. К кристаллам прилагаются также их контактные пары — специальные стандартные проволоочки.

(Обращаться по адресу: Нижний Новгород, Радионабережная, 8, Радиолaborатория, Редакция ТиТбп).

Радиолюбительские Общества. — Во многих местах по Союзу ССР возникают Радиолюбительские Общества. Собираются, в большинстве случаев — юноши, жаждущие поучиться радиотехнике, и возникает вопрос: что с ними делать. Начитавшись в иностранных журналах о жизни радиокружков Америки и Европы, инструкторы наших радиолюбительских кружков ожидают увидеть пред собою любителей с их домашними поделками, с их назревшими вопросами, которые и могли бы служить исходным пунктом для бесед и разъяснений. Но на деле пред ними появляется молодежь, которая в громадном своем большинстве не пыталась самостоятельно работать по радио и не имеет определенных вопросов; она хочет быть наученною, причем слышатся даже голоса о необходимости преподавания алгебры, а может быть и арифметики.

Но было бы искажением дела обращать радиокружки в школы по математике и физике (электричество); задачей их, является пропаганда технических умений, на том интереснейшем случае этих умений, какой представляет собою радиоприем с его легко устраниваемыми и варьируемыми приспособлениями. Можно быть умелым радиолюбителем,

даже общественно полезным, при полном незнании алгебры. Американский юноша имеет возможность получить на своем автомобиле такое умение обращаться с техническими предметами, но в нашей обстановке это, пока что, достижимо проще всего на радиоприемнике.

Конечно, это не значит, что никаких „теоретических“ бесед не должно быть в радиокружке; при случайно благоприятных к тому обстоятельствах может быть преподаваема и алгебра; но не в этом — цель радиокружка.

Ввиду настоящей его цели 1) в помещении кружка должны быть непременно приборы, т.е. приемники и простейшая измерительная установка (мост Витстона); 2) члены кружка должны во всех деталях ознакомиться с действием и способом употребления этих приборов; 3) они должны сами строить части приемников.

Большую пользу должно принести ознакомление с любительскими схемами и вопросами любителей, которые в большом числе появляются в хороших радиолюбительских иностранных журналах. Такие примеры служат задачами для упражнения.

При всех этих дидактических приемах должны выделиться те из посетителей радиокружка, которые имели случай практиковаться раньше; это повлечет за собою обычные педагогические следствия.

В Нижегородском Радиообществе (устав его был принят учредительным собранием 27 мая, работа началась 14 июля) занятия ведутся под руководством инструктора В. М. Петрова (лаборант Нижегородской Радиолaborатории имени В. И. Ленина); необходимые сведения по электричеству сообщаются по методу комплексного преподавания, наиболее прямо ведущему к техническим применениям: основным прибором, на который сосредоточивается внимание кружковцев, выбран мост Витстона на постоянном и перемен-

ном тока, с которым тут же постоянно и производятся разнообразные измерения.

С'езд физиков.—Четвертый с'езд Росс. Асс. Физиков предполагается в Ленинграде 15—20 сентября. На с'езде предполагаются секции по физике и прикладной физике (радиотехника, оплотехника, вакуумтехника и т. под.). Членский взнос 3 руб. Председателем РАФ состоит акад. А. Ф. Иоффе (Ленинград), заместителем председателя проф. Г. В. Вульф (Москва).

Харьковский Технологический Институт имени В. И. Ленина объявляет конкурс на замещение следующих преподаваний по Электротехническому факультету: 1) Экономическое обоснование районных станций (1 год. час) и 2) Радиотелеграфия (1 год. час).

К предстоящим юбилеям.—По сообщению П. Рыбкина в исторической летописи Электро-Минной Школы в г. Кронштадте отмечены следующие даты:

1 октября 1874 г.—день основания Электро-Минной Школы, называвшейся тогда „Минным офицерским классом и школой“.

Осенью 1883 г.—в минный офицерский класс был приглашен А. С. Попов для заведывания физическим кабинетом и для ведения практических занятий по электричеству.

25 апреля 1895 г.—А. С. Попов демонстрирует первую приемную станцию в заседании Физического Отделения Р.Ф.-Х.О-ва.

Первая дата отмечена в виду того, что в текущем году исполнится 50 лет со дня основания Электро-Минной Школы в г. Кронштадте—первого рассадника у нас в России электротехнических знаний. В 70-ых годах прошлого столетия Электро-Минная Школа была единственным

электротехническим учебным заведением, откуда выпускались специалисты только что в то время появившейся в России отрасли техники. Первая электротехническая установка в России—установка освещения на ярмарке в Нижнем-Новгороде—была выполнена под руководством ученика Электро-Минной Школы. Первые достижения электротехники в самом широком масштабе были применены на корабле, и для моряков электротехническая школа нужна более, чем для кого либо. Поэтому день открытия Электро-Минной Школы мы считаем и днем зарождения электротехники во флоте; поэтому-то наступающий 50-тилетний юбилей Школы будет отмечен в Русском флоте.

К предстоящему в будущем году юбилею 7 мая (25 апреля ст. стиля) А. С. Попова собирается всевозможный материал, в частности фотографии, характеризующие всю трудность первых шагов А. С. в отцованной им новой отрасли электротехники.

Карл Штейнметц. 25 октября 1923 г. скоропостижно скончался в Скенектеди К. Штейнметц. Обычно этот человек определялся, как знаменитый электротехник; в данном случае особенно несправедлива, такая „метка“ или „кликча“, которая и всегда, конечно, слишком поверхностна. Ш. родился в Бреславле в 1865 г., но не закончив еще своего образования, он, как резко выражавший свои социалистические убеждения, должен был переселиться в Швейцарию, в Цюрих; в обоих этих городах он изучал математику, физику, химию, механику, астрономию и даже медицину. В 1889 г. Ш. эмигрировал в С.-А. Соед. Штаты без всяких средств, „без языка“, с одним письмом редактора ETZ. Здесь Чарлз Протеус Штейнметц феноменально быстро завоевал себе положение, ориентировавшись на электротехнику; это была особая штейнметцовская

электротехника, полная соков чистой науки, физики и главным образом математики; уже в 1890 г. появилось его исследование гистерезиса, которое сделало то, что вместо прежней постройки, например, трансформаторов, на угад и бросания их после первой пробы, стало возможным наперед предвидеть их отдачу. В 1894 г. Ш. был приглашен в Эдисоновскую G. E. Co., в которой и оставался до конца своей жизни.

Ш. имел до двухсот патентов в области электрических машин, фазопреобразователей, дугowych ламп (магнетитовые электроды, дававшие 200-часовое горение), электрических автомобилей, передачи энергии. Но главным делом Ш. в электротехнике останутся всегда те методы строгого и меткого мышления, которые он указал. Как раз в начале его деятельности стали переходить к переменному току; и наверно эта часть электротехники не достигла бы своего современного удивительного развития, если бы Ш. не дал математического метода предвидения явлений в цепи переменного тока помощью комплексных величин (с 1897 г.). Третьею главной работой Ш. по его специальности, внесение ясности в хаотически сложные явления природы, было изучение „преходящих“ электрических токов и электрических колебаний (с 1909 г.); в этой своей работе, которую он продолжал до конца жизни (ТиТбп № 19 стр. 204; № 21 стр. 401. 1923), Ш. подходит уже к вопросам радиотехники, но выступающим в более сложной форме, чем в радио. Здесь рассматриваются те же явления, которые в радиоустановках предусмотрены, должны происходить и происходят в чистом виде; но они рассматриваются, налетающими на цепь силовых установок, переворачивающими всю ее работу. И здесь Ш. применяет свою в сущности несложную (не выше линейных уравнений) высшую математику, как способ выделить и подчислить действие главных факторов сложнейшего со-

бытия. Этими работами Ш. научил всё следующее за ним поколение инженеров пользоваться математикой, и в особенности американских инженеров, очень мало подготовляемых школою в отношении математического метода. Проф. Владимир Карапетов (Корнеллевский университет) рассказывает о том поражающем впечатлении, которое производил Ш. своими подсчетами (даже без карандаша и бумаги) возможного вольтажа и частоты, появляющихся в цепи от грозowych разрядов, энергии, выделяющейся в сложном случае короткого замыкания, и т. под.

Конечно, только электротехник может оценить всю пользу и всю трудность подобных выкладок; но та умственная способность, которою она производится, в своей широкой форме есть математическая физика, или прикладная математика; та наука, которая теперь всё с большею подробностью определяется, как полезнейшая для жизни.

Эта наука не может быть постигаема человеком, не находящимся вблизи самих явлений, среди опытных исследований; и Ш. был экспериментатором; его лаборатория была одною из наиболее мощных в Америке; здесь он построил свою „машину молний“, когда изучал действие грозowego разряда; здесь был впервые разложен атом вольфрама (ТиТбп № 17, стр. 802. 1922). Интересно странное явление (как рассказывает Г. Гульд): никоим образом нельзя было заманить Ш. приблизиться к работающим частям цепи или машине, где напряжение превышало 110 вольт; от всех таких мест он держался всегда на значительном расстоянии.

Ш. много трудился над вопросами образования; слушавшие его единогласно подтверждают необыкновенное умение Ш. излагать трудные вопросы в немногих словах, ясно для всякого; он был профессором электрофизики в Скенектеди. Ш. особенно любил детей и был любим ими; много юношей обучалось

на его средства; он глубоко вдумчиво занимался практической ботаникой.

Ш. смело и горячо выступал по политическим вопросам; он относился с большою симпатией к Советской России. Несколько лет тому назад он вместе с Г. А. Гульдсом обсуждал вопрос об организации исследовательского электротехнического ин-

ститута на Юге России, где бы наши техники могли пополнять свои знания. Последнее время его публичные лекции были триумфом лектора. Во время его похорон (по унитарянскому обряду) на всех заводах Г. Е. Со на 5 минут была прервана работа, и все школьники были освобождены от занятий.

ИСПРАВЛЕНИЯ и ОПЕЧАТКИ.

Титбл № 24 в статье С. И. Зилитинкевича „Тепловой режим вольфрамового катода“.

Стр.	Строка.	Напечатано.	Должно быть.
124	9 св.	Таблицы 2	Таблицы 3
"	18 св.	Формула должна быть обозначена	(15)
"	6 св.	"	" (16)
128	7 св.	4 и 5	" 6 и 7
131	9 св.	Формула должна быть обозначена	(28)
133	4 св.	$+ \frac{1}{2} \dots = 0,059$	$\pm \frac{1}{2} \dots = \pm 0,059$
136	—	На черт. 6 пропущена надпись: Генераторная лампа М. М. Богословского № 11.	
139	1 св.	или	$\frac{1}{2}$
"	14 св.	$\log$	$\lg s$
"	16 "	или	$\frac{1}{2}$

В статье его же „Определение параметров и построение характеристик триода“.

148	Черт. 5	справо от O_p обозначено: $-\frac{V_k}{2}$,	следует: $+\frac{V_k}{2}$
"	"	скользящ. контакт потенциометра R_2	отметить: $+1v$
"	"	R	R_3
149	4 св.	тока (1)	тока
150	18 св.	R_1	R_2

Титбл. № 25.

219	3 св.	76869	76865
230	11 св.	с меньшей скоростью	и лендестелеграф с меньшей скоростью
251	4 св.	стр. 333	стр. 253
274	10 св.	j	i
"	12 "	j	i
273	2 св.	25.00	25.000
295	9 св.	Аззис	Ассиз

Чертежи отпечатаны в литографии С. П. Федотова.

Издание Нижегородской Радиолaborатории имени В. И. Ленина.

Тираж 1000 экз. — Гублит. 18.

Печатание Титбл № 25 закончено 28 июля 1924 года.

Адрес редакции: Н.-Новгород, Радионабережная, 8.

