

Р. С. Ф. С. Р.



№ 17. ДЕКАБРЬ 1922.

.....
ИЗДАНИЕ НИЖЕГОРОДСКОЙ РАДИОЛАБОРАТОРИИ Н. К. П. и Т.

.....
Типография
Нижегородской Радиолaborатории.

Ac. p 60/3

„TELEGRAPHY AND TELEPHONY WITHOUT WIRES“.

(Journal, founded in 1918).

Edition of Government's Radiolaboratory at Nijnij-Novgorod.

Editor: Prof. W. Lebedinsky.

Printing office of Radiolaboratory.

CONTENTS OF № 17, (December 1922).

<i>The comparative economical calculation of different systems of wireless and wire telegraphy for distances 1000—3000 klm. By A. Chorin (Nijnij-Novgorod).</i>	692
<i>The wireless telegraphy in the legislation of the human life safety on the sea. By D. Kargin (Petrograd)</i>	701
<i>On the determination of the optimum wavelength of transmitting radiostations. By G. Kjandsky (Petrograd)</i>	705
<i>The resonance's curves at several types of damping. By D. Rojansky (Nijnij-Novgorod).</i>	714
<i>The present state of the question of international wireless time service. By N. Dnjeprowsky and P. Azbukin (Petrograd)</i>	729
<i>Continuous waves of electrostatically coupled vibrators. By W. Tatarinov (Nijnij-Novgorod)</i>	735
<i>On the conditions of applicability of the Prof. C. Schoenfer's method of synchronizing d. c. motors. By J. Horbatchevsky (Kiev)</i>	742
<i>The high power wireless stations in France. By S. Gorlenko (Nijnij-Novgorod)</i>	761
<i>On the life of the operator on the Island Dykson. By N. Dojdikov (Novo-Nikolayewsk, Siberia)</i>	775
<i>The high-frequency machine transmitter of the Moskow Hodynka wireless station. By M. Werbizky (Nijnij-Novgorod)</i>	779
<i>Book reviews</i>	796
<i>Abstracts from foreign literature</i>	798
<i>Chronicle</i>	799
<i>Index of №№ 11—17</i>	808



„Т. и Т. б. н.“

Ж У Р Н А Л

„ТЕЛЕГРАФИЯ И ТЕЛЕФОНΙΑ БЕЗ ПРОВОДОВ“

ИЗДАНИЕ НИЖЕГОРОДСКОЙ РАДИОЛАБОРАТОРИИ Н. К. П. и Т.

под редакцией профессора В. К. Лебединского.

ОСНОВАН в 1918 году.

№ 17. ДЕКАБРЬ 1922.

СО Д Е Р Ж А Н И Е.

Сравнительный экономический расчет различных систем радиостанций и проволочного телеграфа на дальность действия в 1000 – 3000 километров (окончание). А. Ф. Шорина . . .	692
Радиотелеграф в законодательстве об охране человеческой жизни на море. Д. И. Каргина . . .	701
Об определении наивыгоднейшей длины волны отправительных радиостанций. Г. А. Кьяндского . . .	705
Резонансные кривые при различных типах затухания (окончание). Д. А. Рожанского. . .	714
Современное состояние вопроса о международной радиотелеграфной службе времени. Н. И. Днепровского и П. А. Азбукина . . .	729
Незатухающие колебания электростатически связанных вибраторов. В. В. Татаринова. . .	735
Об условиях применимости способа проф. К. И. Шенфера для получения вполне синхронного вращения электродвигателей постоянного тока. И. Д. Горбачевского. . .	742
Исследование труда радиотелеграфистов. А. И. Шаранова . . .	754
Мощные радиостанции Франции. С. М. Горленко . . .	761
Жизнь радиотелеграфиста на острове Диксон. Н. Р. Дождиков . . .	775
Машинный передатчик Ходынской радиостанции. М. М. Вербицкого . . .	779
Библиография. Из иностранной литературы . . .	796
Хроника: Моск. радиотелеф. станция; береговые радиостанции крайнего севера; о наивыгоднейшей длине волны по Н. М. Обухову и друг.; о расщеплении атома . . .	799
Из жизни Нижегородской Радиолaborатории. Исследование катод. реле ПР1. В. В. Татаринова. Двойной передатчик. Его же . . .	804
Опечатки . . .	807
Указатели содержания „Титбп“ №№ 11–17 . . .	808

Ав. р. 60/3)

Нижегород. Гос. ун-т.
КРЕВЕРЯ

Публикация в журнале
имени ЛЕНИНА

Отдел
местного края
Изд. №

Р. 212
Р. 147

Сравнительный экономический расчет различных систем радиостанций и проволочного телеграфа на дальность действия в 1000—3000 километров.

А. Ф. Шорина.

(Продолжение со стр. 563).

РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ПЕРЕДАЧИ СЛОВА ПО ПРЯМЫМ ПРОВОДАМ НА РАССТОЯНИЕ В 1000 КИЛОМЕТРОВ.

Для сравнения рассчитаем только подвеску проводов для аппаратов Бодо с одной ретрансмиссией. Расчет будем вести на основании предыдущих расчетов, а поэтому здесь составим только перечень расходов.

Оборудование. Подвеска провода на расстояние 950 верст, считая подвеску в среднем 73 руб. на версту, — всего 70.000 руб. Стоимость двух четырехкратных аппаратов Бодо 14.000 руб., стоимость ретрансмиттерной установки 1.200 руб., аккумуляторные батареи 2.600 руб., монтаж и установки 2.000 руб., непредвиденные расходы 1.200 руб. Таким образом все расходы на оборудование 90.000 руб.

Косвенные расходы: процент на капитал 4.900 руб. Амортизация провода 6.600 руб., амортизация основного устройства 600 рублей. Амортизация линии, считая, что прокладка ее обойдется в 150 руб. с версты и что подвешено около десяти проводов, будет 1.100 руб. на провод. На практике на такое короткое расстояние нет особенной надобности вести запасный провод, но для правильности подсчета необходимо прибавить около 20% всех прямых и косвенных расходов, т. к. безусловно при проволочной работе придется пользоваться во время повреждений другим проводом, а в радиотелеграфной установке у нас был предусмотрен даже 100% запас. Таким образом все косвенные расходы будут 14.160 руб.

Прямые расходы: ремонт телеграфной линии 5 руб. 72 коп. с версты, всего 5.450 руб. и на запасный провод 1.090 руб.

Содержание личного состава. Необходимо 48 чиновников на два аппарата и на замену больных, отпускных и проч. 4 всего

52, из них 22 с окладом 750 руб. и 30 по 600 руб. с прибавкой за работу на быстродействующих аппаратах, всего 34.500 руб. Штат механиков (все младшие, т. к. они будут в общей конторе) на конечных станциях по 4 на сумму 7.200 руб. и на ретрансмиттерной установке 2 по 750 руб. всего 1.500 руб. На обслуживание линии 7 надсмотрщиков—3.150 руб. Для обслуживания административной службы на конечных и промежуточных станциях 2 чиновника по 600 руб. всего 1.200 руб. Всего на содержание личного состава 47.550 руб.

Содержание зданий, считая по 48 руб. на человека, всего 3.400 руб. Квартирное довольствие, по 62 руб. в год на человека, 4.400 руб. Хозяйственные расходы, канцелярия, лента, краска и пр. 65 руб. на человека в год, примерно 4.600 рублей. Таким образом всего прямых расходов 52.440 руб. Всего эксплуатационных расходов 76.600 руб.

Все расходы представлены таблицей 32.

ТАБЛИЦА 32.

№ по пор.	Наименование расходов	Оборудование	Косвен. расходы	Прямые расходы	Эксплуатацион. расходы
1	Оборудование	90.000	14.160	—	14.160
2	Ремонт линии	—	—	6.540	6.540
3	Личный состав	—	—	47.550	47.550
4	Содержание зданий	—	—	3.400	3.400
5	Квартирное довольствие . .	—	—	4.400	4.400
6	Хозяйственные расходы. . .	—	—	4.600	4.600
	Всего .	90.000	14.160	66.490	80.650

Прибавляя сюда 20% на расходы по ведомству, доставку и проч., получим с округлением всего эксплуатационных расходов 96.800 руб. Считая пропускную способность четырехкратных аппаратов Бодо в 17.000.000 слов в год или 32 слова в минуту, получим при таких условиях стоимость слова 0,57 коп.

З а к л ю ч е н и е.

Как говорилось в предисловии, в данной работе предполагалось сделать обзор эксплуатации радиостанций и выяснить влияние тех и иных составных ее частей и параллельно с этим сделать сравнение с проволочным телеграфом. Взяв хотя бы таблицу 1 и рассматривая величины эксплуатационных расходов, видим, что расходы на личный

Сравнительный экономический расчет различных систем радиостанций и проволочного телеграфа на дальность действия в 1000—3000 километров.

А. Ф. Шорина.

(Продолжение со стр. 563).

РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ПЕРЕДАЧИ СЛОВА ПО ПРЯМЫМ ПРОВОДАМ НА РАССТОЯНИЕ В 1000 КИЛОМЕТРОВ.

Для сравнения рассчитаем только подвеску проводов для аппаратов Бодо с одной ретрансмиссией. Расчет будем вести на основании предыдущих расчетов, а поэтому здесь составим только перечень расходов.

Оборудование. Подвеска провода на расстояние 950 верст, считая подвеску в среднем 73 руб. на версту, — всего 70.000 руб. Стоимость двух четырехкратных аппаратов Бодо 14.000 руб., стоимость ретрансмиттерной установки 1.200 руб., аккумуляторные батареи 2.600 руб., монтаж и установки 2.000 руб., непредвиденные расходы 1.200 руб. Таким образом все расходы на оборудование 90.000 руб.

Косвенные расходы: процент на капитал 4.900 руб. Амортизация провода 6.600 руб., амортизация основного устройства 600 рублей. Амортизация линии, считая, что прокладка ее обойдется в 150 руб. с версты и что подвешено около десяти проводов, будет 1.100 руб. на провод. На практике на такое короткое расстояние нет особенной надобности вести запасный провод, но для правильности подсчета необходимо прибавить около 20% всех прямых и косвенных расходов, т. к. безусловно при проволочной работе придется пользоваться во время повреждений другим проводом, а в радиотелеграфной установке у нас был предусмотрен даже 100% запас. Таким образом все косвенные расходы будут 14.160 руб.

Прямые расходы: ремонт телеграфной линии 5 руб. 72 коп. с версты, всего 5.450 руб. и на запасный провод 1.090 руб.

Содержание личного состава. Необходимо 48 чиновников на два аппарата и на замену больных, отпускных и проч. 4 всего

52, из них 22 с окладом 750 руб. и 30 по 600 руб. с прибавкой за работу на быстродействующих аппаратах, всего 34.500 руб. Штат механиков (все младшие, т. к. они будут в общей конторе) на конечных станциях по 4 на сумму 7.200 руб. и на ретрансмиттерной установке 2 по 750 руб. всего 1.500 руб. На обслуживание линии 7 надсмотрщиков—3.150 руб. Для обслуживания административной службы на конечных и промежуточных станциях 2 чиновника по 600 руб. всего 1.200 руб. Всего на содержание личного состава 47.550 руб.

Содержание зданий, считая по 48 руб. на человека, всего 3.400 руб. Квартирное довольствие, по 62 руб. в год на человека, 4.400 руб. Хозяйственные расходы, канцелярия, лента, краска и пр. 65 руб. на человека в год, примерно 4.600 рублей. Таким образом всего прямых расходов 52.440 руб. Всего эксплуатационных расходов 76.600 руб.

Все расходы представлены таблицей 32.

ТАБЛИЦА 32.

№ по пор.	Наименование расходов	Оборудование	Косвен. расходы	Прямые расходы	Эксплуатацион. расходы
1	Оборудование	90.000	14.160	—	14.160
2	Ремонт линии	—	—	6.540	6.540
3	Личный состав	—	—	47.550	47.550
4	Содержание зданий	—	—	3.400	3.400
5	Квартирное довольствие	—	—	4.400	4.400
6	Хозяйственные расходы.	—	—	4.600	4.600
	Всего	90.000	14.160	66.490	80.650

Прибавляя сюда 20% на расходы по ведомству, доставку и проч., получим с округлением всего эксплуатационных расходов 96.800 руб. Считая пропускную способность четырехкратных аппаратов Бодо в 17.000.000 слов в год или 32 слова в минуту, получим при таких условиях стоимость слова 0,57 коп.

З а к л ю ч е н и е.

Как говорилось в предисловии, в данной работе предполагалось сделать обзор эксплуатации радиостанций и выяснить влияние тех и иных составных ее частей и параллельно с этим сделать сравнение с проволочным телеграфом. Взяв хотя бы таблицу 1 и рассматривая величины эксплуатационных расходов, видим, что расходы на личный

состав, силовую установку и мачты являются наибольшими. Поэтому внимание проектирующего радиостанцию должно быть направлено на уменьшение этих расходов. На первый взгляд казалось бы необходимым уменьшить энергию в антенне, что возможно понижением силы приемного тока или увеличением высоты мачты. Первая мера только понижает пропускную способность, относительно второй можем сказать, что с увеличением высоты мачты, правда, уменьшается энергия передатчика, но зато возрастает стоимость мачт и наоборот, при уменьшении высоты мачт увеличиваются расходы по силовой установке. Высота мачт должна быть выбрана такая, чтобы сумма всех эксплуатационных расходов была наименьшая. При уменьшении, напр., высоты мачты с 150 на 100 метров для дальности действия в 3000 км, стоимость слова для дуги и машины возрастает на 17—18%, для искры на 35—36%.

Из приведенных подсчетов мы видим, что мощности передающих радиостанций невелики. Это объясняется высокими мачтами на передающих и приемных станциях. В английском журнале *Radio Review*¹⁾ за октябрь месяц 1921 года, мы находим, что для незатухающих колебаний мощность в антенне около 20—25 киловатт дает возможность работать Англии с Канадой, применяя пишущий прием для коммерческих целей. Этот пример исключает возможность считать полученные нами цифры не жизненными.

Статьи эксплуатационных расходов.

Возьмем для сравнительного расчета эксплуатацию радиотелеграфной линии протяжением порядка 3000 километров. Подробный расчет всех эксплуатационных расходов, состоящих из прямых и косвенных, дает нам картину того, насколько влияют те или другие составные части радиостанции на стоимость эксплуатации.

При оборудовании радиостанций с расчетом на силу тока в приемной антенне порядка 50 микроампер и 150 метровых металлических мачтах эксплуатационные расходы распадаются, считая все эксплуатационные расходы 100%, на следующие величины. Содержание личного состава 51%, при соблюдении норм рабочего дня и других правил и законов о труде. При применении центрального управления и более усовершенствованных способов управления этот расход можно сократить до 25—32%.

Содержание силовой установки 21%. Под этими расходами подразумеваются все расходы на содержание и эксплуатацию, за исключением личного состава, при работе передатчика около 14 часов в сутки и принимаемая во внимание выработка энергии для освещения и других надобностей радиостанции. Расходы на горючее, масло, обтирку и пр. выразится в количестве около 3% всех эксплуатационных расходов по

См. „Титб“ № 13, стр. 343.

радиостанции. Содержание передатчика 4%, заключающее в себе все косвенные расходы (т.-е. процент на капитал и амортизацию), а также прямые в виде ремонта разрядников, конденсаторов, реле и пр.

Содержание канцелярии, приемной 6,5%. Сюда входят опять таки процент на капитал по оборудованию, амортизация всех устройств и расходы на бумагу, бланки, ремонт приборов, машинок и пр.

Содержание мачт около 10,5%. Сюда входят проценты на капитал, амортизация, которая здесь принималась порядка 3%, и ремонт. Такая незначительная цифра эксплуатационных расходов объясняется тем, что при эксплуатации металлических мачт мы почти совершенно не имеем прямых расходов. При деревянных мачтах произойдет перемещение расходов,—сильно увеличатся прямые расходы и сильно уменьшатся косвенные расходы и кроме того вообще уменьшится общий процент эксплуатационных расходов.

Таким образом видно, что главный расход на личный состав, силовую установку и передающее устройство. Применение более низких мачт порядка 100 метров увеличивает сумму всех эксплуатационных расходов на 13,5% и дает уже следующее соотношение статей расходов: личный состав 41%, силовая установка 31%, причем расход на горючее, масло, обтирку 13% всех эксплуатационных расходов, передатчик 11%, мачты 4%, приемная и канцелярия 5%.

Отопление зданий около 2,5% всех эксплуатационных расходов. Помещение для служащих, под'ездные пути, водоснабжение, содержание мастерских—4,5%. Содержание сети и заземления—1%. Из этого подсчета видно, что сумма расходов на мачты и силовую установку около 35%, тогда как в предыдущем варианте 31,5% и кроме того от значительно большей суммы.

Если произвести подсчет радиостанционных расходов при 200 метровых мачтах, то получается опять увеличение всех эксплуатационных расходов на 6—7%. Таким образом видно, что выбор высоты мачт зависит от суммы главных эксплуатационных расходов и имеет некоторый минимум.

Личный состав.

Из рассмотрения всех подсчетов видно, что содержание личного состава является самым крупным расходом. В оплате труда радиоспециалистов приняты во внимание более высокие ставки сравнительно с проволочным телеграфом. В радиотелеграфе мы имеем в среднем величину 840 рублей на человека, не считая высшей технической администрации, а для проволочного телеграфа—620 рублей на человека. Это объясняется главным образом малым количеством радиоспециалистов. В дальнейшем оплата труда для радиоспециалистов почти сравняется с проволочным телеграфом и тогда этот один из крупных рас-

ходов в радио уменьшится на 25%. Как мы видим, личный состав от изменения мощности радиостанции меняется незначительно, т. к. все зависит от того, что почти всегда необходимо устройство сменных дежурств и 100% запас действующих приборов с соответствующим штатом. С одной стороны увеличение мощности радиостанции увеличивает эксплуатационные расходы, с другой стороны увеличение мощности увеличивает пропускную способность и влияние первого фактора менее значительно и потому с увеличением мощности (до известного предела) стоимость слова удешевляется. Для удешевления эксплуатации необходимо переходить к устройству автоматических приспособлений для пуска и обслуживания, тогда можно сократить число дежурящих в машинном и передающем отделах, и этим самым уменьшить стоимость слова. По предположению автора стоимость слова при рациональном сокращении штата и введении автоматических приспособлений можно уменьшить на 30—35%.

Влияние применения того или иного генератора.

В главе первой разработаны различные варианты радиостанции со всеми четырьмя генераторами, имеющими сейчас применение на практике. Из нее видно, что при наивыгоднейшем общем устройстве радиостанции малой мощности стоимость слова для дуги на 1—2% дороже, для лампы 10—20% дороже и для искры на 18% дороже, чем для машины. При нерационально спроектированной радиостанции эти цифры для дуги и машины останутся без изменения. Для искрового генератора стоимость слова повышается уже на 37%, а для лампы еще выше до 50%. Из этого сравнения видно, насколько невыгодно в настоящее время применение для передачи искрового и катодного методов при сравнительно маломощных и дорогих лампах. Дуга и машина остаются все время почти равноценными. Поэтому в расчетах во второй главе искровой и ламповый метод передатчика совершенно не были приняты в расчет. Ввиду того, что применение машинного и дугового генератора при повышенной силе приема дает почти одинаковые эксплуатационные расходы, в дальнейшем расчеты велись только для машинного генератора. Если имеется надобность определить стоимость слова для дугового генератора, то ее можно считать на 4—5% дороже для слухового приема, а при дуплексной работе на 3—4% дороже, чем для машины.

Конечно при этом подразумевается, что при одинаковой энергии излученной из антенны дальность действия одинакова, хотя гр. Арко считает, что дальность действия дуги приблизительно в 3 раза меньше, чем при прочих одинаковых условиях для машины, но это не в достаточной мере проверено.

Влияние увеличения силы приема.

Увеличение силы приемного тока, как мы видим, прямо приводит

к удешевлению стоимости слова. Так для слухового способа приема, при работе с силой приема в 50 микроампер, имеем стоимость слова при полной нагрузке 8,05 коп., при повышенной силе приема в 250 микроампер, при пропускной способности в 10 слов,—5,24 коп., а при пропускной способности в 12 слов—4,4 коп.

Таким образом с увеличением силы приемного тока в 5 раз, стоимость слова удешевляется на 35 — 45%. Такой на первый взгляд парадоксальный вывод объясняется очень просто, а именно: с увеличением мощности передающей радиостанции расходы на личный состав не увеличиваются, увеличивается только стоимость оборудования силовой установки и в общем расходы увеличиваются не настолько, насколько увеличивается пропускная способность, а потому стоимость слова уменьшается. Далее, как мы видим, для удешевления стоимости слова выгоднее увеличить пропускную способность. При слуховом методе поднять пропускную способность выше 10—12 слов крайне затруднительно. Необходимо идти к применению пишущего приема и быстродействующих аппаратов. Их применение вызовет только небольшое увеличение штата, но зато в большой степени повысит пропускную способность и таким образом стоимость слова много удешевится. При полной нагрузке и прочих равных условиях получим следующие цифры стоимости слова: для малой силы приема стоимость слова 8 к., для повышенной от 3,24 коп. до 4,4 коп. и для радио Уитстона 2,16 коп. Таким образом повышенная сила приема дает удешевление на 35—45%, а применение быстродействующих аппаратов на 74%, или иначе, если стоимость слова при передаче аппаратом Уитстона—1, то при повышенной силе приема будет дороже почти в 2 раза, а при нормальной дороже почти в 4 раза.

Необходимо учесть, что кроме удешевления стоимости слова, мы при повышенной силе приема увеличиваем пропускную способность радиопередачи,—когда в обычных условиях мы можем пропустить в год максимум 2,6 миллиона слов, то при повышенной силе приема эта цифра увеличивается до 5,25—6,35 миллионов слов, а при применении быстродействующих аппаратов эта цифра возрастает до 14,7 миллионов. Такое увеличение радиопередачи сейчас имеет огромное значение, т. к. имеющиеся радиостанции загружены полностью. И устраивать радиосвязь будет тогда рационально, когда она полностью может заменить длинные телеграфные линии, а не частично их разгрузить, как это происходит при настоящих условиях работы мощных радиостанций.

Дальнейшее увеличение пропускной способности, более свободная и удобная работа, установка передающих и приемных устройств в наивыгоднейших для них местах и дальнейшее увеличение пропускной способности подчеркивают необходимость устройства выделенных приемных радиостанций. При таких условиях мы еще увеличиваем в

1,6 раза пропускную способность. Как показывает расчет, кроме всех этих преимуществ получается еще и значительное удешевление стоимости слова, — стоимость слова доходит до 1,5 коп., т. е. получаем еще дальнейшее удешевление стоимости слова на 81%. Постройка радиостанций с выделенными приемниками дает возможность применения всяких замкнутых, направленных и прочих антенн, которые дают возможность кроме дуплексной передачи производить прием других радиостанций (напр., дающих в это время прессу), что опять таки увеличивает общую пропускную способность радиостанции. Выделенные приемные во всех отношениях выгодны и удобны, а потому необходима установка мощных радиостанций обязательно с выделенными приемными, или, что здесь не разобрано, устройство нескольких передающих сетей. Если стоимость слова при быстродействующих аппаратах с выделенной приемной I, то стоимость при повышенной силе приема на слух в 3,5 раза дороже, а при нормальном слуховом методе в 5,3 раза дороже.

Радиостанции на короткие расстояния.

Для этого рода радиостанций устройство отдельных выделенных приемных вряд ли будет рационально, т. к. они не дадут удешевления стоимости слова. Такие маломощные радиостанции выгодно сосредоточить в больших телеграфных узлах. Во всех остальных условиях их работа имеет те же свойства, что и разобранные здесь станции повышенной или средней мощности. В смысле выбора передающего генератора машина и дуга вероятно будут более дешевыми установками, но для эксплуатации, очень возможно, будут проще ламповые радиостанции. Такой вопрос в общем виде решить очень трудно.

Из этих исследований можно окончательно сделать следующие выводы.

- 1) Радиостанции необходимо рассчитывать на повышенную силу приема, величину которой можно определить расчетом экономической стороны;
- 2) Необходимо обязательно ввести пишущий прием и быстродействующие аппараты;
- 3) Установить радиостанции с выделенными приемными;
- 4) На выделенных приемных радиостанциях вводить специального типа антенны (антенна Беллини и Този, замкнутые антенны инж. Баженова, низкие антенны и проч.).

Сравнение радиотелеграфа и проволочного телеграфа.

В нашем примере приведен подсчет стоимости слова при работе быстродействующими аппаратами. Другие способы передачи не рас-

ТАБЛИЦА 33.

Метод работы по радио	Работа по проволоке. Стоим. в копейках	Радио на слух при 50 микроамперах		Радио на слух при 250 микроамперах		Радио Уитстона		Радио выделенной приемн. на слух 250 микроампер		Радио выделенной приемн. на Уитстона		Примечания.
		Стоим. в коп.	Относит. стоим.	Стоим. в коп.	Относит. стоим.	Стоим. в коп.	Относ. стоим.	Стоим. в коп.	Относ. стоим.	Стоим. в коп.	Относит. стоим.	
Бодо	3,25	8	+ 2,3	5,24	+ 1,50	2,16	- 1,5	3,64	+ 1,16	1,5	- 2,15	1) Взята про- нуски. способ- ность в 10 слов в минуту.
	2,04	8	+ 3,9	5,24	+ 2,55	2,16	+ 1,06	3,64	+ 1,8	1,5	- 1,35	
Уитстон												
1 вариант	4,1	8	+ 1,95	5,24	+ 1,3	2,16	- 1,9	3,64	- 1,12	1,5	- 2,7	— означает де- шевле соответ- ствующей сто- имости прово- дочного теле- графа.
2 вариант	2,5	8	+ 3,2	5,24	+ 2,1	2,16	- 1,16	3,64	+ 1,45	1,5	- 1,64	

сматриваются, т. к. нет никакого смысла по проволоке работать аппаратами Морзе или Юза на такое большое расстояние вследствие их малой пропускной способности.

Как мы видели, стоимость слова определялась для аппаратов Бодо и Уитстона при двух вариантах, а именно: первый вариант при полном оборудовании и второй вариант только при подвесе проводов. Для наглядной и полной картины составим таблицу 33, принимая в ней стоимость слова по проволочному телеграфу равной единице, и вычислим, во сколько раз дороже или дешевле обходится передача слова по радио, с указанием стоимости слова.

При сравнении необходимо помнить, что радиоустановки спроектированы, если так можно выразиться, тяжелой модели. В их конструкции, при применении всех последних новинок, возможно сильное удешевление стоимости слова. Например, устройство антенн Александерсона повысит отдачу антенны до 50%, а потому соответственно могут быть уменьшены все элементы силовой и передающей установки.

Из этой таблицы сразу явствует, что радиотелеграф является более дорогим средством передачи телеграмм при применении слухового метода, считая, что радиостанции не работают на передачу прессы, т. к. при большой агентской работе радиостанции могут дать громадные выгоды и несколько часов передачи прессы могут значительно удешевить всю работу радиостанции.

При применении выделенной приемной радиотелеграф даже при слуховом методе приема и высокой пропускной способности (16 слов) может конкурировать с проволочным телеграфом и даже быть более выгодным (при первом варианте с аппаратом Уитстона). Применение в радиотелеграфе быстродействующих аппаратов сразу ставит его при всех почти условиях выгоднее проволочного телеграфа, а особенно при выделении приемной, где радиотелеграф выгоднее проволочного телеграфа в лучшем случае в 2,7 и в худшем в 1,36 раза. Здесь в этих расчетах, как я указал, совершенно не принималась во внимание возможность прекращения действия для длинных проводов. Например, на проводе Петроград — Омск в среднем повреждений было 3 часа в сутки, а на проводе Петроград — Иркутск 4 — 5 часов в сутки. При учете этого обстоятельства, при запасном проводе и без него, пропускная способность проволочного телеграфа может значительно упасть.

Сравнение радиотелеграфа и проволочного телеграфа на расстоянии в 1000 километров дает преимущество за проволочным телеграфом даже при применении в радио пишущего приема. Это удорожание замены проволочного телеграфа беспроводным при достаточно хорошо спроектированной радиоустановке равно 32%. Но эту величину вероятно необходимо считать даже больше, т. к. телеграфная линия такого протяжения будет обслуживаться в общем хозяйстве двух больших

контор и штат механиков и отчасти чиновников может быть сокращен за счет большого общего хозяйства. Поэтому полученную стоимость слова 0,5 коп. для аппаратов Бодо можно считать максимальной. При установке на такие расстояния аппаратов Сименса дуплекс, мы получим еще большие удешевления стоимости слова. Необходимо помнить, что указанные здесь в расчете стоимости слова представляют собою стоимость при полной загруженности линии. В действительности работа будет идти не полные 24 часа, что соответственно подымет стоимость слова.

В заключение необходимо сказать, что во всех этих сравнениях радио и проволоки принималось, что между корреспондирующими пунктами всегда можно и легко можно протянуть телеграфную линию. Если же этого сделать нельзя, или это будет стоить дорого, радиотелеграф становится вне всякой конкуренции, являясь единственной и кроме того дешевой связью.

При работе с заграницей (Европой) установка радиостанции дает возможность работать непосредственно с главным центром страны, минуя таким образом ряд инстанций через другие государства, что конечно может дать большую скорость прохождения депеши.

В заключение приношу искреннюю признательность С. М. Горленко, взявшему на себя работу по пересмотру статьи, а так же помогшего мне в составлении статистических данных по обмену мощных радиостанций.

Радиотелеграф в законодательстве об охране человеческой жизни на море.

Инженера Д. И. Каргина.

Доклад 18-му съезду деятелей связи и электротехники на путях сообщения.

Главное значение беспроводный телеграф имеет в мореплавании, так как в этой области применения он служит целям безопасности плавания, целям охраны человеческой жизни. Все остальные стороны приложения его к мореплаванию являются, хотя и важными, но второстепенными. Один из авторитетов в радиотехнике высказался, что ни одно усовершенствование в области беспроволочного телеграфа не ускользнуло от внимания мореплавателей и в той или другой форме нашло себе применение на службе у судоходства. Вопросы безопасности плавания всегда были на первом месте, и до изобретения радиотелеграфа многие отрасли техники служили целям сигнализации, спасения на водах,

предупреждения опасности и др. Радиотехника дополнила эти средства могучим орудием и понятно поэтому, что в законодательстве о мореплавании радиотелеграфу отведено почетное место. Действительная польза радиотелеграфа резко оттенена страховыми обществами, отказывающимися от страховки судов, необорудованных радиотелеграфом, или же назначающими большие суммы за страховку. Упрекать же эти общества в непрактичности не приходится. В настоящее время русский торговый флот озабочен разработкой законодательных норм о безопасности плавания. Эти законодательные нормы, разумеется, должны быть согласованы с международными правилами, так как в открытом море всякое судно становится объектом международного права. Не безинтересно будет поэтому вспомнить действующие международные конвенции.

В 1910 году 23 сентября в Брюсселе была заключена международная конвенция „Объединения некоторых правил относительно оказания помощи и спасания на море“. В статье II-й этой конвенции отмечена важность оказания помощи судну, находящемуся в опасности: Каждое судно обязано оказать помощь даже враждебному кораблю. Только угрожающая опасность собственному судну, экипажу или пассажирам избавляет капитана от выполнения этой обязанности. Интересно отметить также, что ответственность за нарушение обязанностей несет капитан, но, отнюдь, не собственник судна.

В 1912 году 5 июля в Лондоне заключена „Международная радиотелеграфная конвенция“, введенная в действие с 1 июля 1913 года, к которой приложен служебный регламент. Эта конвенция и регламент имеют своим предметом скорее техническую сторону дела, чем правовую. Они устанавливают технические правила, которым должна удовлетворять конструкция радиостанций, порядок работы радиостанций, условия, предъявляемые к служебному персоналу, таксы и прочие правила устройства и эксплуатации радиостанций. Этими правилами создаются наиболее благоприятные условия для работы радиостанций во время бедствий, когда все внимание по регламенту должно быть сосредоточено на судне, находящемся в опасности. Статьей XXI Служ. регламента устанавливается специальный знак бедствия (три точки, три тире, три точки). Заметив знак бедствия, каждая станция, согласно регламенту, немедленно приостанавливает обмен корреспонденции и возобновляет таковой лишь после того, как убедится, что призыв к помощи окончен. Если призыв к помощи относится к определенной радиостанции, то только эта станция на него и отвечает; в остальных случаях отвечают все станции, получившие этот призыв.

Затем, 20 января 1914 года в Лондоне была заключена международная конвенция „Об охране человеческой жизни на море“. Эта конвенция распространяется на все торговые суда с механическими двигателями, несущие на борту более 12 пассажиров и следующие из

порта одного государства в порт другого государства. В счет пассажиров не входят подобранные в море лица и взятые на борт по непреодолимым обстоятельствам. Допускаются и изъятия из конвенции, для чего требуется сообщать Великобританскому Правительству список судов, на которые распространяется изъятие, при условии, однако, чтобы переходы таких судов не превосходили удаления 200 морских миль от берега. Радиотелеграфу в этой конвенции отведена пятая глава. На содержание этой главы оказал сильное влияние изданный ранее (23 июля 1912 года) Соединенными Штатами Северной Америки закон „Об обязательстве иметь радиотелеграфные аппараты и телеграфистов на некоторых океанских пароходах. Закон этот обязывает всякое судно (пассажирское и грузовое), не только свое, но и чужеземное, плавающее по океану или Великим озерам и перевозящее не менее 50 человек (считая в том числе и команду),—иметь на борту радиостанцию с дальностью действия в 100 миль с запасным (кроме главного) источником энергии для 4-х часового действия. Для оборудования пароходов был дан срок до 1-го октября 1912 г. Для обслуживания предвидено двухсменное дежурство радиотелеграфистов. Ответственность за соблюдение правил возложена на капитана: на море за несоблюдение правил он карается штрафом до 100 долларов; попытка покинуть порт без соблюдения правил может навлечь на капитана штраф до 5000 долларов за каждую отдельную попытку. Закон допускает изъятия для судов, совершающих переход на расстояние, не превосходящее 200 миль.

Вышеупомянутая Лондонская конвенция 1914 года в отношении радиотелеграфных требований, подчиняет своему влиянию не только пароходы, как то указано в американском законе, но и парусные суда, с тем же количеством 50 лиц, находящихся на борту. Изъятию подлежат суда, плавающие на расстояние, не превышающее 150 морских миль, и суда примитивной конструкции (джонки и др.). Случайные пассажиры, как и в Американском законе, в счет не идут.

По конвенции плавающие суда разделены на те же три категории, которые указаны в ст. XIII радиотелеграфного регламента, а именно: 1) суда с постоянной непрерывной службой, 2) с ограниченным временем службы и 3) без определенного времени действия радиотелеграфа. Суда первой категории имеют на борту не менее 200 человек и совершают переход более, чем на 500 морских миль, со скоростью более 13 узлов. Суда второй категории, оборудованные помещением не менее, чем на 25 пассажиров, несут непрерывное слуховое наблюдение в течение 10 минут в начале каждого часа, независимо от установленного времени работ радиостанции. Судну выдается соответствующее удостоверение; равным образом и телеграфисты снабжаются удостоверениями о степени их умения. Конвенция предусматривает возможность развития радиотехники и допускает применение и не слуховых приемников, однако не менее надежных. Тайна корреспонденции охраняется обычным

порядком. Суда обязаны сноситься не только с берегом, но и друг с другом. Помещение для радиоустановки выбирается безопасное в верхней части судна. Если установка имеет дальность действия не менее 100 морских миль, то судно не обязано иметь вспомогательную установку.

Получив сигнал о бедствии, капитан обязан направлять свое судно на помощь. Однако, судно, испытывающее бедствие, войдя в сношение с другими судами, может требовать помощь только после осведомления о состоянии идущих к нему на помощь судов и выбирать то или другое; после этого остальные суда могут продолжать свой рейс. Отказ в подаче помощи может последовать только в крайних случаях опасности для самого судна; отказ этот должен быть занесен в судовой журнал с оправдательными мотивами. Конвенция подтверждает и дополняет Брюссельскую конвенцию 1910 года. Государства, участвующие в конвенции, обязаны были в годичный срок выполнить ее требования для судов высших категорий и в двухлетний срок для судов 3-ей категории.

На основании Лондонской международной конвенции 1914 года Великобритания издала закон 10 августа того же года „О торговом мореплавании“. Третья часть этого закона касается радиотелеграфа. В общем закон этот повторяет конвенцию с небольшими добавлениями. Предвидены карательные меры капитана или владельца судна за совокупность нарушений правил до 500 фунтов стерлингов или же за отдельное нарушение до 100 фунтов. На министров Торговли и Почт и Телеграфов возложена обязанность издавать правила, дополняющие закон (о числе телеграфистов и поддежурных слухачей, изъятие из правил согласно конвенции и др.). Приведение в действие этого закона было отложено до 1 июня 1916 года.

Аргентина издала закон, находящийся в соответствии с Лондонской конвенцией 1914 года. Характерной особенностью аргентинского закона является то, что он распространяется и на речные пароходы. Радиостанции, установленные на таких судах, должны иметь дальность действия 200 километров, а на морских судах—500 километров.

Петроград. 24. V. 1922 г.

Об определении наивыгоднейшей длины волны отправительных радиостанций.

Инж. Г. А. Кьяндского.

Доложено на 51-м заседании ПОРОРИ 2 августа 1922 г.

Одним из основных вопросов проектирования отправительной радиостанции является выбор рабочей длины волны, при котором необходимо руководствоваться наивыгоднейшей волной для данного частного случая установки.

Таким образом, для выбора рабочей волны необходимо предварительно определить наивыгоднейшую волну, понимая под последней длину волны, при которой эффективное значение силы тока в сети отправительной радиостанции будет минимальным.

В основание расчета обычно берется формула Остина для радиопередатчика, работающего затухающими колебаниями, и формула Фуллера — для незатухающих колебаний. В случае передачи вдоль суши пользуются этими формулами с поправочным слагаемым Тренча в показателе степени показательной функции.

В случае передачи вдоль морской поверхности формула Остина имеет вид:

$$I_2 = 4,25 \cdot \frac{h_1 h_2 I_1}{\lambda \cdot r} \cdot e^{-\frac{0,0015 r}{\sqrt{\lambda}}} \quad (1)$$

Наивыгоднейшая длина волны определяется наименьшим значением силы тока I_1 . Отыскание наивыгоднейшей волны сводится к нахождению минимума функции, для чего надо взять первую производную $\frac{dI_1}{d\lambda}$ и приравнять ее нулю.

Для упрощения вычислений в выражении для I_1 введем следующие обозначения: коэффициент $\frac{I_1 \cdot r}{4,25 \cdot h_1 h_2}$ обозначим через A ; числитель показателя степени $0,0015 r$ обозначим через a .

Тогда выражение для I_1 напишется в виде:

$$I_1 = A \cdot \lambda \cdot e^{a/\sqrt{\lambda}}. \quad (2)$$

Продифференцируем это последнее выражение по λ и результат приравняем нулю:

$$A e^{a/\sqrt{\lambda}} \left(1 - \frac{a}{2\sqrt{\lambda}}\right) = 0.$$

Так как первый множитель не равен нулю, то приравняем нулю выражение, стоящее в скобках. Откуда наивыгоднейшая волна будет:

$$\lambda = \frac{a^2}{4}, \quad (3)$$

где λ и r — в километрах.

Формула (3) указывает, что в случае передачи затухающими колебаниями вдоль моря — наивыгоднейшая волна зависит лишь от расстояния (r) между отправительной и приемной радиостанциями, причем эта зависимость выражается параболическим законом.

Полученная формула может быть написана также в следующем удобном для вычислений виде:

$$\lambda = 551 \cdot r^2 \cdot 10^{-6}, \quad (4)$$

где λ — в метрах, r — в километрах.

Необходимо заметить, что приведенные формулы (3) и (4) справедливы лишь для случая передачи затухающими колебаниями вдоль морской поверхности. При передаче же вдоль суши и в случае работы незатухающими колебаниями наивыгоднейшая волна не может быть определена по этим формулам.

Выведем выражение наивыгоднейшей волны для этих случаев радиопередачи.

В случае передачи *затухающими колебаниями вдоль суши* пользуются формулой Остина с поправкой Тренча, по которой показатель e в выражении для I_1 принимает вид:

$$-\left(\frac{0,0015r}{\sqrt{\lambda}} + \frac{R\sqrt[3]{r}}{\lambda}\right), \quad (5)$$

где R —коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности. При расчетах этот коэффициент может приниматься:

для передачи вдоль ровной местности . . . $R = 0,02$

„ „ „ холмистой „ . . . $R = 0,10$

„ „ „ гористой „ . . . $R = 0,24$

Вводя выражение (5) и обозначения:

$$\frac{l_2 r}{4,25 h_1 h_2} = A; 0,0015 r = a; R\sqrt[3]{r} = b,$$

получаем:

$$l_1 = A \cdot \lambda e^{\left(\frac{a}{\sqrt{\lambda}} + \frac{b}{\lambda}\right)} \quad (6)$$

Наивыгоднейшую волну попержнему определяем дифференцированием; получаем:

$$\lambda - \frac{a}{2} \sqrt{\lambda} - b = 0;$$

обозначим $\sqrt{\lambda}$ через x . При решении квадратного уравнения:

$$x^2 - \frac{a}{2} x - b = 0$$

отбрасываем отрицательный корень, как неудовлетворяющий физическому смыслу. Тогда:

$$x = \frac{a}{4} + \sqrt{\left(\frac{a}{4}\right)^2 + b}. \quad (7)$$

В этом последнем случае радиопередачи (затух. колеб. вдоль суши) вычисление наивыгоднейшей длины волны удобнее производить в следующем порядке:

1) вычисляются постоянные: $a = 0,0015 r$ и $b = R \sqrt[3]{r}$,

2) определяется x по формуле (7) и

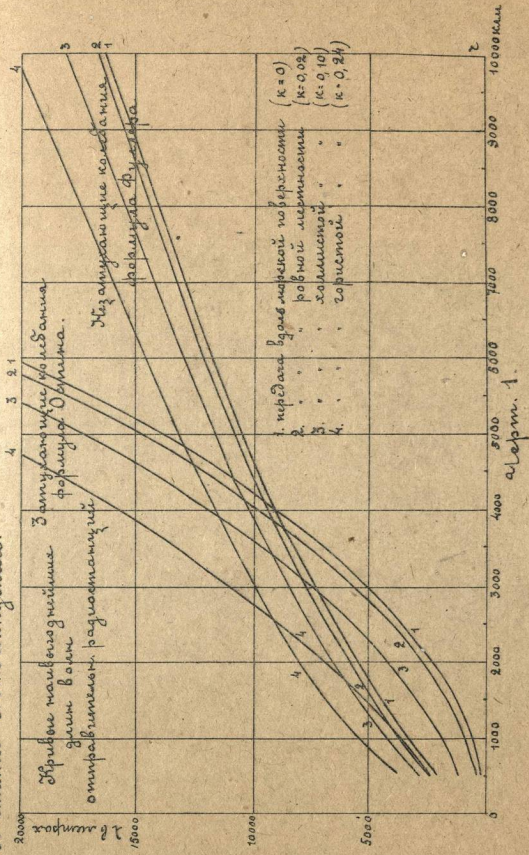
3) полученный результат (x) возводится в квадрат.

λ и r —в километрах.

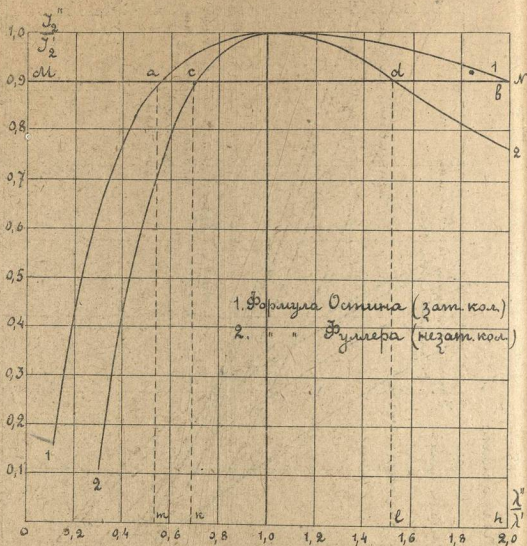
ТАБЛИЦА 1. Наиболее длинные волны (в метрах).

Расстояние в километрах между отправительной и приемной радиостанциями	Передача затухающими колебаниями (формула Остина)				Передача незатухающими колебаниями (формула Фуллера)			
	Над морем	Над равной местностью	Над холмистой местностью	Над гористой местностью	Над морем	Над равной местностью	Над холмистой местностью	Над гористой местностью
500	140	396	1200	2470	2250	2400	2700	3700
1000	562	917	2080	3840	3570	3700	4250	5300
1500	1262	1690	3130	5320	4680	4850	5300	6680
2000	2245	2730	4410	6980	5650	5800	6400	7850
2500	3510	4040	5850	8760	6580	6750	7500	8950
3000	5060	5620	7680	10900	7420	7600	8400	9900
3500	6870	7500	9680	13200	8230	8400	9300	10800
4000	8980	9610	11600	15700	9000	9200	10100	11650
4500	11400	12000	14600	18600	9730	9950	10900	12450
5000	14050	14750	17200	21300	10450	10600	11500	13300
6000	20250	21000	23800	28300	11800	12000	13000	14900
7000	27550	28500	31400	36100	13100	13300	14400	16300
8000	36000	36800	39800	45000	14300	14500	15800	17600
9000	45500	46300	49000	55100	15450	15750	17000	18900
10000	56250	57000	60500	66500	16500	16750	18000	20200

Emance T. A. Hengero.



К станке Т. А. Корянского.



черт. 2.

Случай передачи *незатухающими колебаниями* вдоль моря.
Формула Фуллера:

$$I_2 = 4,25 \frac{I_1 h_1 h_2}{\lambda \cdot r} e^{-\frac{0,0045 r}{\sqrt{\lambda^3}}} \quad (8)$$

Обозначения:

$$\frac{I_2 r}{4,25 h_1 h_2} = A; 0,0045 = a_1; I_1 = A \cdot \lambda \cdot e^{\frac{a_1}{\sqrt{\lambda^3}}} \quad (9)$$

$$\frac{dI_1}{d\lambda} = A e^{\frac{a_1}{\sqrt{\lambda^3}}} \cdot \left\{ 1 = \frac{3a_1 \cdot \lambda}{2\sqrt{\lambda^5}} \right\}; \text{откуда: } \lambda = \sqrt[3]{\frac{q}{4} a_1^2}, \quad (10)$$

где λ и r — в километрах.

Формулу (10) можно представить в виде:

$$\lambda = \sqrt[3]{0,0000456 r^2}, \quad (11)$$

где λ и r — в км.

Случай передачи *незатухающими колебаниями* вдоль суши.
Формула Фуллера с той же поправкой Тренча.

Обозначения те же и кроме того: $b = k \sqrt[3]{r}$; найдя выражение для I_1 , дифференцируя его по λ и приравняв производную нулю, имеем:

$$\lambda \sqrt{\lambda} - b \sqrt{\lambda} - \frac{3a}{2} = 0.$$

Обозначая $\sqrt{\lambda}$ через x , получаем кубическое уравнение:

$$x^3 - b x - \frac{3a}{2} = 0. \quad (12)$$

В этом случае радиопередачи определение наивыгоднейшей волны удобнее производить в следующем порядке:

- 1) вычисляются постоянные: $a_1 = 0,0045 r$ и $b = k \sqrt[3]{r}$,
- 2) решается кубическое уравнение (12) и

3) полученный вещественный корень (x) возводится в квадрат.

Как показывают полученные формулы, в случае передачи вдоль морской поверхности (затух. и незатух. колебаниями) наивыгоднейшая волна зависит лишь только от расстояния между корреспондирующими радиостанциями.

В случае передачи вдоль суши эта зависимость осложняется влиянием рельефа местности, над которой производится передача (коэффициент k). Но, так как при расчетах для этого коэффициента могут быть приняты значения, даваемые Тренчем (приведенные выше), то, зная расстояние и характер местности между радиостанциями, можно по приведенным формулам определить наивыгоднейшую длину волны для любого случая радиопередачи.

Многу вычислены значения наивыгоднейшей длины волны для случаев передачи затухающими и незатухающими колебаниями над морем и сушей (ровная, холмистая и гористая местность), при расстояниях между станциями в 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000 и 10000 километров. Результаты вычислений приведены в таблице 1 (стр. 708).

По этим данным построены кривые (черт. 1 стр. 709) наивыгоднейших волн для всех перечисленных случаев передачи.

Из рассмотрения кривых следует, что: при расстоянии до 3000 км. (в среднем) между станциями для затухающих колебаний имеем более короткую наивыгоднейшую волну, чем для незатухающих; при расстояниях же свыше 3000 км. формула Фуллера дает значительно меньшую волну, чем формула Остина, что в особенности заметно при очень больших расстояниях между станциями.

Далее, рабочая волна на практике почти всегда отличается от теоретически-наивыгоднейшей. Это обстоятельство при сохранении постоянными всех других величин, входящих в основную расчетную формулу Остина или Фуллера (I_1, h_1, h_2, r), вызывает уменьшение силы тока в сети приемной радиостанции (I_2), так как наивыгоднейшая волна при $I_1 = \text{const}$ определяет максимум приемного тока I_2 .

Выясним процентное отношение силы приемного тока при изменении волны (обозначим этот ток через I_2^{11}) к силе тока при наивыгоднейшей волне (обозначим его через I_2^1).

Соответственные длины волн обозначим: λ^1 — наивыгоднейшая волна, λ^{11} — рабочая волна, отклоняющаяся в ту или другую сторону от наивыгоднейшей.

Придавая отношению $\lambda^{11} : \lambda^1$ ряд значений, определяем для каждого из них отношение токов $I_2^{11} : I_2^1$ по форм. (1) и (3) для затухающих колебаний и по форм. (8) и (10) — для незатухающих. Результаты вычислений приводятся в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2.

Формула Остина:		Формула Фуллера:	
$\lambda^{11} : \lambda^1$	$I_2^{11} : I_2^1$	$\lambda^{11} : \lambda^1$	$I_2^{11} : I_2^1$
0,2	0,425	0,2	—
0,3	0,642	0,3	0,113
0,4	0,785	0,4	0,385
0,5	0,873	0,5	0,593
0,6	0,935	0,6	0,780
0,7	0,968	0,7	0,914
0,8	0,990	0,8	0,958
1,0	1,0	1,0	1,0
1,2	0,993	1,2	0,98
1,4	0,975	1,4	0,94
1,6	0,95	1,6	0,875
1,8	0,92	1,8	0,822
2,0	0,898	2,0	0,769

По этим данным построен черт. 2 (стр. 710), позволяющий определить, на сколько уменьшится приемный ток при отклонении рабочей волны на данную величину от наивыгоднейшей. С помощью графика легко решается и обратный вопрос: допуская уменьшение приемного тока на некоторую определенную величину, находим пределы отклонения волн в ту и другую сторону от наивыгоднейшей волны.

Например, считаем допустимым уменьшение приемного тока на 10%. Найдем пределы отклонения волн. Проводим прямую MN и из точек пересечения ее с кривыми 1 и 2 (a , b , c и d), опускаем перпендикуляры на ось абсцисс; точки k , l , m и n определяют искомые пределы. В данном случае, для затухающих колебаний возможно предельное уменьшение волны на 46%, увеличение же на 100%; для незатухающих колебаний — предельное уменьшение на 32%, увеличение — на 53%.

Итак, черт. 1 позволяет определить наивыгоднейшую волну для каждого случая радиопередачи, черт. 2 (стр. 710) облегчает выбор рабочей длины волны отправительной радиостанции.

Петроградская Научно-Испытательная
Станция Наркомпочтеля.

Апрель 1922 г.

Резонансные кривые при различных типах затухания.

Д. А. Рожанского.

(Окончание со стр. 651).

СЛУЧАЙ II.

Основные формулы.

§ 11. В этой части работы я рассматриваю влияние затухания во вторичной, резонирующей цепи на вид резонансных кривых при произвольном (но слабом) затухании первичных колебаний. Резонатор не содержит искры, и поэтому его затухание нужно считать нормальным. Величина затухания собственных колебаний резонатора должна быть того же порядка, как и величина „аномального“ первичного затухания, если оценивать их величиной соответственных коэффициентов затухания. Если вторичное затухание очень мало, то мы возвращаемся к случаю I, который уже разобран выше; если оно, наоборот, слишком велико, то метод приближений, которым мы пользовались до сих пор, не может быть применен.

К условиям (A) и (B) должно быть поэтому присоединено еще новое неравенство

$$\frac{\delta_1}{a_1} \ll 1, \quad (C)$$

где δ_1 — коэффициент затухания, а a_1 — частота колебаний вторичной цепи. Если это условие соблюдено, то те пренебрежения, которые делаются при вычислении, должны быть того же порядка, как и в случае I. Этим замечанием я и ограничусь, не входя в более подробную оценку величины погрешности окончательных формул.

Дифференциальное уравнение колебаний во вторичной цепи в случае индуктивной связи имеет следующий вид:

$$\frac{d^2 V_1}{dt^2} + 2\delta_1 \frac{dV_1}{dt} + a_1^2 V_1 = \frac{k}{C_1} \frac{di}{dt}. \quad (37)$$

Решение этого уравнения можно получить в виде определенного интеграла, который может быть разбит на два. Тот из них, который представляет главное значение искомого решения, только и будет занимать нас в дальнейшем. Вообще же ход вычисления будет дан лишь в общих чертах без промежуточных выкладок. Восстановление их не представляет труда для внимательного читателя, и поэтому в интересах краткости они могут быть опущены.

Главное решение уравнения (37) может быть представлено в виде интеграла

$$V_1 = -A e^{-\delta_1 t} \int_0^t f(\tau) e^{\delta_1 \tau} \sin[(a_1 - a)\tau - a_1 t] d\tau, \quad (38)$$

в котором A является постоянным коэффициентом, а все остальные обозначения понятны из вышеизложенного. Для его вычисления можно применить метод интегрирования по частям, пользуясь соотношениями такого вида:

$$\int e^{\mu t} \sin mt \, dt = -\frac{e^{\mu t} \cos(mt + \Theta)}{\sqrt{m^2 + \mu^2}},$$

где $\tan \Theta = \frac{\mu}{m}$.

Этим путем мы приходим к следующей формуле:

$$V_1 = A (\Phi \cos at - \Phi_0 e^{-\delta_1 t} \cos a_1 t + \\ + X \sin at - X_0 e^{-\delta_1 t} \sin a_1 t). \quad (39)$$

Новые функции Φ и X подобны F и F^I в формуле (5) и переходят в них, если $\delta_1 = 0$. Они также выражаются с помощью бесконечных рядов, которые могут суммироваться, напр., в случае показательного затухания, или обрываться, как это имеет место при линейном затухании. Пользуясь следующими обозначениями

$$\left. \begin{aligned} d_1^2 &= (a_1 - a)^2 + \delta_1^2 \\ \tan \varphi_1 &= \frac{\delta_1}{a_1 - a} \end{aligned} \right\} \quad (40)$$

мы находим следующие разложения

$$\left. \begin{aligned} \Phi &= f \frac{\cos \varphi_1}{d_1} - f^I \frac{\sin 2 \varphi_1}{d_1^2} - f^{II} \frac{\cos 3 \varphi_1}{d_1^3} + f^{III} \frac{\sin 4 \varphi_1}{d_1^4} + \dots \\ X &= f \frac{\sin \varphi_1}{d_1} + f^I \frac{\cos 2 \varphi_1}{d_1^2} - f^{II} \frac{\sin 3 \varphi_1}{d_1^3} - f^{III} \frac{\cos 4 \varphi_1}{d_1^4} + \dots \end{aligned} \right\} \quad (41)$$

Свойства функций Φ и X .

§ 12. Для некоторых преобразований полезно иметь в виду следующие свойства этих функций. Если угол φ_1 заменить другим углом

$$\varphi_2 = \frac{\pi}{2} + \varphi_1,$$

то получаются разложения, имеющие более симметричное строение:

$$\begin{aligned} \Phi &= f \frac{\sin \varphi_2}{d_1} + f^I \frac{\sin 2 \varphi_2}{d_1^2} + f^{II} \frac{\sin 3 \varphi_2}{d_1^3} + \dots \\ X &= -f \frac{\cos \varphi_2}{d_1} - f^I \frac{\cos 2 \varphi_2}{d_1^2} - f^{II} \frac{\cos 3 \varphi_2}{d_1^3} - \dots \end{aligned}$$

Исходя из этих выражений, не трудно доказать, что наши функции удовлетворяют следующей системе уравнений:

$$\left. \begin{aligned} d_1 (\Phi \sin \varphi_2 - X \cos \varphi_2) + X^I &= f \\ d_1 (\Phi \cos \varphi_2 + X \sin \varphi_2) - \Phi^I &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (42)$$

Для иллюстрации общих формул могут служить те же примеры, которыми мы пользовались ранее.

1-ый пример: $f = e^{-\delta t}$. Наши бесконечные ряды суммируются и дают нижеследующие конечные выражения, которые могли бы быть получены и непосредственно из (38):

$$\Phi = \frac{a_1 - a}{d_2} e^{-\delta t} \quad \text{и} \quad X = \frac{\delta_1 - \delta}{d_2} e^{-\delta t}, \quad (43)$$

причем $d_2^2 = (a_1 - a)^2 + (\delta_1 - \delta)^2$.

2-ой пример: $f = 1 - \alpha t$. Все члены в рядах (41), кроме первых двух, пропадают, так как производные от f порядка выше первого равны нулю. Поэтому

$$\left. \begin{aligned} \Phi &= (1 - \alpha t) \frac{\cos \varphi_1}{d_1} + \alpha \frac{\sin 2 \varphi_1}{d_1^2} \\ X &= (1 - \alpha t) \frac{\sin \varphi_1}{d_1} - \alpha \frac{\cos 2 \varphi_1}{d_1^2} \end{aligned} \right\} \quad (44)$$

Интегральное действие тока в резонаторе.

§ 13. Под интегральным действием тока я разумею величину пропорциональную

$$Y = \int_0^{\infty} i_1^2 dt, \quad (45)$$

или тепловому действию в термоиндикаторе, на который действуют вторичные колебания. Для упрощения вычислений можно представить эту же величину в иной интегральной форме. Для этого напишем уравнение вторичных колебаний в таком виде:

$$\frac{di_1}{dt} + 2\delta_1 i_1 + a_1^2 \int i_1 dt = -k \frac{di}{dt}, \quad (46)$$

и затем, умножив обе его части на $i_1 dt$, проинтегрируем от нуля до бесконечности. Имея в виду начальные условия, а также очевидное заключение, что для $t = \infty$ колебания прекращаются, не трудно видеть, что первый и третий интеграл в левой части пропадут, и будет иметь место равенство:

$$2\delta_1 Y = -k \int_0^{\infty} i_1 \frac{di}{dt} dt. \quad (47)$$

В правую часть необходимо подставить выражения для i_1 и i . При том, имея в виду получить лишь приближенное выражение, можно, при вычислении i_1 по формуле

$$i_1 = -C_1 \frac{dV_1}{dt},$$

дифференцировать только быстроизменяющиеся периодические функции в (39), так как дифференцирование медленно изменяющихся функций Φ и X даст лишь поправочные члены, которые было решено не вычислять.

На основании сказанного мы найдем, что

$$Y = -\frac{k^2 a^2 i_0^2}{4 \delta_1} \int_0^{\infty} (\Phi \sin at - \Phi_0 e^{-\delta_1 t} \sin a_1 t - \\ - X \cos at + X_0 e^{-\delta_1 t} \cos a_1 t) f \cos at dt. \quad (48)$$

Если первичные колебания прекращаются в некоторый конечный момент t_1 , то для всех последующих t функция f обращается в нуль. Поэтому и верхний предел интегрирования может быть принят равным t_1 .

Путем обычного преобразования интеграла (48), мы выделим его главное значение. Заменяя затем постоянные множители перед интегралом одним символом B , мы получаем следующее выражение для главного значения Y :

$$Y = B \left[\int_0^{t_1} X f dt + \Phi_0 \int_0^{t_1} f e^{-\delta_1 t} \sin(a_1 - a)t dt - \right. \\ \left. - X_0 \int_0^{t_1} f e^{-\delta_1 t} \cos(a_1 - a)t dt \right]. \quad (49)$$

Дальнейшие преобразования сводятся к интегрированию по частям последних двух интегралов. Так как они принадлежат к тому же типу, как и интеграл в (38), и существенно отличаются от него только знаком показателя в степенной функции, то и приводят к функциям, близким Φ и X . А именно

$$\int_0^{t_1} f e^{-\delta_1 t} \sin(a_1 - a)t dt = -P_1 e^{-\delta_1 t_1} \cos(a_1 - a)t_1 + \\ + P_0 + Q_1 e^{-\delta_1 t_1} \sin(a_1 - a)t_1$$

$$\int_0^{t_1} f e^{-\delta_1 t} \cos (a_1 - a) t dt = P_1 e^{-\delta_1 t_1} \sin (a_1 - a) t_1 + \\ + Q_1 e^{-\delta_1 t_1} \cos (a_1 - a) t_1 - Q_0,$$

причем новые функции определяются следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} P(t, \varphi_1) &= \Phi(t, -\varphi_1) \\ Q(t, \varphi_1) &= X(t, -\varphi_1) \end{aligned} \right\}. \quad (51)$$

Подставив в (49) полученные здесь выражения и производя необходимые приведения, получаем:

$$y = B \left[\int_0^{t_1} X f dt + (\Phi_0 Q_1 - X_0 P_1) e^{-\delta_1 t_1} \sin (a_1 - a) t_1 - \right. \\ \left. - (\Phi_0 P_1 + X_0 Q_1) e^{-\delta_1 t_1} \cos (a_1 - a) t_1 + (\Phi_0 P_0 + X_0 Q_0) \right]. \quad (52)$$

Значки при соответственных функциях указывают, для каких значений переменной t они вычислены.

Уравнение резонансных кривых.

§ 14. Общую формулу (52) можно применить к случаю, исследованному Маску, если принять, что затухание первичных колебаний нормально, но происходит их обрывание в момент t_1 , когда их амплитуда упала до величины p (начальная амплитуда равна единице):

$$p = e^{-\delta t_1}.$$

Считаю не лишним отметить, что в формулу, данную Маску,¹⁾ вкрались ошибки, повидимому, вследствие сложности промежуточных выкладок. Подставляя в общую формулу (52) выражения (43) и приняв во внимание (51), получим с тем же приближением, как Маску, правильную формулу.

¹⁾ Маску. Ann. d. Phys. 34, 946—947. 1911.

Я не стану останавливаться на этом примере, а перейду к более важному случаю линейного затухания. Отношение коэффициентов затухания: вторичного δ_1 и первичного α обозначим буквой $\rho = \delta_1 : \alpha$ и кроме того положим, что

$$x = \frac{a_1 - a}{\alpha} = (a_1 - a) t_1,$$

где t_1 момент прекращения первичных колебаний.

Заметим еще, что $\rho = (a_1 - a) t_1$ и

$$d_1 = \delta_1 \sqrt{1 + \frac{x^2}{\rho^2}} = \delta_1 \Delta.$$

Тогда из (44), (51) и (52) получаем следующее выражение:

$$y = \frac{B}{\alpha \delta_1} (L - Me^{-\rho} \sin x + Ne^{-\rho} \cos x). \quad (53)$$

Коэффициенты L , M и N вычисляются по формулам:

$$\left. \begin{aligned} L &= \frac{\sin \varphi_1}{3 \Delta} + \frac{\cos 2 \varphi_1}{2 \rho \Delta^2} + \frac{\cos 4 \varphi_1}{\rho^3 \Delta^4} \\ M &= \frac{\cos 3 \varphi_1}{\rho^2 \Delta^3} + \frac{\sin 4 \varphi_1}{\rho^3 \Delta^4} \\ N &= \frac{\sin 3 \varphi_1}{\rho^2 \Delta^3} + \frac{\cos 4 \varphi_1}{\rho^3 \Delta^4} \end{aligned} \right\} \quad (54)$$

В случае резонанса ($x = 0$) (53) обращается в такое выражение

$$y_0 = \frac{B}{\alpha \delta_1} \left[\frac{1}{3} - \frac{1}{2 \rho} + \frac{1}{\rho^3} - e^{-\rho} \left(\frac{1}{\rho^2} + \frac{1}{\rho^3} \right) \right]. \quad (55)$$

Обозначая сумму в прямых скобках буквой R , имеем окончательно

$$y = \frac{y}{y_0} = \frac{1}{R} (L - Me^{-\rho} \sin x + Ne^{-\rho} \cos x). \quad (56)$$

Так как, согласно (34), в наших новых обозначениях

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{b}{x},$$

то первая часть (56) зависит только от x и ρ . Это и есть уравнение приведенной резонансной кривой.

§ 15. Чтобы наглядно представить особенности влияния вторичного затухания на форму резонансных кривых, необходимо найти по формуле (54) ординаты кривых y для разных значений ρ .

ТАБЛИЦА 8.

$\rho = 1$

x_1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
y	0,958	0,841	0,680	0,515	0,368	0,246	0,175	0,130	0,101
r	1,11	1,14	1,16	1,18	1,21	1,24	1,28	1,35	1,43

$\rho = 2$

x_1	1	2	3	4	5	6	8	10
y	0,967	0,875	0,744	0,591	0,460	0,347	0,206	0,139
r	1,26	1,29	1,32	1,32	1,36	1,41	1,52	1,72

$\rho = 4$

x_1	2	4	6	8	12	16
y	0,920	0,730	0,524	0,366	0,195	0,117
r	1,67	1,70	1,78	1,94	2,28	2,63

В таблице 8 приведены числовые данные для построения кривых и вместе с тем даны отношения r ширины этих кривых к ширине кривых резонанса при отсутствии вторичного затухания ($\rho = 0$). При возрастании ρ кривые становятся все шире, т. е. резонанс более тупым, но кроме того это влияние не одинаково для разных y . Оно более сильно проявляется у основания кривых, вследствие чего они тем более уклоняются от типа кривой B на черт. 2 (стр. 647), и тем более приближаются к типу „нормальных“ кривых, чем больше ρ . На это обстоятельство необходимо обратить внимание, так как вторичное затухание,

если оно не очень мало по сравнению с первичным, не только влияет на величину разностного декремента β , определяемого по правилу, данному в § 9 (стр. 649), но и дает систематическое отклонение его от постоянства. Так как определенная этим способом величина декремента пропорциональна ширине резонансной кривой, то из данных таблицы 8 можно видеть, что, когда коэффициент вторичного затухания равен коэффициенту первичного, т. е. $\rho = 1$, для средней ординаты получается кажущееся увеличение декремента на 18%; для других ρ оно почти пропорционально величине ρ .

ТИПЫ ЗАТУХАНИЯ.

О сопротивлении искры.

§ 16. Аномальное затухание является обычно результатом введения в цепь искрового промежутка. Так как только этот случай достаточно исследован, то я буду иметь его в виду исключительно. Особенности „сопротивления искры“ определяются тем, как меняется разность потенциалов на электродах искры при прохождении через нее колебательного разряда. Эту разность потенциалов я буду обозначать буквой e и называть *электродвижущей силой искры*. Так как искра является действительно сопротивлением, а не источником энергии, то электродвижущая сила и сила тока должны одновременно менять знак, т. е. e есть знакопеременная функция времени, характерные особенности которой зависят от условий опыта. Во всяком случае в искре, в отличие от обычного сопротивления, разность потенциалов не пропорциональна силе тока и зависит еще от других факторов. Вследствие этого всего проще рассматривать e , как данную функцию времени, определяющую тип затухания.

Осциллограммы, полученные при помощи трубки Брауна, показывают, что во многих случаях электродвижущую силу искры e можно считать периодической функцией с постоянной амплитудой. В первом приближении она может быть представлена таким образом:

$$e = E \sin at. \quad (57)$$

Вообще же амплитуда E есть медленно изменяющаяся функция, которая может убывать или возрастать по мере затухания колебаний. Может быть, еще лучшим приближением будет представление об e , как о прерывной функции, которая имеет постоянную величину в течение одного полупериода и внезапно вместе с силой тока меняет свой знак. В таком случае значения e можно изобразить или равенством

$$e = \pm E_0 \quad (57')$$

при постоянной амплитуде, или же знакопеременным рядом:

$$E_0, -E_1, E_2, -E_3. \quad (57^{11})$$

Разберем сначала случай, когда

$$e = E \sin at. \quad (57)$$

Это выражение должно быть обосновано в следующем отношении. Так как сила тока i по фазе совпадает с величиной e , то, исходя из (57), мы должны получить для силы тока выражение такого вида:

$$i = i_0 f(t) \sin at, \quad (58)$$

которое лежит в основании вышеизложенной теории резонансных явлений.

Обратимся к дифференциальному уравнению вибратора и посмотрим, в какой мере оправдываются наши допущения и к каким типам затухания они приводят.

Типы затухания.

§ 17. Предполагая, что кроме искры нет других источников затухания, мы напомним это уравнение в таком виде:

$$\frac{d^2 V}{dt^2} + a^2 V = a^2 e. \quad (59)$$

Решение его должно удовлетворять следующим начальным условиям, справедливым для момента $t = 0$:

$$V = V_0 \text{ и } \frac{dV}{dt} = 0.$$

Такое решение уравнения (59) может быть получено в виде интеграла:

$$V = V_0 \cos at + a \int_0^t e \sin a(t-\tau) d\tau. \quad (60)$$

Сила тока в вибраторе поэтому равна

$$i = -C \frac{dV}{dt} = CV_0 a \sin at - Ca^2 \int_0^t e \cos a(t-\tau) d\tau. \quad (61)$$

Подставив в это равенство выражение для e , согласно (57) найдем, что при постоянной амплитуде E_0 сила тока равна

$$i = Ca (V_0 - a E_0 t) \sin at, \quad (62)$$

в полном согласии с выражением (58). Если же E — медленно изменяющаяся величина, подчиненная условию

$$\frac{dE}{dt} \ll a, \quad (D)$$

то можно получить из (61) следующее приближенное выражение:

$$i = Ca \left(V_0 - \frac{a}{2} \int_0^t E dt \right) \sin at. \quad (63)$$

Положим, что в начальный момент $E = E_0$, и введем обозначения

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{E_0} \int_0^t E dt &= G(t), \\ CV_0 a &= i_0 \text{ и } \frac{a E_0}{2 V_0} = x_0. \end{aligned} \right\} \quad (64)$$

Тогда

$$i = i_0 [1 - x_0 G(t)] \sin at. \quad (65)$$

- 1) Если E постоянно, то $G(t) = t$ и затухание будет *линейным*.
- 2) Если E само изменяется согласно линейному закону, то кривая амплитуд есть парабола — затухание *параболическое*.
- 3) Если

$$E = E_0 e^{\varepsilon t},$$

то

$$G(t) = \frac{e^{\varepsilon t} - 1}{\varepsilon}$$

и затухание будет *промежуточного типа* (между линейным и показательным), переходящее в показательное, когда $\varepsilon = -\alpha_0$.

Средний коэффициент затухания.

§ 18. В случае линейного затухания оно характеризуется одним параметром, а именно величиной коэффициента α .

Если однако амплитуда электродвижущей силы искры изменяется, то для характеристики затухания приходится вводить еще добавочные параметры. В этих случаях полезно вводить понятие о среднем коэффициенте затухания, который определяется следующим образом.

Положим, что колебания прекращаются в момент t_1 , когда амплитуда их делается равной нулю. Если амплитуда E электродвижущей силы искры — величина переменная, то среднее значение ее за промежуток времени t_1 равно

$$E_m = \frac{1}{t_1} \int_0^{t_1} E dt. \quad (66)$$

По аналогии с определением α_0 в (64) назовем средним коэффициентом затухания величину

$$\alpha_m = \frac{\alpha E_m}{2 V_0}. \quad (67)$$

Но согласно первому равенству (64)

$$E_m = E_0 \frac{G(t_1)}{t_1}. \quad (68)$$

С другой стороны в момент t_1 амплитуда колебаний падает до нуля или вследствие (65)

$$1 - \alpha_0 G(t_1) = 0. \quad (69)$$

Исключив из (68) и (69) $G(t_1)$ и подставив полученное для E_m выражение в (67), находим (ввиду определения α_0), что

$$\alpha_m = \frac{1}{t_1}.$$

Средний коэффициент затухания есть величина обратная продолжительности колебаний. Понятно, что это определение теряет смысл, когда продолжительность колебаний бесконечно велика, как это имеет место при показательном затухании.

Особый тип затухания.

§ 19. Если электродвижущая сила искры должна изображаться прерывной функцией (57¹) или (57¹¹), то сила тока в течение n -ного полупериода, считая от начала колебаний, может быть вычислена по общей формуле (61), которая дает в данном случае такое выражение:

$$i = i_0 \left(1 - \frac{2}{V_0} \sum_{k=0}^{n-1} E_k \right) \sin at. \quad (71)$$

Амплитуда колебаний делается равной нулю спустя n_1 полупериодов после начала колебаний, когда

$$1 - \frac{2}{V_0} \sum_{k=0}^{n_1-1} E_k = 0. \quad (72)$$

Если T есть период колебаний, то момент t_1 , когда прекращаются колебания, равен

$$t_1 = \frac{n_1 T}{2}.$$

Если все амплитуды $E_k = E_0$, то уравнение (72) обращается в такое:

$$1 = \frac{2 n_1 E_0}{V_0},$$

из которого находим, что

$$t_1 = \frac{V_0 T}{4 E_0},$$

или

$$\alpha = \frac{1}{t_1} = \frac{4 E_0}{V_0 T}. \quad (74)$$

Сравнивая (74) с (64), согласно которому

$$\alpha_0 = \frac{\pi E_0}{V_0 T}, \quad (64^1)$$

мы видим, что в разбираемом случае (прерывная функция e) коэффициент затухания при той же амплитуде E_0 в $4/\pi$ раз больше, чем в случае, изображаемом (57).

Если амплитуда изменяется, то средний коэффициент затухания по прежнему

$$\alpha_m = \frac{4 E_m}{V_0 T},$$

где $E_m = \frac{1}{n_1} \sum_0^{n_1-1} E_k.$

Резонансные кривые.

§ 20. Общие формулы, подобные (52), дают возможность построить резонансные кривые для различных типов затухания, удовлетворяющих основному положению (58).

Недостаток места не позволяет мне привести для более сложных случаев такие же табличные данные, как для случая линейного затухания, да они и не представляют особого интереса. Достаточно будет привести здесь окончательные результаты, полученные при исследовании этих случаев.

1) Были вычислены данные для построения резонансных кривых при параболическом и промежуточном затуханиях. По форме своей эти кривые почти не отличаются от кривых при линейном затухании.

2) Если электродвижущая сила e искры изображается прерывной функцией, то линейному затуханию соответствует случай постоянной амплитуды, параболическому — тот случай, когда амплитуды составляют арифметическую прогрессию, а смешанному —, когда амплитуды изменяются по закону геометрической прогрессии. Уравнения резонансных кривых имеют тот же вид, как при непрерывном изменении величины e .

3) Если затухание первичных колебаний вызывается не только присутствием искры, но кроме того еще постоянным сопротивлением, то такое смешанное затухание приводит к резонансным кривым, опять таки очень мало отличающимся от случая линейного затухания.

4) Что же дают нам резонансные кривые, когда по ним определяется величина декремента, если на самом деле первичное затухание нелинейно? Этот вопрос является весьма существенным, так как по форме резонансной кривой нельзя судить, к какому из аномальных типов следует отнести данное затухание. Исследование перечисленных выше случаев показывает, что *ширина кривой изменяется (с точностью до нескольких процентов) пропорционально величине среднего декремента.*

Заметим, что все эти результаты получены при условии исчезающе малого затухания в резонаторе.

Главнейшие результаты.

1. Приближенное вычисление колебаний резонатора дает сравнительно простые и общие формулы для различных типов затухания как нормального, так и аномальных (искровое затухание).

2. При помощи этого метода получены резонансные кривые как по максимальной амплитуде, так и по интегральному действию тока в случае исчезающего вторичного затухания.

3. Установлен тип резонансной кривой при линейном затухании и дан способ определения разностного декремента.

4. Даны формулы для вычисления электродинамических резонансных кривых при аномальном затухании.

5. Исследовано влияние затухания в резонаторе на форму резонансных кривых.

6. Выяснены возможные типы искрового затухания.

7. Введено понятие о среднем коэффициенте затухания и выяснено его влияние на резонансные кривые и связь с величиной электродвижущей силы в искре.

Нижний-Новгород.

Радиолaborатория.

Октябрь 1922 г.

Современное состояние вопроса о международной радиотелеграфной службе времени.

Н. И. Днепровский и П. А. Азбукин.

Доложено на III Всероссийском Съезде Физиков в Нижнем-Новгороде, 20 сентября 1922 г.

В настоящем сообщении мы предполагаем коснуться вопроса о применении беспроводного радиотелеграфа к производству астрономических наблюдений, имеющих целью подойти к решению основных вопросов астрометрии—точному определению прямых восхождений звезд и времени суточного вращения земли, а также к исследованию влияния на координаты звезд факторов, искажающих наблюдения—боковой рефракции, уклонения отвесной линии, изменения долготы места наблюдения и других. Едва ли можно было даже несколько лет тому назад предположить, что подобные задачи могут решаться не каждой обсерваторией изолированно, а составлять предмет коллективной одновременной работы нескольких обсерваторий, причем в качестве связующего фактора выступают электромагнитные колебания, прием которых будет обладать степенью точности, необходимой и достаточной для нужд астрономической практики.

В самом деле, обратимся к опытам недавнего прошлого. Впервые передача точного времени при помощи радиотелеграфа произведена в Америке в 1904 г. Через 2 года при определении разности долгот между Потсдамом и Брокеном (расстояние около 200 килом.), выяснилось, что новый метод может вполне заменить обычные способы определения разностей долгот по проводному телеграфу.

При помощи приема ритмических сигналов по совпадениям с ударами хронометра в 1910 г. определена разность долгот на расстоянии 400 километров между Парижем и Брестом, и уже в следующем году это расстояние было увеличено до 1500 килом. (Париж—Бизерта). На роли ритмических, или так называемых „научных“ сигналов следует несколько остановиться.

Прием на слух при помощи телефона обычных сигналов времени, передаваемых часами обсерватории, в лучшем случае дает возможность установить при помощи местного хронометра момент начала или конца сигнала с точностью до 0.1—0.2 сек. Для астрономо-геодезических работ такая точность совершенно недостаточна; в этом случае требуется повысить точность приема часового сигнала до 0.01—0.02 сек. Это достигается передачей сигналов от так называемых часов-нониуса, суточный ход которых обычно несколько короче, чем у обычных средних часов, например у одних часов-нониус Пулковской обсерватории, передающих сигналы через „Новую Голландию“, составляет 1 час вперед, а у других, передающих ритмические сигналы через Ходынскую радиостанцию, составляет 30 мин. вперед относительно среднего времени. При передаче ударов этих часов по радиотелеграфу стараются уподобить их ударам хронометра, т.е. сделать звук их в телефон достаточно отчетливым и коротким. Секунды часов-нониус несколько короче секундных интервалов хронометра, поэтому, например, при суточном ходе часов-нониус в 1 час они обгоняют каждые 25 секунд средний хронометр на одну секунду. Поэтому, слушая сигналы часов—нониус, мы будем замечать, что они систематически через каждые 12 секунд приходят в совпадение с ударами полусекундного хронометра, а внутри этого интервала ритмические сигналы и удары хронометра вначале расходятся, а затем вновь начинают сходить. Такое одновременное совпадение дает возможность получить сравнение часов-нониус и хронометра с точностью порядка 0.02 сек. Моменты отправления и приема ритмических сигналов определяются на обсерватории и затем опубликовываются. Таким образом можно установить точную поправку хронометра или долготу места наблюдения относительно обсерватории. Ценные возможности этого метода определения точного времени были вскоре учтены Парижским Бюро Долгот, которое уже в 1912 г. полагало, что необходимо ввести радиотелеграфную передачу времени в возможно широкое употребление. Представители 15 главнейших стран, прибывшие на конференцию в этом году, обсуждали способы наивероятнейшего определения времени и его передачи, типы установок для передачи и приема сигналов, точность, которой должны обладать часовые сигналы в применении к нуждам астрономии, геодезии, мореплавания и метеорологии, организацию совместного сотрудничества астрономических центров для достижения наилучшего знания времени и выбор этих центров.

Перечень принятых пожеланий сводился к следующему:

- 1) необходимо установить единообразие во времени при помощи радиотелеграфных сигналов времени. Основным временем считается Гринвичское;

- 2) необходимо создать международную комиссию (Bureau international de l'heure);

3) результаты определения времени в различных странах сообщаются в Бюро; научные, т.е. ритмические сигналы принимаются в обсерваториях и также сообщаются в Бюро, которое на основании этого материала выводит наиболее точное время;

4) в каждом пункте земного шара желательно принимать один часовой сигнал днем и один ночью;

5) обсерватории при содействии своих правительств изучают организацию автоматического приема сигналов;

6) для организации международной кооперации и изучения всякого рода улучшений, касающихся службы времени, создается предварительная комиссия, которой поручается окончательное распределение центров передачи времени. Администрация телеграфа должна учредить часовые центры для получения и сохранения возможно точным способом времени и употреблять все средства, которые могли бы быть доступны технике, для передачи времени при помощи обыкновенных и специальных сигналов.

Допустим, что некоторое число обсерваторий, входящих в зону действия мощной радиостанции и относительные долготы которых хорошо известны, определяют с помощью наблюдений местное время и выводят соответствующее Гринвичское время, которое неизбежно будет отягчено ошибкой хода их часов. С другой стороны, радиостанция отправляет ритмические сигналы, которые каждая обсерватория сравнивает с ударами своих часов и точно отмечает их совпадения. Переданные по обыкновенному телеграфу в Центральное Бюро службы времени моменты совпадений позволяют вычислить в Гринвичском времени наиболее вероятный момент подачи первого ритмического сигнала. Этот момент будет передан по радиотелеграфу обсерваториям, которые на этом основании выведут поправку своих часов для приведения их к интернациональному времени. Организация этого интернационального предприятия, как и всех других, приостановилась во время мировой войны. В ноябре 1918 г. конференция делегатов Научных Академий Союзных Наций признала необходимым возобновить свою деятельность, и на второй конференции в Брюсселе в 1921 г. был образован Всемирный Астрономический Союз для продвижения и координирования астрономического дела в отношении международных требований.

В частности при нем было сформировано Бюро Международной Службы Времени, помещающееся в Париже. Деятельность Бюро проявилась в организации передачи ритмических сигналов через радиостанции Париж, Бордо и Лион. Кроме того Бюро выпускает периодический орган „Bulletin Horaire“, где даются для каждого дня необходимые данные о времени передачи ритмических сигналов.

Кроме этих трех радиостанций ритмические сигналы передаются еще только русскими радиостанциями Петроградской и Московской Ходынской непосредственно от часов Пулковской обсерватории. Эти сигналы принимаются также заграничными обсерваториями, например Гринвичской, и помимо чисто астрономического значения находят обширное применение при триангуляционных и гравиметрических работах.

Вот каковы результаты применения за короткое время нового метода, которые превосходят самые смелые ожидания. Здесь уже приходится говорить не о службе времени, для нужд которой вполне достаточно была бы точность порядка десятых долей; это уже служба долгот или служба прямых восхождений звезд. Только теперь выясняется, какие внезапно открываются возможности, какие вместе с тем делаются вызовы технике астрономического и радиотелеграфного дела. Появляются новые установки; приборы, еще недавно с успехом действовавшие, признаются устаревшими. Для пояснения вышеизложенного скажем еще несколько слов по поводу определения моментов передачи сигналов. Прием ритмических сигналов показывает, что совпадение отдельных точек можно зафиксировать с точностью до 0.02 сек. Если принять несколько совпадений, то точность результата естественно повысится и ошибка может быть сделана менее 0.01 сек. Весьма желательно получить ту же точность определения поправки часов и обычно эта поправка и дается до 0.01 сек. Но возникает вопрос, насколько эта точность реальна. Мы имеем в качестве примера две обсерватории, Парижскую и Эдинбургскую, которые посвящают немало внимания исследованию хода часов. Между тем оказывается, что в среднем Эдинбургские часы отстают от Парижских на 0.06 сек, причем средняя ошибка этого определения составляет ± 0.07 сек и повидимому должна быть отнесена за счет погрешностей в определении времени на обеих обсерваториях. Гринвичская обсерватория регулярно следит за Парижскими сигналами и отмечает, что бывают периоды, когда, несмотря на частые определения поправок и почти неизменный ход часов существуют большие расхождения в оценке моментов приема сигналов Гринвичем и Парижем, которые совершенно не находят себе объяснения. Часто отдельные поправки хорошо согласуются внутри себя например до ± 0.02 сек, но ошибка системы определения поправок может быть гораздо больше. Определение разностей долгот Париж—Вашингтон представляет пример добросовестного соблюдения всех предосторожностей, необходимых для избежания накопления ошибок наблюдений, а между тем обмен мест американских наблюдателей породил разность в долготе на 0.19 сек.

Отсюда ясно, что при сравнении двух часов и определении их поправок нужно тщательно исследовать источники всех возможных погрешностей. Эти погрешности складываются из ошибок положений звезд, геометрических погрешностей инструмента, личного уравнивания наблюдателей, ошибок записи хронографа, который в сущности

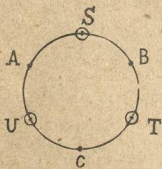
является далеко несовершенным инструментом и других еще неизученных факторов. Инерция подвижных частей хронографа может достигать значительной величины, до 0.10 сек. Поэтому во многих случаях его начинают заменять кабельным реле (syphon-recorder) или чувствительными гальванометрами. Ошибки сравнения сигналов таким путем могут быть измерены с точностью порядка 0.001 сек. Следует вообще отметить, что применение электрических приборов, чувствительных к весьма слабым токам, уже сравнительно давно практикуется для регистрирования радиотелеграфных сигналов времени, особенно в тех случаях, когда принимаются сигналы дальних радиостанций. Впервые они применялись во Франции Тюрпенем, который в 1910 г. начал регистрировать сигналы Эйфелевой башни при помощи струнного гальванометра. В некоторых случаях для объективного приема пользуются реле Брауна, в обмотки которого поступают токи от клапанных усилителей. Этот метод применялся в Гринвиче, а также на Детскосельской радиостанции А. Ф. Шориным и Б. А. Земцовым. Вообще говоря, благодаря употреблению аудионов и некоторых особых приборов, метод регистрирования с успехом применяется в настоящее время, причем сигналы принимаются от весьма удаленных станций, напр. А. Абрагам в Париже записывает Аннаполис. Токи, выходящие из приемника, направляются в фотографический гальванометр и регистрируются на ленте. Можно посылать в этот же гальванометр ток от местной цепи, которую периодически замыкает часовой прерыватель и измеряет интервалы времени, разделяющие сигналы обоего рода. Для простоты измерений и избежания ошибок, происходящих от неравномерной скорости вращения ленты, на последней записываются кроме того вибрации камертона какой-либо определенной частоты. Но следует оговориться, что фотографическая запись по существу весьма деликатна и поэтому ее по возможности стараются заменить графической регистрацией преимущественно при помощи syphon-recorder'a.

В Пулковской обсерватории автоматическая регистрация передаваемых ею сигналов времени производится при помощи астрономического хронографа через промежуточное реле Маркони, в первичную обмотку которого поступает ток от усилительного резонансного агрегата высокой частоты, специально сконструированного для настоящей цели Л. С. Терменом. Интересно упомянуть, что запаздывание сигналов вследствие инерции всех приборов, т.е. промежутков времени между посылкой тока из обсерватории на радиостанцию и записью соответствующего сигнала на ленту, составляет 0.10 ± 0.01 сек, что свидетельствует в пользу устойчивости записи и правильности действия всех промежуточных установок. Кроме того в обсерватории производится объективный прием сигналов времени европейских радиостанций для взаимного контроля поверки часов.

Если взглянуть на страницы специальных астрономических журналов, то легко убедиться, какое значение придается подобному приему,

производящемуся на более или менее значительных обсерваториях за границей с целью подойти к выполнению грандиозной работы, первые этапы которой в данный момент только намечаются.

Дело в том, что изучение движения как отдельных звезд, так и могучих космических образований, к которым относится например Млечный Путь, необходимо основывается на точном знании относительного расположения некоторого числа звезд для данной эпохи. Если это расположение с течением времени изменяется, то отсюда легко вывести величины собственных движений звезд, к точности определения которых предъявляются исключительные требования порядка 0.0001 сек, ибо в противном случае при определении апекса солнечной системы мы неизбежно получим ошибку, доходящую до нескольких градусов, и поэтому до сих пор в точности неизвестно направление собственного движения солнца. Каждый звездный каталог, выпускаемый той или иной обсерваторией, имеет свои систематические ошибки, которые весьма трудно поддаются учету; весьма важно было бы произвести ряд одновременных определений положений звезд на нескольких обсерваториях с целью исключения указанных систематических погрешностей, по методу, который в кратких чертах мы теперь изложим. Предположим, что мы имеем на круге точки A, B, C на взаимных расстояниях в 120° . Пусть в этих точках помещаются обсерватории. Между ними в точках S, T, U находятся радиостанции такой мощности, что сигналы каждой станции могут приниматься двумя смежными обсерваториями. Тогда обсерватории A и B , принимая общий сигнал от S и наблюдая около этого времени прохождение звезд через свои меридианы, могут вывести разности положений этих звезд и таким образом исследовать на небе дугу AB . Соответственным образом могут быть исследованы дуги BC и AC посредством приема сигналов от T и U . Подобная цепь из ряда больших дуг дает автоматический контроль точности произведенных наблюдений путем вывода ошибок замыкания дуг. При помощи обсерваторий, каждая из которых играет в этом случае роль микро-



Черт. 1.

скопа, на сфере исследуется ряд больших дуг, подобно тому как исследуются ошибки деления на точных лимбах. Можно не ограничиваться выбором трех наблюдательных станций, а создать вокруг земли полигон с небольшим числом вершин, с которыми связать возможно большее число известных по своему положению географических пунктов, особенно с главными обсерваториями. Подобный проект должен был обсуждаться на собраниях Всемирного Астрономического Союза весной этого года. Есть основание думать, что обсерватории тихоокеанского побережья и даже Австралии примут участие в этих работах. По крайней мере еще в 1921 г. при помощи сигналов Лиона удалось

определить разность долгот между Гринвичем и Аделаидой. Столь важные задачи потребуют для своего выполнения применения пишущих приборов и тщательного оборудования службы времени. Работы должны будут производиться несколько лет, ибо желательно получить вполне исчерпывающий материал, который должен выяснит влияние и качественную природу некоторых факторов, оставшихся до сего времени неизученными. Инициаторы проекта надеются, что правительства и радиотелеграфные комиссии не окажутся безучастными в этом деле и помогут преодолеть технические затруднения при организации приема и передачи мировых сигналов, имеющих целью заставить колебаться в унисон все маятники, расположенные в самых разнообразных пунктах земли.

Незатухающие колебания электростатически связанных вибраторов.

В. В. Татарина.

Доложено на III съезде Р. А. Ф. в Н.-Новгороде 18 сентября 1922 г.

Два электростатически связанных контура незатухающих колебаний.—Распределение энергии между ними.—Разность фаз токов.—Изменение частоты системы и отношения амплитуд при изменении периода резонатора.—Критическая связь.—Определение момента резонанса и сопротивления резонатора.—Механическая модель.

В случае незатухающих колебаний свободного генератора,¹⁾ связанного индуктивно с резонатором, весьма трудно избежать электростатической связи между катушками вибраторов, особенно если связь достаточно велика. Это обстоятельство затрудняет опытную проверку теории.

При электростатической связи вибраторов гораздо легче устранить магнитную связь катушек и исследовать явление в более чистом виде.

В настоящей заметке даются некоторые результаты исследования незатухающих колебаний связанных электростатически вибраторов. Результаты эти дают теоретическое основание для измерений периодов и декрементов вибраторов при помощи незатухающих колебаний свободных генераторов (напр. ламповых).

Схема электростатически связанных вибраторов изображена на черт. 1 (стр. 739). Контур I (на черт. левый) есть свободный генератор. Математически это выражается тем, что он имеет отрицательное сопротивление— R_1 . Контур II (правый) есть резонатор. Конденсатор C_3 есть конденсатор связи. Чем больше емкость C_3 , тем связь меньше.

Переходя к результатам исследования, заметим прежде всего, что и в этом случае остаются справедливыми соотношения, полученные

¹⁾ См. „Титбн“ № 11, стр. 82.

мною¹⁾ для средних электростатических (w_1 и w_2) и магнитных (W_1 и W_2) энергий вибраторов связанных индуктивно, а именно:

$$\frac{w_1 \alpha_1}{\beta_1^2} = \frac{w_2 \alpha_2}{\beta_2^2}; W_1 \alpha_1 = W_2 \alpha_2, \quad (1)$$

где α и β означают показатели затухания и собственные частоты вибраторов при $C_3 = \infty$.

Если мы обозначим через B_1 частоту контура I при разомкнутом контуре II ($C_2 = 0$), через B_2 — частоту контура II при $C_1 = 0$ и через ω — частоту результирующего колебания системы, то угол φ отставания тока i_2 от тока i_1 определится уравнением:

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{2 \alpha_1 \omega}{B_1^2 - \omega^2} = \frac{2 \alpha_2 \omega}{B_2^2 - \omega^2}. \quad (2)$$

Величина отрицательного затухания генератора α_1 , также как и ω вполне определяются параметрами системы. Уравнения, определяющие эти величины, будут:

$$\left. \begin{aligned} (\omega^2 - B_1^2)(\omega^2 - B_2^2) + 4 \alpha_1 \alpha_2 \omega^2 - \gamma_1^2 \gamma_2^2 &= 0 \\ \alpha_1 &= \frac{\omega^2 - B_1^2}{\omega^2 - B_2^2} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где $\gamma_1^2 = \frac{1}{C_3 L_1}$ и $\gamma_2^2 = \frac{1}{C_3 L_2}$. Уравнения эти сходны с аналогичными уравнениями, полученными мною для случая магнитной связи,²⁾ и легко выводятся тем же методом.

Если мы станем изменять B_2 , меняя емкость C_2 , то параметры B_1 , γ_1 , γ_2 и α_2 останутся неизменными, величины же α_1 и ω будут тоже изменяться в зависимости от настройки резонатора.

Для исследования этой зависимости удобно, по примеру К. Неегнера³⁾, ввести следующие новые величины:

$$p = \frac{\omega^2}{B_1^2}, \quad \xi = \frac{B_2^2}{B_1^2}, \quad r = \frac{\alpha_1}{\alpha_2}, \quad \rho = \frac{4 \alpha_2^2}{B_1^2} \quad \text{и} \quad \mu = \frac{\gamma_1 \gamma_2}{B_1^2}. \quad (4)$$

Тогда уравнения, определяющие p и r (т.-е. ω и α_1), как неявные функции ξ (т.-е. B_2), будут:

1) См. „Титбн“ № 13, стр. 326.

2) См. „Титбн“ № 11, стр. 88 и 89, ур. (13) и (16).

3) „Archiv für Elektrotechnik“ 1920, 9, стр. 127.

$$\left. \begin{aligned} \Phi(p, \xi) &= p^2 - (1 + \xi - \rho \frac{p-1}{p-\xi}) p + \xi - \mu^2 = 0 \\ \Psi(r, \xi) &= (r\xi - 1)^2 - (1 + \xi - \rho r)(r\xi - 1)(r - 1) + (\xi - \mu^2)(r - 1)^2 = 0. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Принимая во внимание, что на основании ур. (2)

$$r = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{W_2}{W_1},$$

кривую $\Psi = 0$ можно назвать кривой амплитуд или просто кривой резонанса. Кривая $\Phi = 0$ есть кривая частот.

На черт. 3 (стр. 740) изображен вид этих кривых для следующих характерных трех случаев:

$$a) \mu^2 < \rho \left(1 - \frac{\rho}{4}\right) \text{ — слабая связь}$$

$$b) \mu^2 = \rho \left(1 - \frac{\rho}{4}\right)$$

$$c) \mu^2 > \rho \left(1 - \frac{\rho}{4}\right) \text{ — сильная связь.}$$

В случае b кривая $\Psi = 0$ имеет точку возврата.

Пунктирные части кривых обратного направления соответствуют неустойчивому режиму, и физического значения не имеют.

В случае a каждому значению ξ соответствует единственное действительное значение p и r , причем никакого затягивания и перескакивания быть не может.

В случаях b и c эти явления должны иметь место.

Критическая связь, при которой появляется и исчезает затягивание, определяется приближенно уравнением:

$$\mu_k^2 = \rho \left(1 - \frac{\rho}{3}\right), \quad (6)$$

а критическая настройка резонатора:

$$\xi_k = 1 + \frac{\rho^2}{27}. \quad (7)$$

Максимум r даже при слабых связях находится не в точке резонанса, хотя удален от нее незначительно.

В точке резонанса ($\xi = 1$) всегда имеем $p = 1$, т.е. $\omega = B_1 = B_2$, что и может служить для точного определения момента резонанса в случае слабой связи при помощи гетеродина и приемника.

Тем же способом могут быть определены настройки, соответствующие максимуму и минимуму p .

Эти точки кривой частоты соответствуют приблизительно тем точкам кривой резонанса, в которых ординаты ее равны половине максимального значения r . Определение этих точек позволяет найти сопротивление R_2 , т.е. декремент контура II.

Значения величин ξ , p и r для указанных точек могут быть вычислены с желаемой точностью при помощи рядов, расположенных по степеням параметра $\nu = \mu^2/V_p$. Параметр ν при малых связях всегда весьма мал и ряды эти быстро сходятся.

Приведем их первые члены.

Для резонанса:

$$\left. \begin{aligned} \xi_1 &= 1 \\ p_1 &= 1 \\ r_1 &= \frac{\nu}{V_p} \end{aligned} \right\} \text{точные формулы.} \quad (8)$$

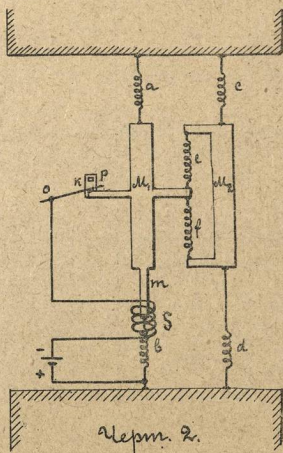
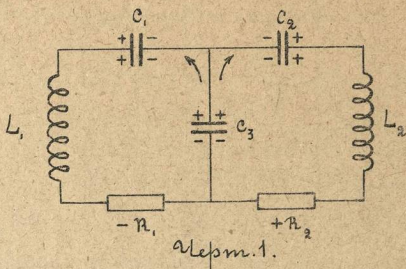
Для максимума r :

$$\left. \begin{aligned} \xi_2 &= 1 + \frac{\nu}{2} (V_p - \nu) + \frac{\nu^3}{8} (V_p - 2\nu) + \dots \\ p_2 &= 1 - \frac{\nu^2}{2} - \frac{\nu^4}{4} - \dots \\ r_2 &= \frac{\nu}{p} \left[1 + \frac{\nu^2}{4} + \dots \right] \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

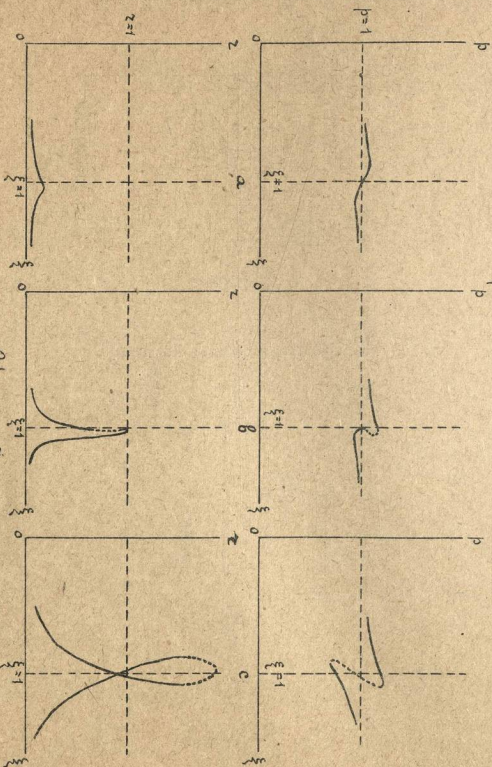
Для максимума p :

$$\left. \begin{aligned} \xi_3 &= (1 - V_p) + \frac{\nu}{2} (1 - \frac{1}{2} V_p) - \frac{\nu^3}{8} (1 - \frac{3}{4} V_p) + \dots \\ p_3 &= 1 + \frac{\nu}{2} - \frac{\nu^2}{8} + \frac{5\nu^3}{64} - \dots \\ r_3 &= \frac{\nu}{2V_p} (1 - \frac{\nu}{2} + \frac{3\nu^2}{8} - \dots) \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

К емкости В. В. Платарнова.



五



Alpen. 3.

Для минимума p :

$$\left. \begin{aligned} \xi_4 &= (1 + \sqrt{p}) - \frac{v}{2} (1 + \frac{1}{2} \sqrt{p}) - \frac{v^2}{8} (1 + \frac{3}{4} \sqrt{p}) - \dots \\ p_4 &= 1 - \frac{v}{2} - \frac{v^2}{8} - \frac{5v^3}{64} - \dots \\ r_4 &= \frac{v}{2\sqrt{p}} (1 + \frac{v}{2} + \frac{3v^2}{8} + \dots) \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Для определения декремента контура II может служить формула:

$$\xi_4 - \xi_3 = 2\sqrt{p} - v - \frac{3v^2\sqrt{p}}{16} - \dots \approx 2\sqrt{p}, \quad (12)$$

или более точная:

$$(\xi_4 - \xi_3) + (p_3 - p_4) = 2\sqrt{p} - \frac{3v^2\sqrt{p}}{16} - \dots \approx 2\sqrt{p}. \quad (13)$$

Для определения связи может служить уравнение:

$$p_3 - p_4 = v + \frac{5v^3}{32} + \dots \quad (14)$$

При сильной связи резонанс удобнее всего устанавливать при помощи предварительной градуировки резонатора волномером и непосредственного измерения волномером же длины волны генератора.

Точное определение декремента резонатора при сильной связи невозможно. Для определения коэффициента связи в этом случае надо определить непосредственным наблюдением частоты p_5 и p_6 для момента резонанса (два режима). Тогда

$$\mu^2 = \frac{(p_5 - p_6)^2}{4} + p(1 - \frac{p}{4}). \quad (15)$$

Заметим еще, что для рассмотренной системы вибраторов весьма легко построить механическую модель, колебания которой определяются теми же самыми уравнениями.

Такая модель схематически изображена на черт. 2 (стр. 739). Она состоит из двух грузов M_1 и M_2 , подвешенных на пружинах ab и cd . Связь между ними осуществляется при помощи пружины ef . Колебаниям груза M_1 сообщается отрицательное затухание при помощи приспособления, изображенного на том же чертеже и состоящего из железного стержня m , прикрепленного к M_1 , и соленоида S , в котором ток замыкается при движении груза вниз. Замыкание и размыкание тока осуществляется при помощи легкой металлической стрелки, вращающейся с трением около оси o . Конец стрелки проходит через щель k (на чертеже в разрезе), верхний край которой p соединен металлически с телом груза M_1 , а нижний изолирован. Для настройки вибраторов к грузам должны быть еще прикреплены поперечные пружины, не показанные на чертеже.

Наблюдение колебаний такой модели значительно облегчает понимание явлений затягивания, перескакивания и т. д., делая их вполне наглядными.

Подробный математический вывод формул, приведенных в настоящей статье, должен появиться в Archiv für Elektrotechnik за 1922 г.

Радиолaborатория. Нижний-Новгород. Октябрь 1922.

Об условиях применимости способа проф. К. И. Шенфера для получения вполне синхронного вращения электродвигателей постоянного тока.¹⁾

Инж. И. Д. Горбачевского.

Доклад, читанный на заседании Научно-Исследовательской Кафедры по. Электротехнике в Киеве, 17 августа 1922 г.

Предлагаемый проф. Шенфером способ получения вполне синхронного вращения электродвигателей постоянного тока по своей основной идее весьма прост и остроумен. Если обыкновенные электродвигатели постоянного тока снабдить добавочными контактными кольцами (например тремя), соединенными с соответствующими равноотстоящими друг от друга точками якорной обмотки, (следовательно, тоже тремя), и соединить контактные кольца обоих двигателей проводами, то такие двига-

¹⁾ „Научно-Техн. Вестник“ № 4—5, 1921 г. и „Титбп“ № 12, 1922 г.

ОТ РЕД. Статья проф. Шенфера была помещена в нашем журнале в то время, когда у нас журналов по общей электротехнике не было. Редакция не была осведомлена о том, что статья, видимо еще раньше, была напечатана в „Н.-Т.В.“ Хотя в настоящее время возобновился журн. „Электричество“, мы помещаем статью инж. Горбачевского, п. ч. читатели нашего журнала могут отправиться к статье проф. Шенфера; продолжается ли „Н.-Т.В.“, редакции неизвестно. В дальнейшем, конечно, авторы работ по общей электротехнике будут обращаться исключительно в ж. „Электричество“.

• тели будут обращаться вполне синхронно, несмотря на различие их нагрузок.

Опубликованные проф. Шенфером результаты опытной проверки предлагаемого им способа вполне, как будто, подтверждают целесообразность этого способа. В опыте проф. Шенфера во всех наблюдавшихся им случаях оба двигателя вращались вполне синхронно, несмотря на все время возрастающую разность их нагрузок. Так как некоторые обстоятельства возбудили у меня сомнение относительно *общей* применимости этого способа, я решил произвести опытную проверку в Электротехнической Лаборатории Киевского Политехнического Института. В лаборатории как раз имеются два шунтовых двигателя постоянного тока, снабженные контактными кольцами: конвертер „Вестингауз“ и умформер „Шуккерт и К^о“. Первый двигатель установлен в непосредственном соединении на общем валу с трехфазным альтернатором, второй же ременным приводом соединен с генератором постоянного тока. Пуск в ход, как и в опыте проф. Шенфера, производился при помощи одного, общего для обоих двигателей, реостата. Питание—от аккумуляторной батареи, при напряжении 220 вольт. Возбуждение во все время опыта не изменялось, но было различным для этих двигателей, ввиду их разнотипности. Добавочная нагрузка, при помощи регулируемых реостатов в цепи альтернатора и динамо, сообщалась первому двигателю (Вестингауз), причем для каждой зафиксированной величины добавочной нагрузки производились два наблюдения: одно при пуске в ход двигателей при отсутствии соединения между контактными кольцами, другое—при наличии такого соединения.

При каждом наблюдении измерялись четыре величины:

I_1 и I_2 — силы токов, забираемых извне каждым из двигателей;

n_1 и n_2 — соответствующие числа оборотов двигателей.

Под „первым“ двигателем разумеется двигатель „Вестингауз“, под „вторым“—„Шуккерт“.

Результаты опыта представлены на табл. 1,

ТАБЛИЦА 1.

№№ наблюд.	Без соединения к.к.					При соединении к.к.				
	I_1	n_1	I_2	n_2	$n_1 - n_2$	I_1	n_1	I_2	n_2	$n_1 - n_2$
1	2,4	1225	6,9	1207	+ 18	4,3—6,3	1210	10—10,2	1195	+ 15
2	4,3	1214	6,85	1208	+ 6	6,45	1199	9,15	1199	0
3	5,4	1205	6,8	1209	— 4	7,8	1195	9,2	1195	0
4	6,7	1182	6,8	1209	— 27	9,4—10,6	1177	9,4—10,8	1198	— 25

Наблюдение № 1 соответствует холостому ходу обоих агрегатов, при определенном нормальном возбуждении соответствующих генераторов и разомкнутой нагрузочной цепи для них. Остальные наблюдения, под №№ 2, 3 и 4, соответствуют постепенной добавочной нагрузке первого двигателя.

Как видно из данных табл. 1, результаты опытов соединения по способу проф. Шенфера *не во всех случаях* оправдывают назначение подобного соединения.

При отсутствии особенной добавочной нагрузки первого двигателя, т.-е. при холостом ходе обоих агрегатов, соединение между контактными кольцами не вызвало синхронизации двигателей.

При повышении нагрузки первого двигателя до 4,3 амп., соединение между контактными кольцами уже вызвало синхронизацию. Вместо разности числа оборотов $1214 - 1208 = +6$ при отсутствии соединения, получилось при соединении вполне синхронное число оборотов обоих двигателей, равное 1199; интересно при этом отметить, что достигнутое одинаковое число оборотов двигателей оказывается меньше не только большего числа оборотов (первого двигателя), но и меньше меньшего числа оборотов (второго двигателя), бывших при отсутствии соединения.

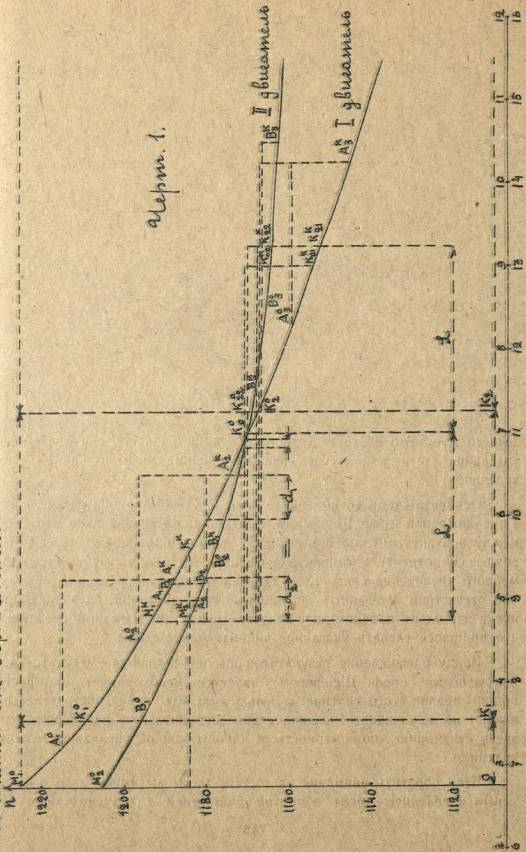
При дальнейшем повышении нагрузки первого двигателя до 5,4 амп, синхронизация по прежнему возникает и вообще повторяются те же явления, которые были отмечены для предыдущего наблюдения.

При еще большем повышении нагрузки первого двигателя до 6,7 амп, картина резко меняется: способность синхронизации у первого двигателя вновь исчезает; происходит лишь частичное сближение числа оборотов обоих двигателей, так как разность их вместо -27 (при отсутствии соединения) падает до -25 (при наличии соединения).

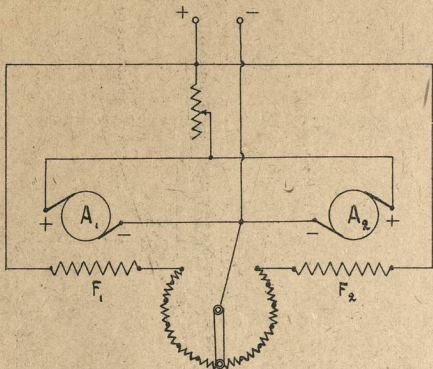
Интересно отметить еще один факт: в то время как при достижении двигателями синхронизации наблюдаемая сила токов сохранялась довольно устойчивой, при отсутствии синхронизации соединение контактных колец вызывало пульсацию силы тока, напр. от 4,3 до 6,3 амп в первом наблюдении, или от 9,4 до 10,6 амп в четвертом наблюдении. Весьма примечательным является также тот факт, что сумма $I_1 + I_2$ при отсутствии соединения и таковая же сумма при наличии соединения не остаются одинаковыми, как это можно было бы предполагать, исходя из того соображения, что по соединительным проводам протекает лишь выравнивающий ток.

Очевидно, таким образом, что кроме *уравнительного* тока, т.-е. тока лишь *перетекающего* из якорей обмотки одного двигателя к обмотке другого, соединение между контактными кольцами вызывает *протекание* по якорным обмоткам еще другого, забираемого из внешней цепи как тем, так и другим двигателем, *дополнительного* нагру-

Кемансе У. Д. Топ Саребчарао.



К статье И. Д. Зорбачевского.



черт. 2.

зачного тока. Это обстоятельство, как увидим дальше, оказывает значительное, хотя и не существенное, влияние на протекание всего явления.

Основная схема соединения в моем опыте была в общем согласной с предложенной проф. Шенфером, с тою лишь разницею, что соединение между контактными кольцами было не непосредственное, а через добавочные сопротивления (омические). Сделано это было во избежание чрезмерного увеличения силы тока, так как при предварительных опытах, при отсутствии указанных добавочных сопротивлений, сила тока при пуске настолько превосходила допустимые для данных машин величины, что пришлось сделать указанное видоизменение схемы.

Ввиду расхождения результатов опытной проверки с результатами, полученными проф. Шенфером, является необходимым произвести общий анализ этого явления с целью выяснить, какие обстоятельства влияют на возможность возникновения синхронизации, наблюдается ли здесь какая-либо закономерность, и каковы законы, управляющие этим явлением.

Если обратить внимание на то, что здесь мы имеем дело с некоторым изменением числа оборотов двигателей в зависимости от их

относительной нагрузки, то нетрудно уже *a priori* предвидеть, что важную роль должны играть здесь те свойства двигателей, которые определяются их характеристическими кривыми зависимости числа оборотов от нагрузки.

Рассмотрим вопрос в общей форме, независимо от данных двигателей.

Пусть имеем два двигателя, M_1 и M_2 , характеристические кривые которых показаны на черт. 1 (стр. 745). На этом чертеже, как и в исследованных машинах, принято, что исходные нагрузки для обоих двигателей (соответствующие холостому ходу их агрегатов) сильно отличаются друг от друга. Однако на черт. 1 характеристики сдвинуты так, чтобы их исходные пункты на чертеже совпадали; применительно к этому на оси абсцисс нанесены две шкалы нагрузки: верхняя для первого двигателя I_1 , нижняя — для второго I_2 . Такой сдвиг характеристик не может повлиять на результат выводов, так как мы будем рассматривать лишь относительное различие нагрузок.

Опыт показал, что, кроме чисто выравнительного тока, оба двигателя, при соединении их контактных колец, получают еще дополнительный нагрузочный ток, обуславливаемый тем, что якорные обмотки двигателей по соединительным проводам взаимно друг на друга замыкаются, а, следовательно, и двигатели взаимно друг на друга нагружаются.

Такая взаимонагрузка двигателей конечно несколько различна для каждого из них, но так как разница эта незначительна и притом во всяком случае не может повлиять на общий характер выводов, то можно принять взаимонагрузку одинаковой для обоих двигателей.

Величину этой взаимонагрузки нельзя определенно указать наперед, поэтому предположим её равной 2 амп для каждого двигателя. Это, как увидим впоследствии, также не может повлиять на общий характер выводов, а лишь произведет сдвиг некоторых характеристических точек.

Посмотрим теперь, что будет происходить, если одному из двигателей будет сообщена некоторая добавочная нагрузка, сравнительно с их исходными нагрузками. Будем сначала давать добавочную нагрузку первому двигателю, оставляя нагрузку второго неизменной. Пусть на первый раз величина добавочной нагрузки определится точкой A_1^0 кривой первого двигателя, что соответствует силе тока $I_1 = 3,25$ амп и числу оборотов $n_1 = 1215$ первого двигателя, между тем как для второго двигателя соответствующие величины будут $I_2 = 6,75$ амп и $n_2 = 1205$. Таковыми и оставались бы все эти величины, если бы соединения между контактными кольцами не существовало. Каждый из двигателей забирал бы из внешней цепи ту или иную силу тока, вполне соответствующую его нагрузке, разность же чисел оборотов обоих двигателей составляла бы $n_1 - n_2 = 1215 - 1205 = + 10$.

Если же, при добавочной нагрузке, определяемой точкой A_1^0 , между двигателями будет установлено электрическое соединение при помощи контактных колец, дело будет обстоять иначе. Прежде всего двигатели получат некоторую добавочную, взаимную нагрузку, среднюю величину которой мы приняли равной 2 амп (считая во внешней цепи двигателей). Затем двигатель перегруженный (первый) начнет забирать необходимое ему добавочное количество энергии не целиком непосредственно из внешней цепи, но часть этой добавочной энергии станет поступать к нему по соединительным проводам из якоря второго двигателя, который соответственно этому будет, наоборот, забирать из внешней цепи больше энергии, чем ему требуется для самого себя.

Так как число оборотов двигателя определяется не величиной его чисто механической нагрузки, а силой тока в цепи двигателя, то, при создавшихся новых условиях, первый двигатель должен будет повысить свое число оборотов, а второй — понизить. Таким образом параллельно с процессом выравнивания забираемой извне энергии будет происходить процесс выравнивания чисел оборотов обоих двигателей. Состояние равновесия определится тем условием, чтобы количество добавочной энергии, полученное первым двигателем по соединительным проводам от второго, в точности равнялось количеству избыточной энергии, отданному вторым двигателем первому по тем же соединительным проводам.

Графически на черт. 1 весь этот процесс изобразится так. Для какой-либо точки A_1^0 нагрузка первого двигателя будет $I_1 = 3,25$ амп, его число оборотов $n_1 = 1215$. Для второго двигателя $I_2 = 6,75$ амп, $n_2 = 1205$. В случае соединения между контактными кольцами, точка A_1^0 снизится по своей кривой до нового положения A_1^k , абсцисса которой на 2 амп больше абсциссы A_1^0 ; одновременно M_2^0 переместится в M_2^k на ту же величину по абсциссе. Это перемещение будет соответствовать добавочной, взаимной нагрузке двигателей. Затем начнется процесс выравнивания забираемой энергии, параллельно с выравниванием чисел оборотов, т.е. точка A_1^k повысится по своей кривой до некоторой точки A_1 , а точка M_2^k понизится по своей кривой до точки A_2 , пока их абсциссы не совпадут. Тогда разность их ординат, т.е. отрезок $A_1 A_2$, представит установившуюся новую разность чисел оборотов $n_1 - n_2 = +8$, вместо $n_1 - n_2 = +10$, которая была бы, если бы соединения между контактными кольцами не было.

Точно таким же ходом рассуждений можно на черт. 1 заранее предсказать те результаты, которые даст соединение между контактными кольцами, для различных величин добавочной нагрузки первого двигателя, соответствующих точкам A_1^0 , K_1^0 , A_2^0 , K_0^0 , K_2^0 , A_3^0 и т. д. характеристической кривой первого двигателя.

Совершенно аналогичным ходом рассуждений можно получить по черт. 1 все интересующие нас величины I_1 , I_2 , n_1 и n_2 и для тех

случаев, когда добавочная нагрузка будет сообщаться второму двигателю, первый же двигатель будет оставаться при неизменной нагрузке холостого хода своего агрегата.

Во избежание повторений и хлопотливого разыскивания всех необходимых величин по черт. 1, все эти данные, заимствованные из черт. 1, сведены в нижеследующие таблицы: табл. 2—для случаев добавочной нагрузки первого двигателя и табл. 3—для случаев добавочной нагрузки второго двигателя.

ТАБЛИЦА 2.

Точки.	Без соединения к.к.					При соединении к.к.				
	I_1	n_1	I_2	n_2	$n_1 - n_2$	I_1	n_1	I_2	n_2	$n_1 - n_2$
M_1^0	2,75	1225	6,75	1205	+20	4,75	1193,5	8,75	1184	+9,5
A_1^0	3,25	1215	6,75	1205	+10	5	1190,5	9	1182	+8,5
K_1^0	3,55	1209	6,75	1205	+4	5,55	1184	8,75	1184	0
A_2^0	4,5	1196,5	6,75	1205	-8,5	5,97	1180	9,27	1180	0
K_0^0	7	1170	6,75	1205	-35	6,92	1171	10,82	1171	0
K_2^0	7,25	1167,5	6,75	1205	-37,5	7	1170	11	1170	0
A_3^0	8,2	1160	6,75	1205	-45	7,5	1165,5	11,5	1168,5	-3

ТАБЛИЦА 3.

Точки.	Без соединения к.к.					При соединении к.к.				
	I_1	n_1	I_2	n_2	$n_1 - n_2$	I_1	n_1	I_2	n_2	$n_1 - n_2$
M_2^0	2,75	1225	6,75	1205	+20	4,75	1193,5	8,75	1184	+9,5
B_1^0	2,75	1225	7,65	1195	+30	5,2	1188	9,2	1180,5	+7,5
B_2^0	2,75	1225	9,5	1178	+47	6,12	1178,5	10,12	1174,5	+4
K_{22}^0	2,75	1225	11,25	1169	+56	7	1170	11	1170	0
B_3^0	2,75	1225	12,5	1165,5	+59,5	7,37	1167	11,87	1167	0

Рассмотрение черт. 1 и заимствованных из него данных табл. 1 и 2 показывает, что в смысле проявления синхронизационной способности двигателя ведут себя различно.

Первый двигатель сначала не проявляет синхронизационной способности, потом же, достигнув точки K_1^0 , начинает проявлять эту способность и сохранять ее вплоть до точки K_2^0 , когда вновь ее лишается.

Второй двигатель сначала также не проявляет синхронизационной способности. По мере увеличения добавочной нагрузки второго двигателя, он по-прежнему не проявляет синхронизационной способности, но разность чисел оборотов между обоими двигателями постепенно уменьшается, числа оборотов, таким образом, сближаются. По достижении K_{22}^0 , соответствующей аналогичной точке K_2^0 , при которой первый двигатель потерял синхронизационную способность, второй двигатель начинает проявлять эту способность и продолжает сохранять ее до конца.

Таким образом, весь добавочно-нагрузочный режим может быть разделен на три части: в первой начальной части от 0 до K_1 , ни один из двигателей синхронизационной способностью не обладает; во второй, средней части от K_1 до K_2 , синхронизационной способностью обладает один лишь первый двигатель; наконец в третьей, конечной части от K_2 и до конца, синхронизационной способностью обладает один лишь второй двигатель. Не существует такой точки добавочной нагрузки, при которой синхронизационные способности могли бы проявлять одновременно оба двигателя, — обстоятельство весьма важное с практической точки зрения. Точки K_1^0 и K_2^0 играют решающую роль и могут быть поэтому названы *критическими точками*, соответствующие им нагрузки — *критическими нагрузками*, а соответствующие им числа оборотов — *критическими числами оборотов*.

Возникновение синхронизации является таким образом не случайным, а равно и не постоянным явлением, а ограничено — закономерным, управляемым особым законом, который можно назвать *законом критических точек*. Закон критических точек обуславливается взаимоотношением характеристических кривых обоих двигателей, а положение критических точек определяется следующим образом.

Опустим точку M_2^0 вниз по своей кривой до положения M_2^* , при котором абсцисса увеличится на 2 амп. Параллельная оси абсцисс линия $M_2^* K_1^*$ засечет кривую первого двигателя в точке K_1^* ; если теперь точку K_1^* поднять вверх по ее кривой до положения K_1^0 , при котором абсцисса уменьшится на 2 амп, то точка K_1^0 и будет *начальной критической точкой*. *Вспомогательная критическая точка* K^0 самостоятельной роли не играет, она лишь определяет положение второй, конечной критической точки.

Положение *конечной критической точки* определяется так. Если опустить точку K_0^0 , пока ее абсцисса не увеличится на величину L , равную разности абсцисс точек K_0^0 и M_2^k , то получим точку K_{21}^k , поднимая которую вверх по её кривой, пока абсцисса не уменьшится на 2 амп, получим K_2^0 —конечную критическую точку первого двигателя.

Продолжение ординаты точки K_2^0 вверх пересечет кривую второго двигателя в точке K_{22}^0 —*единственной критической точке* второго двигателя.

Излагая анализ явления в общей форме, мы приняли величину добавочной взаимонагрузки двигателей произвольно равной 2 амп. В действительности величина эта будет обуславливаться многими факторами: сопротивлением якорных обмоток двигателей, противоэлектродвижущей силой, возбуждаемой в этих обмотках, различной при различных числах оборотов, и сопротивлением соединительных проводов между контактными кольцами. Из рассмотрения черт. 1 нетрудно убедиться, что величина взаимонагрузки двигателей не внесет существенных изменений в основной характер закона критических точек. В самом деле, если бы мы подсчитали напр. величину взаимонагрузки всего лишь в один ампер, то, строя начальную критическую точку, как было выше описано, мы увидим, что точка K_1^0 окажется сдвинутой вправо и вниз по своей кривой. Так как положение точки K_0^0 остается неизменным, а положение точки K_2^0 определяется условием равенства абсцисс $K_2^k K_0^0 = M_2^k K_0^0$, то точка K_2^0 окажется сдвинутой тоже вправо и вниз, но значительно, чем сдвинулась точка K_2^k , так как при уменьшенной взаимонагрузке точка M_2^k отодвигается влево и, следовательно, расстояние $K_2^k K_0^0 = M_2^k K_0^0$ увеличивается. Путем аналогичного рассмотрения нетрудно убедиться, что при увеличении взаимонагрузки, напр. до 3 амп, точка K_1^0 сдвинется, хотя и незначительно, влево и вверх, точка же K_2^0 также влево и вверх, но гораздо значительно, чем точка K_1^0 , т.е. произойдет сближение начальной и конечной критических точек первого двигателя, другими словами—пределы возможности синхронизации для первого двигателя сократятся.

Теоретически можно даже предполагать такой случай, что точка K_1^0 совпадет с исходной точкой M_1^0 (это произойдет, если взаимонагрузка будет равна разности абсцисс точек K_0^0 и M_1^0); тогда точка M_2^0 попадет в точку K_0^0 , точка K_2^k —тоже в точку K_0^0 , а следовательно точка K_2^0 в точку M_1^0 , т.е. начальная и конечная критические точки первого двигателя сольются в его исходной точке, другими словами он с самого начала потеряет способность к синхронизации. Одновременно с этим второй двигатель с самого начала обнаружит синхронизационные способности.

Рассмотрим теперь, какое влияние на положение критических точек оказывает положение точки пересечения обеих характеристик.

Чем далее вправо отодвинута точка пересечения K_0^0 , тем далее вправо, при прочих равных условиях, отодвинется и точка K_2^0 . Может случиться так, что точка K_2^0 отодвинется вправо за пределы допустимой перегрузки двигателей, т.е. практически она как бы не будет существовать. Тогда всю область допустимой перегрузки можно будет разделить на две части: в первой части от O до K_1^0 ни один из двигателей не будет проявлять синхронизационной способности, во второй части, от K_1^0 и до конца—синхронизационные способности обнаружит только первый двигатель.

Если же, наоборот, точка пересечения отодвинется далеко влево, напр. за пределы исходных пунктов, т.е., другими словами, кривые с самого же начала будут всё более и более расходиться, то с начальной критической точки и до конца способность к синхронизации будет проявлять лишь первый двигатель, второй же никогда этой способности не приобретет.

То же самое будет и в том случае, если обе кривые вообще не склонны к пересечению.

Наконец, в случае полного совпадения обеих характеристик, оба двигателя на всем протяжении нагрузочного режима будут одинаково способны к синхронизации, но достаточно малейшего расхождения характеристик, чтобы один из двигателей потерял синхронизационную способность.

Можно предполагать возможность и такого случая, что кривые будут пересекаться не в одной, а в двух точках; тогда вместо трех критических точек (двух собственно критических и одной вспомогательной) окажется пять критических точек (три собственно критические и две вспомогательные); переход синхронизационной способности от одного двигателя к другому совершится не один, а два раза; в остальном же существенного различия не будет.

С точки зрения изложенного выше закона критических точек чрезвычайно интересным представляется проделать аналогичный проверочный опыт, но с сообщением добавочной нагрузки не первому, а второму двигателю. В этом случае синхронизация не должна проявляться вплоть до того момента, когда второй двигатель получит достаточно большую добавочную нагрузку, начиная с которой он начнет проявлять способность к синхронизации.

По условиям лабораторной обстановки производство второго проверочного опыта у меня на некоторое время задерживается, но в ближайшее время я надеюсь вернуться к этому вопросу и произвести необходимую экспериментальную проверку.

Что касается вопроса о *практическом применении* способа проф. Шенфера, то, основываясь на вышеизложенном общем анализе явления

и законе критических точек, можно утверждать, что способ проф. Шенфера, по крайней мере в *чистом* виде, на практике не применим.

Если в условиях лабораторного опыта проф. Шенфера, как можно предположить, по чистой случайности, добавочная нагрузка сообщалась как раз двигателю с более высокой характеристикой, вследствие чего и достигалась неизменно синхронизация, то на практике на это рассчитывать не приходится. Какой из двигателей встретит увеличение момента сопротивления и, соответственно этому, получит добавочную нагрузку, это дело случайности: в одном случае один, в другом—другой. Следовательно наличие соединения контактных колец в одном случае вызовет синхронизацию, в другом—нет.

Для устранения этого препятствия, можно было бы, основываясь опять таки на законе критических точек, предложить очень простое по своей основной идее средство. Чтобы достигнуть возможности синхронизации того или другого двигателя, необходимо иметь возможность передвигать характеристические кривые двигателей вверх и вниз, т.-е. параллельно оси ординат. Если, напр., второй двигатель не проявляет синхронизационных способностей, то стоит передвинуть его характеристику кверху, все критические точки сдвинутся влево, и второй двигатель может приобрести способность к синхронизации. Как средство для такого передвижения характеристических кривых, можно было бы предложить шунтовый реостат, включаемый в цепь возбуждения, общий для обоих двигателей, т.-е. так сказать *дифференциальный шунтовый реостат*.

Предположительная схема включения дифференциального шунтового реостата показана на черт. 2 (стр. 746) и в дальнейших пояснениях не нуждается.

Все вышеизложенное относится к шунтовым электродвигателям. Но на практике, как раз именно в тех случаях, где имеется потребность во вполне синхронном вращении двигателей (в крановых и т. п. установках), применяются обычно двигатели с последовательной или компаундной обмоткой. По существу это не должно изменить вопроса, скорее даже может облегчить задачу (для компаундных двигателей), так как тут представляется возможность, как это отметил и проф. Шенфер, использовать другой фактор, способствующий синхронизации, а именно перекрещивание серийных обмоток возбуждения двигателей.

Анализ условий применимости способа проф. Шенфера может быть произведен путем рассуждений, аналогичных изложенным в настоящей работе, с добавлением тех изменений, которые приносит в это явление факт перекрещивания серийных обмоток. Но это не входит в задачу настоящей работы. К этому вопросу надеюсь вернуться в дальнейших работах.

Электротехническая Лаборатория
Киевского Политехнического Института.
г. Киев, июль 1922 г.

Исследование труда радиотелеграфистов.

А. И. Шарапова.

„Ответственная и трудная деятельность радиотелеграфистов, требующая особой подготовки и даже, при повышенных требованиях, особых способностей, которыми не всякий обладает в достаточной степени“, как и следовало ожидать, представила богатый материал для, занимающейся изучением труда человека, науки—эргологии.

Работы Отто Липмана в Германии, с которыми наши читатели знакомы,¹⁾ явились первыми попытками психологического исследования работы радиотелеграфиста; второй же работой этого рода является предпринятое Петроградским Институтом по изучению мозга и психической деятельности более широкое обследование условий труда радиотелеграфистов по детально разработанному плану, распадающемуся на следующие отдельные работы: 1) исследование физической трудоспособности радиоработников, 2) исследование нервнопсихического состояния, 3) исследование органов слуха, 4) анализ процесса труда с проблемой утомляемости, 5) зависимость работы от индивидуальной особенности работника, 6) обследование труда с технической стороны и 7) гигиеническое обследование условий труда и существования.

По каждой из упомянутых выше работ разработаны подробные программы ведения работы, краткий обзор которых, представляющий интерес для русских радиоработников, за неимением возможности в короткой журнальной статье дать исчерпывающие полные данные об этой интересной работе, и приводится ниже.

Физическая трудоспособность человека, как известно, зависит от правильного развития костной системы, более или менее значительного развития мускулатуры конечностей и туловища, общей силы организма, состояния важнейших органов чувств, зрения и слуха, состояния внутренних органов, особенно органов кровообращения и дыхания, характера и продолжительности работы, условий работы со стороны физических и химических свойств воздуха, помещения, времени отдыха, положения тела и от общих условий жизни, особенно питания и сна.

¹⁾ См. „Рад.“ № 15 стр. 548.

Чтобы подойти к выяснению всех наличных обстоятельств, могущих оказать то или иное влияние на физическую работоспособность человека, изучение физической трудоспособности сводится к следующим отдельным этапам исследования: установлению соотношения веса тела к росту и окружности головы, определению отношения окружности груди к половине роста, определению силы сжатия правой и левой руки, определению окружности наиболее выпуклой части мышц плеча, бедра и голени в состоянии покоя и сокращения и разницы между ней в том и в другом случае для выяснения силы сокращения, установлению постоянного состояния пульса и дыхания, выяснению способности производить гимнастические упражнения различными группами мышц, рук, ног и туловища с установлением продолжительности сокращения, после которой наступает утомляемость, и, наконец, к выяснению состояния пульса и дыхания при перемене сидячего положения на стоячее, после ускоренной ходьбы в течение трех минут и после гимнастических упражнений рук, ног и спины.

Нервно-психическое исследование имеет своей задачей установить наличность симптомов заболевания нервной системы, т. к. жалобы и опасения радиорботников сплошь говорят о нервных симптомах. Слагается оно, как и всякое клиническое исследование, из опроса и об'ективного обследования.

Опрос касается суб'ективной оценки состояния работоспособности, общего состояния и суб'ективных симптомов, как то чувства слабости, головной боли, головокружения, чувства прилива крови к голове и к лицу, сердцебиения, одышки, потливости, шума в ушах, боли в ушах, парестезии, различных опасений, состояния аппетита, состояния сна со стороны его глубины, длительности, сновидений и состояния после пробуждения, состояния половой сферы, настроения со стороны устойчивости и активности и, наконец, отношения к работе.

Об'ективное нервно-психическое обследование производится по общим правилам, причем исследуется реакция на укол, реакция на прикосновение, реакция зрачков на освещение и на указ, рефлексы слизистых оболочек, кожные, сухожильные, миотопус — напряжение мышц век, языка, пальцев (наличность или отсутствие дрожания их), статотопус — способность сохранять равновесие с закрытыми глазами, сосудистая реакция (дермографизм), сердечный ритм, возбудимость сердечной деятельности и поле зрения.

Таким образом обследование имеет ввиду 40 пунктов, из которых 15 приходится на долю данных об'ективного обследования и 25 на долю опроса. В результате выводится невропатологический показатель, представляющий процентное отношение числа болезненных симптомов к общему числу пунктов обследования.

Кроме того исследуется словесная реакция по методу так назы-

ваемого ассоциативного эксперимента. Исследуемому говорят по определенному списку слова (всего 100 слов) и предлагается отвечать на каждое сказанное исследующим слово первым пришедшим в голову словом. Этот способ, глубоко проникающий в содержание личности и дающий возможность улавливать причины нервных симптомов, моменты, вызывающие болезненные изменения настроения и тяжелые переживания, лежащие в основе болезненных реакций личности, служит вообще для выяснения всех обстоятельств, являющихся источником различного рода нервных состояний. Этот же способ является хорошим показателем сосредоточения, а также той установки личности, которая определяет направление ее реакции, и знание которой чрезвычайно важно для суждения об общем состоянии личности.

Исследование слуха имеет своим основанием определение тех объективных условий профессиональной деятельности радиотелеграфистов, которые при работе требуют значительного напряжения органа слуха. Это исследование производится всеми теми приемами, которыми пользуется клиника для исследования соответствующих органов. Сюда относится исследование непрерывным рядом тонов по шкале Бецольда, способности восприятия звуков различной высоты при помощи органнх трубок, камертонов, свистка Гальтона, калорической реакции по Баране, т.е. колебательных движений глазного яблока при вливании в наружный слуховой проход холодной или горячей воды, исследование костной и звуковой проводимости, исследование остроты слуха, статической способности, т.е. способности сохранять равновесие на гониометре и определять положение в пространстве, функции тесно связанной с состоянием органа слуха.

До сих пор рассматривались те стороны изучения интересующего нас вопроса, которые имеют ввиду главным образом состояние организма и личности работника в связи с условиями его профессиональной деятельности. Переходя к анализу труда и дальнейшим пунктам, мы будем рассматривать те стороны, которые заняты изучением именно самого труда радиотелеграфиста, как такового. Наибольшую важность в этом отношении имеет функциональный анализ труда и проблема утомляемости работника или утомительность работы. Изучение этих сторон вопроса требует детального ознакомления с профессией и помимо общего знакомства с ней, получаемого путем ряда посещений радиостанций, заставляет исследователей этой стороны вопроса детально изучить весь процесс радиотелеграфной работы, поставив себя в ее условия, и путем такого само-эксперимента изучить с необходимой полнотой и детальностью изучаемую форму деятельности, чтобы потом уже на основании совершенного знакомства с ней произвести ее функциональный анализ. Установленные в соответствии с данными функционального анализа существенные для данной формы деятельности функции будут подвергнуты экспериментальному обследованию.

В экспериментальное исследование работоспособности и утомляемости необходимо войдут следующие моменты: исследование слуховой работоспособности или утомляемости при восприятии однородного ряда звуков в зависимости от высоты тона, интенсивности звука и скорости чередования звуков; исследование объема слухового восприятия, т.е. определение максимума одновременно воспринимаемых обследуемым лицом звуков, разнообразных либо одинаковых по высоте тона, силе, тембру; исследование слуховой работоспособности или утомляемости при восприятии одного основного ряда звуков, но при наличии ряда сторонних и разнохарактерных звуков; исследование работоспособности или скорости наступления утомляемости при письме букв и телеграфных знаков с различной скоростью; исследование работоспособности или скорости наступления утомляемости при работе телеграфным ключом. Кроме того, в задачу экспериментального исследования входит определение утомляемости в зависимости от технических приспособлений для работы. Сюда относятся зависимость ее от систем телефонов, напр. одноушных, двухушных, зависимость от степени давления их на ушные раковины, от способа регистрации или передачи (система Уитстона, Морзе, Сименса, Юза и пр.). В качестве мерила утомляемости при радиотелеграфной работе берется качество и количество самой работы. Задачи исследования утомляемости явятся в определении изменения темпа работы и ее качества при различной длительности работы или изменении условий быстроты передачи, интенсивности звука, высоты тона и т. д. в соответствии с вышеперечисленными моментами исследования трудоспособности. Таким же путем будут определены и индивидуальные колебания трудоспособности. Они явятся материалом для выработки одного из критериев определения пригодности индивидуума к радиоработе. Утомляемость же ляжет в основу определения норм и рабочего времени для данной профессии. Эти нормы будут с одной стороны определяться изменением качества и количества работы в зависимости от времени, причем будет определен предел, за переходом которого качество станет неудовлетворительным. С другой стороны критерием для определения этих норм явится субъективное чувство утомления и, наконец, третьим объективным критерием будет служить состояние работника радиотелеграфа в итоге длительных занятий данной формой труда. Из соотношения этих трех сторон явится возможность определить как валовое суточное количество работы, так и распределение ее в течении дня, а также и распределение работы на более длинные периоды времени.

Практический смысл индивидуально-психологического обследования работников, т.е. исследования направленного на изучение особенностей их характера, заключается в профессиональном отборе, в определении пригодности личности к данной профессии или, наоборот, о приемлемости профессии для нее. Здесь лежит переходный мост

к проблеме философии труда с критерием выбора его согласно индивидуальному принципу удовлетворения личности и предоставлении формы труда в соответствии со склонностями работника или согласно принципу социальной пользы избранием той формы труда, которая может дать личности максимум продуктивности. Нам нет возможности останавливаться на этой проблеме, но отметим в связи с ней два пункта: во-первых, форма труда должна по меньшей мере соответствовать потребностям личности в такой мере, чтобы не вызывать устойчивого, непреодолимого и отрицательного к себе отношения и, во-вторых, способность личности к выполнению профессиональных задач не должна стоять ниже известного социального приемлемого минимума. Что касается до первого момента, то обычно принято полагать, что положительное отношение, иначе—склонность к определенной форме труда, возрастает параллельно способности к ней. Не предпреляя этого вопроса, мы должны заметить, что отношения представляют собой группу эмоционально-волевых реакций, иначе говоря удовольствия, неудовольствия, влечения или отвращения, расположения или нерасположения субъекта. Эти стороны в настоящее время совершенно не могут учитываться путем экспериментально-психологических исследований, и единственным способом более или менее правильного разрешения вопроса об отношении, которое может вызвать данная форма труда со стороны работника, являются сведения о его прошлом, о характере его деятельности, поведении, чтобы получить более или менее полное представление о типе его и, таким образом, сравнивая проявленные в прошлом склонности с теми, которых требует данная форма труда, можно оценить ее внутреннее соответствие внутренним потребностям субъекта. В сведениях о прошлом необходимо выяснить по проявлениям деятельности основные характеро-логические особенности исследуемого лица. Сюда относятся вопросы о тех формах деятельности, которыми занимался субъект и которые из них его более удовлетворяли, напр. подвижная работа, требующая обильных и разнообразных внешних проявлений, сопряженная с переменной обстановки и передвижениями, или монотонная, однообразная, спокойная работа; деятельность, связанная с ответственностью и требующая инициативы и самостоятельности, или, наоборот, автоматическая работа, строго подчиненная определенным правилам, в которой личное участие не играет роли и которая предъявляет к работнику только требования, как к хорошему механизму. Далее необходимо отметить, в какой мере работник обладал достаточной выдержкой и усидчивостью при однообразной работе или, наоборот, в какой мере необходимым условием для продуктивности его работы являлась для него перемена и разнообразие занятий. Важно также отметить, как часто исследуемый менял свою профессию. Наконец, выяснить его оценку в отношении к разным профессиям и той форме деятельности, которая его интересует.

Что касается до пригодности субъекта к данной профессии, то

определение ее, конечно, основывается на выяснении необходимых для соответствующей работы основных функций и степени их развития у исследуемого лица.

В соответствии с этим обследование индивидуальных особенностей радиотелеграфистов должно свестись к определению быстроты восприятия, времени простой психо-физической реакции, в которой появляется двигательный ответ на слуховое раздражение; к определению времени реакции с выбором, т.е. движению в ответ только лишь на один из нескольких видов сигналов раздражения; реакции с записыванием, т.е. там, где ответ на сигнал выражается не простым движением, как напр. нажатие телеграфного ключа, а записью, и, наконец, реакции с выбором и записыванием. Далее необходимо установить соотношение между быстротой и реакцией и быстротой, требуемой радиоработой. Необходимо также установить степень возможного прогресса в этой области, устойчивости, способности сохранять необходимый темп работы. Далее необходимо установить способность субъекта к различию тона, тембра и звука, поскольку выделение определенного ряда звуков от определенной станции обусловлено этими способностями. Наконец, необходимо установить способность устойчивого сосредоточения и длительного напряжения деятельности.

Особым вопросом, имеющим несомненно очень важное значение, является вопрос о типе работы, связанной с индивидуальными способностями работника, т.к. если бы, например, оправдалось влияние на личность того или иного типа работы, и если бы оказалось, что более выгодный для профессиональных задач тип работы наносит большой ущерб интересам личности, то естественно возникает вопрос либо о полном отказе от него и замене его другим, либо об изменении и обезвреживании этого способа теми или другими мерами.

Экспериментальные исследования общего характера данной формы труда будут вестись двумя методами: во-первых, методом, принятым обычно в экспериментальном изучении психических функций и заключающимся в исследовании отдельных элементов, входящих в состав работы, и, во-вторых, путем схематического воспроизведения в условиях лабораторной обстановки всего процесса данной формы деятельности в целом.

Первый способ (аналитический) имеет преимущество в том отношении, что пользуясь им мы можем применять имеющиеся уже в психологии приемы и получать количественные данные.

Второй способ, который, пользуясь термином А. П. Нечаева, можно назвать методом единого процесса, имеет то преимущество, что в нем эксперимент остается гораздо ближе к естественным условиям работы и в силу этого получаемые данные имеют гораздо большее реальное значение.

Применять же оба способа приходится потому, что первым изучаются роли отдельных элементов, а вторым—весь процесс в целом.

Коснувшись вкратце обследования труда с технической стороны, мы можем сказать, что вопрос об улучшении его в целях интенсификации работы радиотелеграфистов должен быть поставлен в строгое соответствие с данными функционального анализа работы. Из существующих приспособлений естественно будут предпочтены те, работа с которыми дает наилучшие результаты и в смысле продуктивности работы, и в смысле состояния рабочего.

При гигиеническом обследовании условий труда и существования подлежат оценке с одной стороны условия его профессиональной работы, а с другой стороны условия его жизни.

В условиях профессиональной работы подлежат оценке как общие гигиенические условия, помещение для работы со стороны его температуры, света, чистоты воздуха и др. обстоятельств относительно времени и его распределения, так и условия, являющиеся специфическими для данной работы и могущие иметь характер специфической профессиональной вредности. Сюда относятся главным образом исследование воздуха на содержание в нем частиц распыленной меди от интенсивно работающих электрических аппаратов, содержание паров серной кислоты от аккумуляторов, окислов азота, озона, наличие которых нельзя исключить теоретически и которые должны оказывать несомненно вредное действие.

Заканчивая изложение плана работ комиссии по исследованию труда радиотелеграфистов, остается только сказать, что в результате всей ее работы, мы будем иметь единственные в своем роде полные фактические данные, освещающие со всех сторон труд радиотелеграфиста, опираясь на которые вся его работа будет подвергнута соответствующим изменениям как в смысле наибольшей ее интенсификации, так и в смысле создания наилучших условий для самого работающего, уничтожения специфических вредностей и предоставления наилучшей обстановки жизни. Кроме того будут установлены нормы, определяющие пригодность или непригодность известного лица к радиоработе путем исследования ряда радиотелеграфистов, особенно тех, которые будут представляться образцовыми; будут установлены средние числа экспериментальных данных в соответствии с изложенными выше опытами. Затем те же самые опыты будут производиться с вновь поступающими учениками. За время периода обучения ученики будут обследованы несколько раз, и каждый раз будут установлены цифровые данные. В конце обучения будет произведено также обследование теми же самыми путями. Сопоставление первоначальных цифр с данными повторного обследования, с окончательными данными и, наконец, со средними цифрами хороших работников даст возможность судить, при каких данных ученики могут превратиться в хороших радиотеле-

графистов. Отсюда вытекает то, что при приемном испытании будут приниматься лица, обнаруживающие эти данные.

В заключение выражаю благодарность доктору В. Н. Мясичеву, ведущему исследование в комиссии нервно-психического состояния радиорботников, за предоставленные материалы, которыми я пользовался в настоящей статье.

Ворожба.

Харьковской губ., Сумского уезда.

1922 г. Мая 4 дня.

Мощные радиостанции Франции.

Обзор по французским журналам.

С. М. Горленко.

Общее положение радиосношений во Франции. С развитием международных сношений политических и экономических, за последние годы все более и более стала ощущаться необходимость усилить средства связи между государствами. Океанские кабели оказались перегруженными. Прокладывать новые кабели оказалось по расчету невыгодным как вследствие их дороговизны, так и вследствие предельной не очень большой скорости передачи депеш по длинному кабелю, следствием чего является предельная пропускная способность кабелей.

За последние годы развилась сеть радиостанций, являвшихся сперва подсобными средствами связи, а теперь уже успешно конкурирующих с проволочными кабелями. В Америке имеется 6 радиостанций основных для работы через Атлантический и через Тихий океан, в Англии и в Германии по три. Франция также не отстала в радиостроительстве станций очень большой мощности и новый радиотелеграфный центр близ Парижа является венцом современной радиотехники Франции.

Радиостанция на Эйфелевой башне. Если оглянуться назад на постройку мощных радиостанций Франции с момента возникновения последних, то самой старой радиостанцией Франции является радиостанция в Париже на Эйфелевой башне (FL). На ней имеется два передатчика: один устаревший и почти вышедший из употребления — искровой, другой дуговой мощностью в 50 кв в антенне, обеспечивающий регулярную связь на 1500—2000 км. Эта радиостанция обслуживает военное ведомство, служит дипломатическим целям, усиливая

связь в случаях осложнений; кроме того она выполняет определенные научные задания, давая метеорологические сведения, поверку времени и т. д.

Радиостанция в Лионе. В начале мировой войны начата была постройкой и в 1915 году открыта радиостанция в Дуа близ Лиона (YN), обслуживавшая во время войны связь с Россией через радиостанцию в Детском Селе (ТСР), а теперь дающая прессу, правительственные распоряжения и депеши для Северной, Средней и Экваториальной Африки.

Лионская радиостанция имеет восемь решетчатых мачт высотой в 200 мт и снабжена двумя передатчиками, один из них дуговой на 150 квл в антенне, а другой машинный на 200 квл в антенне; однако, вследствие недостаточно развитых антенны и заземления, машинный передатчик не может быть использован более, чем на 150 квл в антенне. Обеспеченная дальность действия 4000—5000 ккм, т. е. в самое неблагоприятное время связь с Америкой прерывается.

Радиостанция в Нанте. В 1917 году открыта в Басс-Ланде близ Нанта радиостанция (UA), обслуживающая морское ведомство и держащая связь с судами в Атлантическом океане, а в свободное время помогающая обмену Лионской радиостанции. Нантская радиостанция имеет шесть решетчатых мачт высотой в 180 мт и имеет дуговую установку на 100 квл в антенне.

Радиостанция Лафайет в Круа д'Хинс близ Бордо (LY), открывшая свои действия в конце 1920 года, снабжена двумя дуговыми передатчиками Американской Федеральной Телеграфной Компании с максимальной мощностью для каждого в 400—500 квл в антенне. Сеть натянута на восьми решетчатых мачтах в 250 мт высотой. Мачты расположены в два ряда по четыре; расстояние между рядами и между мачтами в каждом ряду 400 мт. Площадь антенны 48 гектаров (43,8 десятины).

Недостатки дуговых передатчиков. Дуговые передатчики радиостанции Лафайет, являясь прекрасными образцами мощных дуговых установок, все же сохраняют недостатки дуговой системы генерирования незатухающих колебаний. В самом деле, дуга дает гармонические колебания, которые трудно ослабить. Затем в промежутке между двумя сигналами передатчика дуга дает негативную волну, несколько отличающуюся по частоте от отправляющей позитивной волны. Эту негативную волну весьма трудно поглотить. Обслуживание дуги трудно и тягостно вследствие необходимости частой чистки частей дуги и быстрого разрегулирования ее; поэтому требуется установка запасного дугового генератора, который не может быть использован полностью, т. к. дуговые генераторы весьма нежелательно включать параллельно для увеличения мощности. Дуговая установка требует много различных

реле для манипулирования и не допускает большой скорости передачи. Ее предельная манипуляционная скорость 70 слов, а коммерческая 50 слов в минуту.

Отдача дуги весьма незначительна, именно теоретическая отдача 50%, а практическая 40%. Манипуляция дугой производится изменением излучаемой длины волны и отчасти изменением мощности; при работе с дугой непрерывно происходит почти полное потребление энергии.

Необходимость постройки мощного радиотелеграфного центра. Так как дуговая радиостанция Лафайет, обладая всеми перечисленными недостатками дуговой системы, хотя и поддерживает регулярную связь с Америкой, но не обеспечивает постоянной связи с Сайгоном (Индокитай), то французским правительством для избавления Франции от необходимости пользоваться иностранными кабелями была признана необходимой постройка мощного радиотелеграфного центра в Сент-Ассизе, что и было поручено 20 октября 1920 года двум компаниям: Compagnie générale de Télégraphie sans fil и Société française Radio Électrique.

Установка машины высокой частоты в Круа д'Хинс. Для увеличения пропускной способности радиопередачи Франции, кроме радиотелеграфного центра в Сент-Ассизе, в Круа д'Хинс в 1922 году установлена сверх имеющейся дуги машина в 500 квл системы Французского Радиотелеграфного Общества. Этот альтернатор приводится в действие двумя моторами постоянного тока в 500 вольт и дает при 2500 оборотах в минуту нормальную частоту в 15000 периодов ($\lambda = 20000$ мт.). Расход энергии при работе альтернатора в холостую 145 квл, при нагруженном альтернаторе потребляется до 675 квл. Принимая расход на возбуждение альтернатора и моторов, на охлаждение и насос равным 18,27 квл, получаем общую отдачу в 74%, причем отдача моторов равна 90% и отдача альтернатора 82%. При опытах машина легко дала 500 квл без перегрева.

Преимущества машины высокой частоты. Для выработки условий уверенного регулярного приема радиотелеграмм из Франции на далекие расстояния была установлена испытательная приемная радиостанция в Буэнос-Айресе. Прием сигналов лионских передатчиков показал, что машина высокой частоты гораздо слышнее дуги.

В противоположность дуге, имеющей целый ряд недостатков, машина высокой частоты имеет следующие основные достоинства. Колебания ее синусоидальные, следовательно чистые без гармоник. При манипуляции машина замыкается прямо на сеть. В промежутках между сигналами машина работает в холостую лишь на вредные потери (трение, воздух). Изменение рабочей длины волны осуществляется изменением скорости вращения альтернатора, которая

поддерживается постоянной с точностью не меньше 0,1%. Возможность параллельного соединения альтернаторов позволяет в зависимости от атмосферных условий, мешающих действий радиостанций и расстояний принимающих радиостанций давать большее или меньшее количество энергии в антенну. Наконец, скорость и четкость передачи у машины гораздо больше, чем у дуги.

Что же касается ламповых генераторов, то они очень удобны для работы малой мощностью на большие расстояния и для коротких волн, но сравнительно малая отдача (50%) и „малая продолжительность жизни“ лампы (не более 1000 часов) не позволяет пока применить во Франции ламповые установки мощностью более, чем в несколько киловатт.

Принимая во внимание вышеизложенные соображения, радиотелеграфные компании признали дугу типом устаревшим. Для передачи на расстояния меньше 1000 км остановились на ламповом генераторе, а для больших расстояний безусловно наилучшим генератором была признана машина высокой частоты.

РАДИОТЕЛЕГРАФНЫЙ ЦЕНТР В СЕНТ-АССИЗЕ.

Радиотелеграфный центр в Сент-Ассизе состоит из трех передаточных радиостанций и одной приемной. На расстояния меньше 1000 км действует ламповая установка, для расстояний больших имеются две радиостанции, оборудованные машинами высокой частоты, одна—Континентальная мощностью до 100 кв для работы на расстояния, не превышающие 3500 км, другая—Трансконтинентальная мощностью до 1000 кв для работы на большие расстояния. Приемный центр находится в Виллекрене. Передаточные радиостанции Сент-Ассиза совершенно не зависят одна от другой и находятся лишь для удобства рядом в окрестности Парижа, в 4 км от Мелюн. Работа по передаче производится автоматически из Центрального Бюро в Париже при помощи трансляции.

Близость Сент-Ассиза от Парижа (40 км к югу) делает его весьма удобным для радиотелеграфного центра как в политическом и экономическом отношении, так и в техническом, т. к. не приходится опасаться обрыва телеграфных трансляционных проводов и имеется возможность в самый короткий срок произвести все необходимые заводские поправки.

Ламповая радиостанция.

Ламповая установка в Сент-Ассизе (UFQ) имеет мощность в 2 кв и длину волны 2000—6000 мт. Она состоит из восьми ламп, из которых четыре выпрямительных и четыре дают колебания высокой частоты. Работа производится или непосредственным размыканием, или посред-

ством реле, дающего возможность быстрой передачи (больше 120 слов в минуту). Одним из достоинств передатчика является, как и в машине высокой частоты, отсутствие мешающих обертонов. Ламповая радиостанция приспособлена также и для радиотелефонии.

Континентальная радиостанция.

Континентальная радиостанция, радиусом действия в 3500 клм, обслуживает связь с Великобританией, Скандинавскими странами, Испанией, Италией, Центральной и Восточной Европой (Прага и Бухарест) и Ближним Востоком (Бейрут).

Здание радиостанции занимает площадь 40 мт $\times$ 30 мт. Снабжение энергией производится от постороннего источника (le secteur du Sud-Lumière) при помощи двух трансформаторов в 200 киловольт-ампер, 14500/500 вольт при 50 пер. в сек, включенных на главную распределительную доску при помощи двух специальных электрических выключателей, управляемых с распределительного пюпитра. Для освещения установлен вспомогательный трансформатор на 5 клв, дающий ток в 110 вольт.

Четыре машины высокой частоты питаются постоянным током в 220 вольт от четырех групп преобразователей на 52 клв, питаемых током в 500 вольт с распределительного устройства. Каждая группа преобразователей состоит из асинхронного мотора с током в 83 ампера, с максимальным $\cos \varphi = 0,9$ при полной нагрузке, дающего 980 оборотов в минуту, и шунтового генератора постоянного тока в 220 вольт, 235 ампер, соединенных между собой муфтами. Каждый из генераторов постоянного тока может питать любую группу высокой частоты.

Местная силовая установка. Две группы дизелей по 150 НР или 110 клв расположены в другом помещении. Горючим для них служит мазут. К дизелям подведены трубки от трех резервуаров, один из коих с маслом для смазки, другой с керосином для пуска в ход, третий с мазутом. Два генератора по 500 ампер на 220 вольт, приводимые в действие от дизеля помощью ременной передачи, могут заменить каждый две группы преобразователей. Генераторы приключены к главной доске. Двойной переключатель на доске позволяет брать ток на машину высокой частоты либо от одного вспомогательного генератора постоянного тока, либо от двух динамо, включенных параллельно, действующих от асинхронных моторов (преобразователей). Имеется зарядный агрегат в 15 клв, 110 вольт для зарядки вспомогательной батареи аккумуляторов в 450 ампер-часов, предназначенной для обслуживания всевозможных устройств: реле, контрольных приборов, автоматов и освещения на случай прекращения тока линии.

Распределительное устройство содержит измерительные приборы генераторов постоянного тока и заряда батареи, реле автоматы, а также управление насосами.

Машина высокой частоты. Четыре машины высокой частоты приводятся в действие моторами постоянного тока. Моторами служат машины компаунд в 60 HP, 220 вол. 6000 об. в мин. Альтернатор дает ток в 32400 периодов ($\lambda = 9260$ мт). При работе в холостую каждый альтернатор мощностью в 25 квт дает 310 вольт при 80 амп. Скорость вращения альтернатора высокой частоты поддерживается постоянной посредством механического регулятора.

Установка дает возможность брать энергию от одного альтернатора на половину антенны, или от двух альтернаторов параллельно, причем каждый приключен к своей половине антенны, либо от четырех альтернаторов параллельно, расположенных в две группы, каждая из коих приключена к своей половине антенны, давая общую мощность в 100 квт. Наконец, они могут работать диплексом, т.е. каждый альтернатор или группа из двух альтернаторов независимо на половину антенны и, на разных волнах, расходящихся до $10^0\%$.

Антенна. Зонтичная антенна поддерживается решетчатой железной мачтой в 250 мт высотой на оттяжках и расположена сзади радиостанции. Она состоит из 18 проводов из многожильного кабеля в 4,1 мм в диаметре из телеграфной бронзы с сердцевинкой из телефонной бронзы. Натяжение на каждый провод в тихую погоду составляет 90 клгр, при сильном ветре 250 клгр. Провода изолированы двумя палкообразными изоляторами; их нагрузка на разрыв около 600 клгр. Провода антенны длиной в 200 мт разделены на две секции с отдельными вводами на радиостанцию. Емкость одной из этих секций 0,011 микрофарады, полная самоиндукция 2800 микрогенри; емкость второй секции 0,011 микрофарады, самоиндукция 2300 микрогенри.

Каждая из этих двух секций антенны питается одним или двумя альтернаторами высокой частоты в 25 квт, причем частота у них может расходиться до $10^0\%$. Так как взаимная емкость обоих контуров вследствие их близости довольно велика и равна 0,0025 микрофарады, то секторы соединены самоиндукцией, образующей заградительный контур. Тогда индуктированный ток между секторами не превышает 7% рабочего. Частота в периодах в секунду для первого контура 31500, для второго — 28500, для заградительного контура 30000.

Для устройства антенны потребовалось 17000 мт антенного провода и 14500 мт стального.

Омическое сопротивление после установки фарфоровых изоляторов лучшего качества оказалось равным 2,5 ома.

Напряжение в открытом контуре антенны равно 45000 вольт.

Заземление состоит из 36 проводов длиной 410 мт, 3 мм в диаметре, из красной меди, расположенных вокруг мачты и расходящихся радиусами под углами через каждые 10^0 . Провода эти расположены на

глубине 20 см, подходят к зданию радиостанции четырьмя пучками по 9 проводов и соединяются с удлинительной самоиндукцией антенны.

Противовес состоит из двух систем по 36 проводов, расположенных по обе стороны радиостанции. Провода расположены на столбах на расстоянии 135 мт от мачты и приключены к соединительному кабелю, образуя „корону“. Вторая корона, радиус которой 275 мт, имеет замыкающий кабель, состоящий из 10 проводов. Таким образом имеется 36 многожильных кабелей 4,1 мм в диаметре из телеграфной бронзы с сердцевинкой из телефонной бронзы, исходящих из центральной мачты к столбам на расстоянии 135 мт, а также 72 провода 3 мм диаметром из неотожженной меди, идущих от первой окружности ко второй, находящейся на расстоянии 274 мт от центральной мачты.

Каждая группа изолирована от мачты цепью изоляторов, выдерживающих напряжение 25000 вольт эффективных и с разрывающим усилием в 6 тонн.

Связь альтернатора. Альтернатор приключен к трансформатору, вторичная обмотка которого включена между удлинительной катушкой антенны и землей. Связь трансформатора регулирует мощность в антенне.

Автоматическая передача. Два распределительных стола установлены для автоматического управления группами высокой частоты и снабжены аппаратами для измерения связи цепей высокой частоты. Между столами имеется установка для работы из Парижа помощью трансляции. Входящий ток действует на реле Бодо, который в свою очередь замыкает реле в 110 вольт постоянного тока, а это последнее замыкает реле постоянного тока в 220 вольт, которое действует на главное реле, работающее в цепи альтернатора высокой частоты.

В контрольном зале помещаются: 1) упомянутое реле Бодо, 2) осциллограф для фотографической записи, 3) аппарат Уитстона для автоматической передачи, 4) темное помещение.

Кроме того на радиостанции имеются кабинет заведывающего радиостанцией, помещение для дежурных и мастерская.

Трансконтинентальная радиостанция.

Оканчивающаяся постройкой Трансконтинентальная радиостанция предназначена для связи с Северной Америкой (Канада, Соединенные Штаты), Южной Америкой (Бразилия, Аргентина), Южной Африкой (мыс Доброй Надежды), Индией и Дальним Востоком (Китай, Япония).

Здание радиостанции находится посредине плато Сент-Ассиза и занимает площадь 84 мт $\times$ 21,6 мт. На левом крыле здания расположены трансформаторы и передатчики, на правом силовая установка, занимающая помещение 37 мт $\times$ 12,6 мт.

Питание током. Трехфазный ток от le secteur Sud-Lumière напряжением в 14500 вольт поступает на радиостанцию. Помещение для трансформаторов содержит: 1) два трансформатора на 80 киловольт-ампер, 14500/200 в для питания двух вспомогательных групп преобразователей в 60 кв для освещения, управления распределительными устройствами, насосов и пр., 2) два трансформатора на 1300 кв-а, 14500/3000 в для питания преобразователей в 1000 кв, 3) один трансформатор 25 кв-а, 14500/200 в. для пуска током 90 кв-а этих групп помощью асинхронного мотора. Эти трансформаторы приключены к сети в 14500 вольт при помощи масляных выключателей, управляемых электрически с распределительного стола передатчика. Измерение работы трансформаторов производится помощью измерительных трансформаторов, дающих возможность наблюдать на распределительном столе питание каждой группы.

Группа преобразователей. Группы высокой частоты питаются постоянным током в 500 вольт. Две группы синхронных преобразователей приключены к распределительному устройству к которому также приключены моторы высокой частоты. Преобразователи представляют собой следующие машины, соединенные муфтами: 1) синхронный мотор в 1150 НР, 3000 вольт, 50 периодов, 2) генератор на 1000 кв, 500 вольт, 2000 амп, с независимым возбуждением от распределительной доски в 110 в, 3) пусковой асинхронный мотор 85 НР, 225 амп, 200 в, 4) возбудитель мотора шунтовой 46,5 кв, 110 в.

Преобразователи в 1000 кв, моторы и динамо, а также и группы машин высокой частоты охлаждаются помощью воздушных вентиляторов.

Установка высокой частоты. Ток высокой частоты получается от четырех машин, из коих две мощностью по 250 кв, две по 500 кв в антенне.

Данные машины высокой частоты 250 кв: мотор компаунд с добавочными полюсами в 610 НР с независимым возбуждением на 110 вольт, 3000 об. в мин. Альтернатор мощностью в антенне 250 кв, имеющий напряжение при работе в холостую 310 вольт, нормальный ток 90 амп, частоту 20400 периодов, скорость 3000 об. в мин. Обмотка содержит восемь секций, включенных попарно. Возбуждение получается током в 110 вольт. Число полюсов 408. Охлаждение обмоток и подшипников масляное, причем масло в свою очередь охлаждается водой из специального бака в 60 мт³.

На агрегате имеются специальные контрольные аппараты, указывающие на степень нагрева подшипников и обмоток и давление масла в охлаждаемых частях, тахометр, вольтметр, указывающий неправильность центрирования в междужелезном пространстве, равном 0,7 мм, специальный насос для откачки воздуха из машины для уменьшения

трения о воздух. Число оборотов поддерживается механическим регулятором Тюри.

Машины в 500 квл приводятся в действие каждая двумя моторами постоянного тока в 500 вольт, расположенными по обоим сторонам машины высокой частоты и соединенными непосредственно с машиной.

Данные альтернатора: мощность в антенне 500 квл, напряжение при работе в холостую 310 вольт, частота 15000 периодов, скорость 2500 обор. в мин. Обмотка содержит восемь секций, из которых каждая присоединена к трансформатору высокой частоты. Пространство между железом достигает здесь 1 мм. Возбуждение производится посредством тока в 110 вольт.

Аппараты для охлаждения, аппараты для регулирования скоростей и контрольные аппараты сходны с соответствующими аппаратами для машины в 250 квл. Ротор альтернатора вращается в разреженном пространстве с давлением 30 см ртутного столба.

Все четыре машины высокой частоты установлены на бетонных основаниях прямо на грунте и совершенно независимо от фундаментов строения радиостанции.

Антенна. Антенна состоит из двух горизонтальных ветвей, расположенных по обе стороны радиостанции и образованных из параллельных проводников, находящихся в одной горизонтальной плоскости. Каждая ветвь поддерживается восемью квадратными решетчатыми мачтами высотой в 250 мт и длиной стороны основания в 2 мт. Каждое ребро мачты поддерживается семью оттяжками, прикрепленными к трем якорям, зацементированным в массивах, расположенных на уровне земли. Мачты расположены в два ряда, причем расстояние между соседними мачтами в ряду и между рядами равно 400 мт.

Антенна состоит из 20 проводов, из коих 18 проводов в середине из бронзового кабеля в 4,7 мм в диаметре и 2 по краям в 6 мм в диаметре. Эти провода более раздвинуты посредине, чем по краям, с целью лучшего использования явлений самоиндукции и емкости, и приключены медными проводами к поперечному кабелю, поддерживаемому при посредстве промежуточных изоляторов вторым поперечным кабелем, каждый конец которого намотан на лебедку у подножия поддерживающей мачты. Нормальное натяжение этих кабелей 3000 клгр, а у боковых кабелей оно достигает 3400 клгр.

Каждая ветвь антенны занимает в длину $400 \times 3 = 1200$ мт, а со снижением проводов к вершине мачты в 50 мт высотой общая длина каждой ветви не менее 1500 мт, не считая вводов на радиостанцию, состоящих из 4 кабелей в 10 мм в диаметре. Всего на устройство антенны пошло 65 клм провода.

Сеть даст по установке всех машин 240000 метр-ампер.

Заземление. Почва плато Сент-Ассиза глинистая, хорошо удерживающая влагу, дает прекрасное заземление. Принята система из нескольких заземлений.

а) Главное заземление состоит из замкнутой сети проводов на глубине 30 см под землей, часть коих параллельна, другая перпендикулярна направлению антенны. Десять проводов в 3 мм в диаметре параллельны антенне и простираются на 120 мт за концы мачт. На расстоянии в 50 мт от мачт, внутри площади, образуемой продолжением продольных рядов мачт, зарыта с каждой стороны медная полоса в 27 мм шириной и 1 мм толщиной. С другой стороны, столбы, о которых речь будет ниже, расположенные по одному между двумя боковыми мачтами, также присоединены к этим полосам.

Поперечные провода образованы 3,3 мм кабелями, протянутыми на всей территории сети. Соединения проводов заземления спаяны с целью обеспечить возможно хороший контакт. Две маленьких решетчатых мачты в 15 мт воздвигнуты между каждой крайней парой мачт (ближайшей к станции) и мачтой 20 мт, упомянутой выше. Несколько тонких кабелей соединяют оттяжки и проходят на высоте около 15 мт, опираясь на столбы, упомянутые выше. Батареи конденсаторов, поддерживаемые этими столбами, соединены с этими проводами с целью привести напряжение к нулю.

б) Вспомогательные заземления установлены и соединены с описанными основными. Они состоят из медной пластины, расположенной под якорями мачт, цинковой пластины под бассейном, в котором протекает вода для охлаждения дизелей, цинковой пластины под выемкой с мазутом, цинковых пластин под основаниями дизелей и заземления под залой с самоиндукциями передатчика из медных полос около 10 см ширины, расположенных на расстоянии в 30 см и соединенных с поперечными медными полосами.

Соединения цинка и меди оставлены открытыми для возможности постоянного наблюдения за их исправным состоянием. Все было принято во внимание для установления заземления возможно хорошего качества. Всего пошло на заземление 227 км медного провода и более 10 км медных полос.

Автоматическая передача. Передача производится из Парижа через посредство трансляции. Приходящий ток в 10 вольт действует на реле Бодо, которое замыкает реле в 110 вольт, последнее в свою очередь замыкает реле распределительного устройства в 500 вольт, замыкающего накоротко и размыкающего различные секции альтернатора.

Контрольный зал состоит из устройства, дающего возможность работать автоматически или от руки. Имеется устройство для пишущего фотографического приема помощью осциллографа.

Силовая установка. Она состоит из двух групп по 1500 НР и двух по 90 НР. Каждая группа по 1500 НР состоит из одного четырехцилиндрового двухтактного дизель-мотора в 150 об. в мин, соединенного непосредственно с генератором постоянного тока в 900 квт. Для установки дизель-мотора перед пуском за мертвую точку имеется 7-сильный электромотор. Пуск осуществляется сжатым воздухом. Для начальной работы употребляется керосин, а затем переходят на мазут. Длина мотора с динамо 15 мт, ширина 4 мт, высота над уровнем пола около 4,5 мт. Маховик в 4 метра в диаметре, 1 мт шириной весит 36 тонн, Рама мотора весит 31 тонну, вес мотора больше 200 тонн. Дизель-мотор установлен на бетонном фундаменте в 8,5 мт высотой с бетонной подушкой в 2 мт. Потребление топлива при полной нагрузке 180 гр. на 1 НР час.

Генераторы непосредственно соединены с дизель-мотором. Вследствие небольшой скорости вращения им пришлось дать большие размеры. Якорь диаметром 1,4 мт весит 11 тонн. Возбуждение независимое берется от 110 вольт. Динамо снабжены электрическими регуляторами Тюри для поддержания постоянного напряжения.

Каждая группа в 90 НР состоит из дизель-мотора четырехтактного двухцилиндрового в 275 оборотов 90 НР, непосредственно соединенного с шунтовым генератором постоянного тока в 60 квт на 110 вольт. Пуск в ход аналогичен пуску дизель-мотора в 1500 НР и потребление горючего такое же.

Имеется батарея аккумуляторов в 460 амп-часов для управления автоматами и вспомогательными системами. Для зарядки аккумуляторов имеется группа зарядных агрегатов. Существует хорошо оборудованная мастерская для ремонта.

Отопление паровое с низким давлением.

Кроме того имеются кабинеты начальника радиостанции, его помощника и дежурная комната.

Обслуживающий технический персонал трансконтинентальной станции в Сент-Ассизе имеется в количестве около 45 человек.

Приемный Центр.

Приемный Центр устроен в Виллекрене между Парижем и Сент-Ассизом. Он состоит из центрального здания и шести приемных станций. Каждая представляет собою четырехугольную кирпичную башню. Внутри каждой приемной станции помещается большая подвижная рамка и приборы для избирательного антипаразитного приема. Эти аппараты помещены в кабине с металлической обшивкой, играющей роль клетки Фарадея, предохраняющей от непосредственных мешающих действий всякого рода. Прием на слух, пишущий прием и дальнейшая передача по проводам осуществляется в Центральном Радиотелеграфном Бюро в Париже.

Центральное Радиотелеграфное Бюро в Париже.

Центральное Радиотелеграфное Бюро установлено в центре Парижа, около биржи. Соединенное прямыми проводами с передаточными и приемными станциями, Бюро является „мозгом“ всех установок. Из этого бюро передача производится автоматически быстродействующими аппаратами. В этом же бюро осуществляется автоматическая запись сигналов, принятых в Приемном Центре.

Телеграммы для передачи поступают либо от телеграфной сети, либо от приемных радиостанций (транзитные телеграммы), либо от заинтересованных учреждений. Принимаемые телеграммы, поступающие от Приемного Центра, направляются по назначению либо по телеграфу, либо на передаточные радиостанции (транзитные телеграммы), либо в столичный отдел распределения телеграмм.

Телеграфные линии, снабженные аппаратами Бодо, соединяют Центральное Бюро с телеграфом Приемного Центра на случай повреждений радиотелеграфных линий.

Вся связь сосредоточена таким образом в Центральном Бюро.

Передача телеграмм производится автоматическими трансмиттерами помощью перфорированной ленты, приготовляемой на перфораторах с буквенной клавиатурой. Все аппараты приводятся в действие электрическими моторами. Скорость передачи может достигать 200 слов в минуту.

Запись сигналов производится помощью новейших усовершенствованных методов, именно:

а) Фонографический метод,—фонограф принимает со скоростью 25—100 слов в минуту и затем повторяет сигналы с желаемой степенью медленности.

б) Запись регистрирующим ондулятором производится при скорости больше 100 сл. в минуту. Ондулятор состоит из очень чувствительного реле, управляющего сифоном, чертящим непрерывную ломаную линию на ленте, передвигающейся помощью маленького электрического моторчика.

в) Запись печатающими аппаратами. Поступающие из Приемного Центра телеграфные сигналы могут также действовать на специальные, аппараты, перфорирующие ленту. Расположение отверстий в ленте зависит от формы сигналов. Другой аппарат автоматически расшифровывает перфорированную ленту и печатает ее текст в виде обыкновенной телеграммы.

г) Для очень больших скоростей может служить фотографический метод. В приемном контуре помещается зеркальный гальванометр, отражающий пучек лучей на светочувствительную ленту. Этот метод

улавливает при приеме сигналы со скоростью до 300 слов в мин. Проявление, фиксирование, мытье и просушивание ленты производятся автоматически посредством специально приспособленного устройства. Аппараты дают возможность приема на одну ленту одновременно двух телеграмм, хотя бы от разных радиостанций. Сигналы читаются по азбуке Морзе и отличаются четкостью. Фотографический способ приема может служить также для контроля исправности действия приемных аппаратов.

Средства связи с абонентами. Для приема телеграмм от абонентов пользуются, с одной стороны, многочисленными телефонными аппаратами, соединенными с телефонной станцией абонентов частного пользования, с другой стороны, одним аппаратом Бодо квадруплекс и тремя аппаратами Хьюгса, соединенными с Центральным Телеграфом.

Для передачи принятых радиотелеграмм по назначению пользуются аналогично телефонными аппаратами и упомянутыми телеграфными аппаратами.

Аппаратом Бодо квадруплекс пользуются в часы наибольшей нагрузки депешами, а в другое время пользуются аппаратами Хьюгса.

Телефонная сеть, снабженная центральной батареей, может держать связь со 100 частными абонентами и десятью абонентами телефонной сети. Специальные „секретные“ реле не дают возможности клиентам сообщаться между собой.

Связь радиостанций и Бюро. Приемный и передаточный центры и Центральное Бюро соединены между собой помощью соответствующих телеграфных и телефонных аппаратов. Эта связь осуществляется помощью двух свинцовых кабелей с четырнадцатью парами проводов, из коих один соединяет Бюро с передаточным центром, а другой с приемным центром. Имеются также запасные телеграфные линии на случай обрыва главных.

Пропускная способность Континентальной, Трансконтинентальной и приемной станций предполагается следующей:

Трансконтинентальная станция при работе двумя передатчиками 12000 сл. в час.

Континентальная станция при работе двумя передатчиками 12000 сл. в час.

Приемная станция (6 приемников) из расчета 1000 сл. в мин. 60000 сл. в час.

Итого обмен . 84000 сл. в час.

или около 2000000 сл. в сутки.

Ход постройки Радиотелеграфного Центра.

Закладка Радиотелеграфного Центра в Сент-Ассизе имела место 9 января 1921 г., с какого дня и началась интенсивная работа по постройке. Густой лес Сент-Ассиза пришлось частично вырубить. Для перевозки материалов был устроен маленький порт на правом берегу Сены, над которым плато Сент-Ассиза возвышается более, чем на 30 мт. Из порта груз доставлялся или помощью вагонеток, или на грузовых автомобилях, для чего пришлось прокладывать соответствующие дороги. Для помещений служащих был расчищен широкий участок во владениях замка Сент-Ассиз.

С апреля 1921 г. ламповая радиостанция в 2 квл обслуживает связь Парижа с Лондоном. 9 июля 1921 г. открыла свои действия Континентальная станция (позывные UFR). В начале сентября 1921 г. была закончена постройка мачт трансконтинентальной станции.

4 июля 1922 г. открыла свои действия, пока не в полной мере, Трансконтинентальная станция (позывные UFT), связавшись с американской станцией Мерион (WSO). Пока действует лишь одна машина в 250 квл, тем не менее, по заявлению радиостанций в Буэнос-Айресе и Бейруте сигналы Сент-Ассиза несравненно сильнее Бордо и вообще европейских радиостанций. В антенне ток в настоящее время 460—500 амп, а в Круа д'Хинс 390—480 амп. Причина такой хорошей слышимости сигналов Сент-Ассиза заключается, как можно судить из изложенного выше, в полном постоянстве длины волны машины высокой частоты, в отсутствии гармоник, наличие которых составляет существенный недостаток дугового передатчика, и в прекрасной передаче. Если сравнить результаты работы машины и дуги с величинами поглощаемых энергий, то преимущества машины выступают еще разительней. Для получения силы тока в 560 амп радиостанция Сент-Ассиз берет мощность в 300 квл в антенне. При меньшей интенсивности и меньшей эффективной силе самые сильные дуговые станции потребляют мощность в 1000 квл на зажимах дуги.

В полном объеме Трансконтинентальная станция должна открыть свои действия в конце 1922 г. Приемный центр в Виллекрене открыл свои действия весной 1922 г.

В заключение считаю своим долгом выразить свою глубокую благодарность инж. А. Ф. Шорину, помогшему мне разобраться в материале, легшем в основание настоящей статьи.

Нижегородская Радиолaborатория.

Ноябрь 1922.

Жизнь радиотелеграфиста на острове Диксон.

Н. Р. Дождикова.

Диксон (73° 30' с. ш.) представляет из себя небольшой остров вулканического происхождения, почти целиком состоящий из нагроможденных в беспорядке каменных скал с лежащим, между некоторыми из них, вечным снегом. Сильно изрезанное очертание берегов бухтами и заливами разной формы и величины, масса раскинутых вокруг острова мелких островков с проходами и проливами делают остров своеобразно красивым. Но громада хаотически разбросанных в океане голых скал, темный цвет их, с режущей глаз белизной снеговых залежей, отсутствие растительности, темнозеленый рокочущий океан и северное небо — придают острову мрачную и жуткую картину. Поставленные на видных местах гидрографические знаки, присутствие черных гаг и белых чаек с их плачущим криком создают еще большее впечатление, и остров кажется островом печали и вечного покоя. Невольно зарождается мысль, как может здесь существовать маленькая кучка людей, обслуживающих приютившуюся на берегу радиостанцию, которая стушевывается общей картиной.

Надо отдать честь и уважение товарищам, посвятившим себя служению радиodelу в этой мрачной обстановке, и большую часть уважения Главному Гидрографическому Управлению, которое всеми средствами и способами старается скрасить жизнь отшельников.

Заботы Гидроуправления сразу же видны, как только вступаешь на территорию радиостанции, так как остров оглашается громким лаем 20 громадных белых собак, выскакивающих навстречу каждая из своей будки-домика и готовых разорвать неведомого пришельца. Это — штатные северные, охотничье-ездовые собаки, что замечается по их виду и по находящейся вблизи-ездовой упряжи: сбруе и нартах; это единственные друзья северян. Север без них мертв и недоступен.

При входе в общежитие служащих видна хозяйственность, умелая, заботливая и внимательная обставленность: до мелочей подобранная комнатная обстановка, безукоризненный и безусловно полный набор хозяйственных и кухонных принадлежностей, наборы инструментов для всевозможных ремесел и работ по хозяйству и самообслуживанию, большая библиотека, фотографический кабинет, аптека, музыкальные инструменты, приспособления для игр и гимнастики, подбор оружия от простого ножа до винтовки новейшей конструкции включительно. Но

верхом всего является снабжение служащих одеждой и продуктами питания, запасы которых поддерживаются на 5—6 летнее существование штата. Изысканностью стола служащие радиостанции несомненно могут изумить заезжего человека, который видит пред собой свежие, сушеные, консервированные фрукты, овощи, молоко, яйца, мясо, копчености, вина, закуски, шоколад, конфеты — словом всё от квашеной капусты до заграничных деликатесов, и от русской махорки до гаванской сигары включительно. Все это говорит за то, что Гидроуправление обращает на служащих Севера сугубое внимание, обеспечивая их безусловно всем жизненно необходимым и этим умаляя тяжесть жизни за полярным кругом. И, естественно, что только при таких условиях возможно существование человека в этом суровом крае. Можно с уверенностью сказать, что за такое внимательное отношение к служащим последние отвечают тем же по отношению к службе. Это наглядно видно из того, что штат радиостанции поддерживает радиосвязь станций, пришедшей в непозволительное техническое состояние.

Насколько сурова и неприглядна жизнь на острове Диксон, можно судить по особенностям и резким противоположностям времени года. Год Диксона проходит так. Во вторую половину сентября в океане начинают двигаться с севера на юг полярные льды, спасаясь от которых все суда уходят из северных морей, и остров на целые 9—10 месяцев остается отрезанным от мира, не имея никаких средств сообщения (ближайшие чумы инородцев от Диксона 1000—1100 верст на юг). В это же время начинаются осенние штормы и снегопады, а в конце сентября бухты и проливы острова замерзают. Вскоре подходят полярные льды, как бы осаждая остров, напирая на него своими громадами и загромождая берега горами льда—торосами. День быстро убывает, и в двадцатых числах октября начинается четырехмесячная, без проблеска дневного света, полярная ночь, во время которой 6—8 недель бушует северный снежный шторм, покрывая пространство толстым пластом снега такой плотности, что в случае надобности снег приходится пилить или рубить. Жизнь радиостанции замирает, так как главная ее работа только летом в навигационное время, когда станция должна держать постоянную связь с судами, плавающими в северных морях, сообщая им бюллетени своих метеорологических наблюдений и результаты по наблюдению за состоянием океана и льдов. Служащие радиостанции в эту непроглядную ночь в течение 4-х месяцев подряд живут при искусственном освещении, забывая существовавшие границы дня и ночи. Весь маленький штат (10 человек), не имея работ по службе, занимается своим маленьким хозяйством и личными делами, в большинстве—чтением, подготавливаясь к предстоящим охотам, редко выезжая на собаках к уставленным в разных местах острова западням для ловли песка. К концу января появляется первый отблеск дневного света, и настает горячее время охоты на песка. Целыми днями раз'езжают охотники по западням и набивают за это время зверька до 200—250 штук.

Наконец скоро появляется и солнце, сначала на несколько минут; с этого времени день быстро прибывает, сменяя ночь. Люди уже могут пользоваться днем для более рискованной охоты на белого медведя, живущего на полярных льдах. В такие дни 2—3 человека на собаках направляются к полярным льдам, разыскивают медведя (а это очень не трудно), выпрягают собак, которые бросаются на владыку северных морей, задерживают его, чем пользуются охотники и двумя-тремя выстрелами из винтовок убивают северного великана. Охота ведется до того времени, пока полярные льды не двинутся на север, унося с собой своего постоянного жителя, медведя. За время благоприятное для этой охоты (5—6 недель) убивается 15—25 медведей. Наконец лед отошел, солнце взяло верх над темнотой ночи, и в марте — апреле ночь сменяется, бесменным в течении трех месяцев днем с незаходящим солнцем. Это самое бодрящее жизнь время, хотя и оно имеет свои недостатки, так как от незаходящего солнца люди не могут найти себе места для отдыха: нормальный сон нарушается, глаз режется от избытка света, и эта резкая противоположность в сравнении с полярной ночью, когда чувствуется понижение деятельности организма и сонливость, ощутимо действует на нервы. В это время прекращаются всякие охоты, наступает отдых, ожидается прилет птиц и празднуется день трофеев охоты, заключающийся в том, что всё добытое охотой делится на равные пай, которые и разыгрываются жребием по числу всех служащих, вне зависимости от их личного участия в охотах (повар, метеоролог не имеют возможности принимать участие в охотах, но получают равные права при жеребьевке). В мае прилетают неисчислимые стада гусей, уток, гаг, гагар, чаек; начинается новая охота (в большинстве случаев — непосредственно из окна общежития).

В июле океан совершенно освобождается от льда; ожидается самый большой праздник — приход первого судна. Насколько радостен этот день, можно судить хотя бы только потому, что люди, получив по радио известие о приближении судна, за 2—3 дня ожидания его нервничают более, чем за все 9 месяцев одиночества. Наконец судно прибыло, прибыла смена желающим уехать с Диксона (желающие служат любое количество лет, но не обязываются более года); прибывшим устраивается самая гостеприимная встреча, люди торопятся наговориться и, наконец, удовлетворенные принимаются за ту горячую радиоработу, которая наблюдается во время навигации. Летом сравнительно большая работа станции, некоторое оживление природы, выражающееся в освобождении океана от льдов и стаивании снега на острове (не полное), прилет птиц, теплая погода (до $+40^{\circ}R$) и чуть заметная зелень северного мха вносят в жизнь живущих на острове некоторое оживление, дающее возможность несколько сгладить суровую обстановку острова и забыть пережитое одиночество в жестокую зиму до -65° с мрачной непроглядной ночью. Но это недолго; через 10—12 недель снова приносится грозная весть о движении полярных льдов,

постепенно деятельность радио замирает, люди начинают готовиться к зиме и заметно нервничают. Последнее сказывается в особенности перед отходом последнего судна. Насколько велико было желание встретить первое судно, настолько же велико—проводить последнее, и в этом сказывается тяжесть предстоящего одиночества в суровой обстановке крайнего севера. Наконец, судно отходит и жизнь острова повторяется, делая свой следующий годовой оборот, почти ничем не отличающийся от многих прошедших.

Несмотря на все заботы Гидроуправления об обеспечении штата радиостанции всем, до мелочей, необходимым для жизни на севере, несмотря на старания разнообразить жизнь, она все же делает на людях свой отпечаток. Только люди энергичные, здоровые, сильные духом и телом могут жить в описанной обстановке, но и на них север заметно действует. И не мудрено; нервы захватившего сюда человека вряд ли смогут безболезненно выдержать и привыкнуть хотя бы к сильному шторму во время полярной ночи с его непрерывным надрывающим воем и визгом, продолжающимся в течении 2-х месяцев. А иногда в такое время в дверь постучится незванный гость—белый медведь, который не стесняется даже зайти в незапертое жилище человека. За время существования на о. Диксон радиостанции были подобные случаи, и два белых медведя убито в здании общежития: один в сенях и другой—в столовой. Не есть ли влияние исключительной обстановки такой факт: с одним из пришедших на Диксон судов в общежитие прилетела обыкновенная комнатная муха, которая среди диксонцев, как небывалая гостья, произвела целую сенсацию. Дорогая из родных мест гостья была окружена заботами и ухаживаниями, которые выразились в том, что для мухи оставлялась на столе специальная тарелка с птицей. Считался счастливец тот член общежития, на которого сядет эта муха; конечно, об уничтожении ее не могло быть даже и речи. Но вот однажды, во время обеда, муха села одному на лицо и тот забывшись убил ее; товарищи возмутились, дело дошло до ссоры, закончившейся чуть ли не кровавой схваткой с оружием в руках. Бросаются в глаза новому на острове человеку некоторая огрубелость и замкнутость живущих там. Они как то не могут подойти к разговору, найти общей темы, поддержать суждения, мало интересуются „вне диксоновской“ жизнью, хотя большинство искренне желают уехать с острова. Были печальные случаи сумасшествия на острове, что приводило прочих в уныние и давало им много физических и нравственных мучений. Все же можно сказать, что для человека энергичного, крепкого здоровьем, интересующегося природой, любящего охоту и сильные ощущения, Диксон интересен, дает много переживаний и познаний природы Севера с его своеобразной красотой.

Ново-Николаевск.

Январь 1922 г.

Машинный передатчик Московской Ходынской радиостанции.

Инж. М. М. Вербицкого.

Уже не раз отмечалось в специальной прессе, что несмотря на бедность и недостатки, материальные и в технических силах, радиостроительство РСФСР делает всё новые достижения. К ряду существующих уже в Москве передающих радиостанций, старой Ходынской искровой, дуговой Шаболовской и вновь открытой ламповой радиотелефонной, вскоре присоединится новая, *Ходынская машинная радиостанция*. Таким образом мы будем иметь в Москве передатчики всех существующих систем, и притом целиком построенные русскими рабочими из русских материалов по проектам и под руководством русских специалистов.

Ходынский машинный передатчик, о котором уже вкратце сообщалось на страницах „ТиТбп“¹⁾, строится по проекту и под общим техническим руководством проф. В. П. Вологодина и оборудуется машинами высокой частоты его системы. От перечисленных выше радиостанций, выстроенных в эпоху империалистической и гражданской войн в порядке „боевых“, „ударных“ и „сверхударных“ заданий, Ходынский передатчик, строящийся в настоящее время, отличается всем своим более фундаментальным и постоянным характером, как в постройке самого здания, так и в разработке всех деталей. Задуманный первоначально, лишь как замена устаревшего Ходынского искрового передатчика для связи центра со всей территорией РСФСР и отчасти Европой, теперь, с прекращением строительства радиостанции в Богородске, он должен превратиться уже в Трансатлантическую станцию, не обременяя по возможности государства чрезмерной стоимостью. В основу проектирования всех деталей были поэтому положены строжайшая экономия и стремление, по возможности, упростить и удешевить эксплуатацию и обслуживание радиостанции, чем разработанная здесь система будет отличаться от других систем передачи.

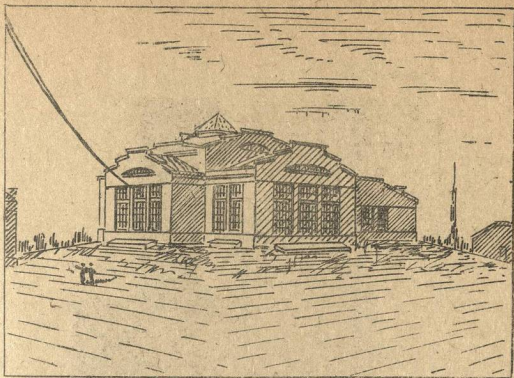
В окончательном виде новая станция будет оборудована двумя генераторами высокой частоты проф. В. П. Вологодина, каждый мощностью в 150 кв. 15000 периодов, с умножителями частоты его же системы, причем будет иметься возможность работать по желанию обоими машинами параллельно, что и даст связь с Америкой, или же порознь, основной или умноженной частотой.

¹⁾ № 15 стр. 589.

Собственного источника энергии радиостанция не имеет; признано более рациональным питать ее от сети МОГЭС'а (Московских Объединенных Государственных Электрических Станций). Ток МОГЭС'а не только должен обойтись дешевле, чем ток от местной установки, но и даст больше гарантий непрерывности действия и более постоянный вольтаж, а главное—более постоянную частоту, что имеет громадное значение для правильного функционирования станционных механизмов. Для подвода тока на станцию устроена специальная воздушная линия из трех проводов по 16 мм² на деревянных столбах, несущая трехфазный ток в 6600 вольт 50 периодов. Линия идет к радиостанции от ближайшей магистрали МОГЭС'а и имеет около двух км длины. В подвальном этаже здания передатчика установлен трехфазный трансформатор 500 кв, снижающий напряжение на 220 вольт, с соответственными выключателями и защитными приборами на стороне высокого и низкого напряжения. Вся проводка низкого напряжения трехфазного и постоянного тока, получаемого от местных умформеров, будет выполнена свинцовыми кабелями, проложенными по стенам и потолку подвального этажа; таким образом вид машинного зала в главном этаже не обезображивается множеством протянутых проводов. Такая мощность трансформатора взята в расчете на значительное расширение станции в будущем.

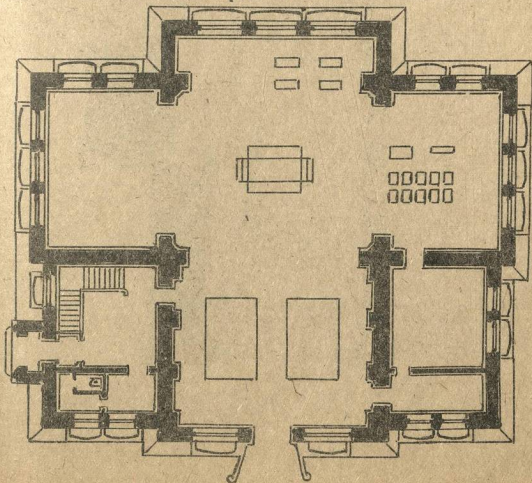
Генератор высокой частоты в 150 кв будет вращаться со скоростью 3000 оборотов в минуту, что при диаметре ротора в 1 мт соответствует окружной скорости около 160 мт в секунду. Ротор для простоты изготовления выполнен из трех частей общим весом около 1700 клгр. Специальное железо для статора, в возможности производства которого в России многие сомневались, удалось изготовить по указаниям проф. В. П. Вологодина на Добрянском и Чермозском заводах на Урале, причем оказалось, что по электрическим и магнитным свойствам железо даже превосходит аналогичные марки шведского. Литье, общим весом около 8 тонн, выполнено Сормовским заводом, обмотка и сборка будут производиться в мастерских Нижегородской Радиолaborатории. Генератор будет непосредственно соединен с трехфазным электродвигателем 185 кв 50 периодов изготовления Петроградского Эльмаштреста.

В связи с проводимой в настоящее время экономией во всех отраслях народного хозяйства, задерживается окончание 150-киловаттных генераторов; на станции будет установлен временно генератор проф. В. П. Вологодина мощностью в 50 кв 20000 периодов (черт. 4 стр. 787), законченный весной 1922 г. и в настоящее время стоящий в Радиолaborатории на экспериментальной работе. Генератор этот делает 4200 оборотов в минуту и имеет окружную скорость около 200 мт/сек., с ротором из одного диска весом около 500 клгр. Статор этой машины сделан также из Уральского железа, литье выполнено заводом бывш. Фельзер

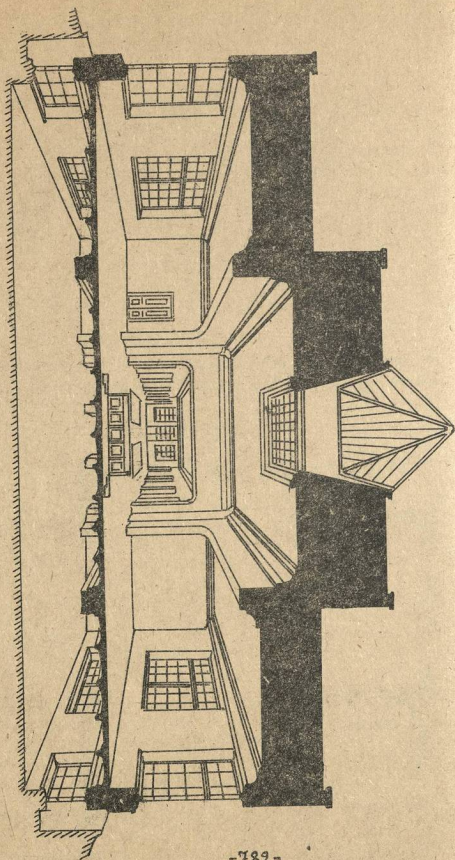


К станце: Машинный передатчик
Московской Telegraphической Работы.

Черт. 1 и 2.



24 p m. 3.



в Н.-Новгороде, сборка и обмотка произведены в мастерских Радиолaborатории. Генератор приводится в движение электродвигателем, делающим 1000 оборотов в минуту, через редуктор (зубчатую передачу), помещенный в чугунном кожухе в масляной ванне. Большое внимание обращено на разработку системы смазки, играющей громадную роль при значительных скоростях, свойственных машинам высокой частоты. Масло в подшипники машины и редуктор подается под давлением при помощи зубчатого насоса, приводимого в действие маленьким электродвигателем. Другой насос работает посредством передачи от вала главной машины и обеспечивает безусловно необходимый минимум смазки в случае остановки по чему-либо первого насоса. Насос с электродвигателем пускается и останавливается автоматически одновременно с генератором высокой частоты; специальной кнопкой возможно, однако, пустить его в ход при неработающей главной машине. Оба насоса забирают масло через фильтр из особого резервуара, установленного рядом с машиной у стены здания частью над, частью под полом главного этажа. Забранное масло подается в небольшой распределительный бачек, откуда несколькими трубками распределяется по назначению. На распределительном бачке установлены еще: манометр, показывающий давление масла, особый контакт, включающий сигнальную сирену, если при работе машин давление масла падает ниже некоторого предела, и перепускной клапан, приходящий в действие, если давление масла, наоборот, подымется свыше нормы, и открывающий прямой сток из распределительного бака в главный резервуар. Отработанное теплое масло тоже направляется обратно в главный резервуар, где охлаждается помещенным внутри его змеевиком с протекающей по нему водой, после чего вновь засасывается насосом сквозь фильтр. Таким образом все время циркулирует одна и та же порция масла, и расход его сведен к ничтожному минимуму. Для контроля смазки, кроме манометра на распределительном бачке, установлен второй манометр на кожухе редуктора, показывающий давление масла внутри последнего; на подшипниках установлены контрольные маслоуказатели, так что можно непосредственно наблюдать давление масла в каждом подшипнике. Для наблюдения за циркуляцией охлаждающей масло воды, на водоотводящей трубе устроен, на уровне главного этажа, перелив с воронкой, где струя воды может быть непосредственно наблюдаема и измеряема ее температура.

В статоре, где потери на единицу активного материала сравнительно велики, как это вообще неизбежно в машинах высокой частоты, устроено водяное охлаждение посредством тонких медных трубок, пропущенных сквозь железо статора, с протекающей по ним охлаждающей водой. Аналогичное описанному приспособление устроено и здесь для контроля над циркуляцией охлаждающей воды.

Генератор, временно, до получения подходящего приспособленного

к нему электродвигателя, работает от двух электродвигателей, соединенных между собой и с редуктором помощью эластичных муфт. Оба электродвигателя трехфазные, на 220 в при 50 пер., но один в 70 квл с коротко замкнутым ротором, а другой в 55 квл с обмотанным ротором и контактными кольцами. Такой выбор моторов обусловлен в значительной мере специфическими обстоятельствами времени: они взяты потому, что их своевременно удалось достать.

Кроме главного агрегата и насоса, на станции будут установлены рядом с ними два *вспомогательных агрегата*, с трехфазными моторами в 220 вольт 50 периодов и генераторами постоянного тока: у одного агрегата 2 квл 115 вольт, у другого 6 квл 65—100 вольт. Назначение первого агрегата давать постоянный ток для возбуждения генератора высокой частоты, для питания обмоток реле, моторов насосов и вариометра (см. ниже) и других вспомогательных целей. Второй агрегат служит исключительно для получения постоянного тока поляризации трансформаторов частоты.

Пуск в ход и управление агрегатами централизован на специальном пульте (черт. 7 стр. 791), расположенном на возвышении в центре зала, так что один дежурный может управлять сразу всеми механизмами станции.

Первый вспомогательный агрегат имеет мотор с коротко замкнутым ротором и пускается с пульта простым включением рубильника (см. схему низкой частоты черт. 5 стр. 788). От постоянного тока этого агрегата приходят в действие вспомогательные приборы.

Пуск главного агрегата производится посредством системы реле (черт. 9 стр. 791) и жидкостного реостата, помещенных в подвале у фундамента машин. Как известно, коротко замкнутый мотор не может давать сколько-нибудь значительного пускового момента, а работа пуска машины высокой частоты—сообщение громадной живой силы быстро вращающемуся ротору—велика; поэтому пуск производится только мотором с контактными кольцами, а коротко замкнутый включается лишь тогда, когда число оборотов уже близко к нормальному. Для пуска агрегата дежурный нажимает соответствующую кнопку на пульте, чем включается ток в катушки реле I, II и III, присоединяющих к сети статор мотора с кольцами. При этом на пульте загорается сигнальная лампа, извещающая дежурного о включении мотора в сеть. В это же время вспомогательные контакты реле I пускают в ход масляный насос.

Жидкостный реостат состоит из двух баков, стоящих один над другим. В верхнем баке помещены три главных и два вспомогательных электрода; в нижнем нормально находится запас содового раствора. Центробежный насосик, соединенный с небольшим электродвигателем, перекачивает содовый раствор из нижнего бака

в верхний. Насосик этот также пускается в ход, одновременно с масляным насосом, вспомогательным контактом реле II. По мере перекачивания раствора в верхний бак реостата увеличивается погруженная в жидкость поверхность электродов, сопротивление в цепи ротора главного мотора уменьшается, и агрегат постепенно разгоняется. Форма и площадь электродов и скорость перекачивания соразмерены так, что за весь период пуска мотор развивает приблизительно постоянный вращающий момент и расходует силу тока близкую к нормальной. Когда весь верхний бак наполнится жидкостью, агрегат уже развивает полные обороты. Когда уровень жидкости дойдет до вспомогательных контактов, через них замыкается цепь остальных реле IV, V и VI. Реле VI смыкает накоротко кольца мотора; IV и V присоединяют к сети второй (коротко замкнутый) мотор. Вспомогательные контакты реле IV останавливают насос реостата, и жидкость стекает обратно в нижний бак; контакты реле V, включенные параллельно вспомогательным электродам жидкостного реостата, не дают выпасть этим трем реле по стекании жидкости. Пуск главного агрегата требует около $2\frac{1}{2}$ минут. О законченном процессе пуска дежурный извещается загоревшейся второй контрольной лампой на пульте. В нижнем баке помещена пара вспомогательных контактов, размыкающихся при недостатке жидкости в нем, чем исключается возможность преждевременного повторного пуска. Для остановки агрегата достаточно нажать соответствующую кнопку на пульте, чем выключаются катушки всех реле; выпадая, они отключают от сети статоры обоих моторов и размыкают кольца обмотанного ротора. Сигнальные лампы на пульте при этом гаснут. Таким образом обслуживание агрегата упрощено до возможных пределов; операции пуска и остановки производятся простым нажатием соответственных кнопок. Контрольные лампы и упомянутая выше сигнальная сирена, обращающая внимание на падение давления масла, чрезвычайно облегчают наблюдение за машиной.

Пуск второго вспомогательного агрегата производится также помощью реле. Соответственно небольшой мощности и легким условиям пуска, здесь имеется одно трехполюсное реле VII, включающее также с пульта нажимом соответственной кнопки и присоединяющее статор мотора к сети, причем ротор находится под реостатом, и реле VIII, замыкающее ротор на короткое, когда агрегат достигает нормального числа оборотов. Остановка производится также нажимом соответственной кнопки на пульте, и состояние агрегата указывается сигнальной лампой. Вспомогательный контакт реле VII, аналогично таковому реле главного агрегата I, пускает в ход насос для циркуляции масла в трансформаторе частоты.

В случае порчи реле предусмотрена все же возможность пускать в ход станционные машины, для чего рядом с реле главного и вспомогательного агрегатов будут установлены соответственные рубильники,

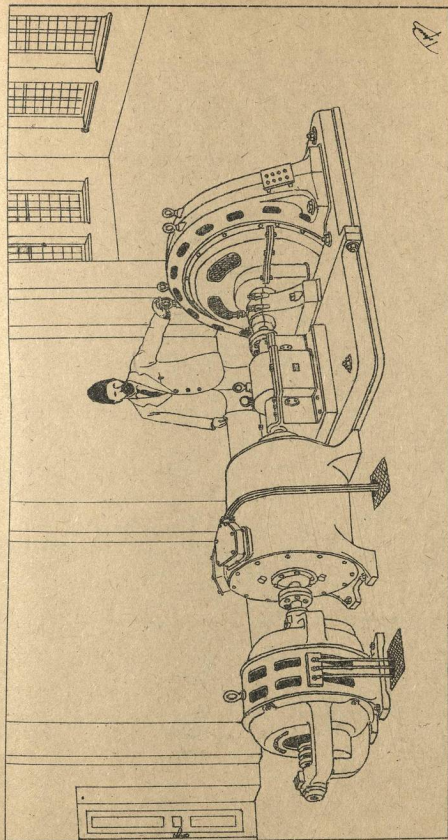
которые при нормальной работе приборов остаются все время разомкнутыми, и имеется ручной содовый насос.

Как резерв для вспомогательных агрегатов, предполагается установить ртутные выпрямители соответственной мощности, производства Радиолaborатории.

Динамо первого вспомогательного агрегата имеет параллельное возбуждение; ее шунтовой реостат установлен на пульте. Динамо второго вспомогательного агрегата имеет независимое возбуждение, ток возбуждения получается от первого агрегата, магнитный регулятор установлен также на пульте. Магнитный регулятор генератора высокой частоты, получающего ток возбуждения от первого вспомогательного агрегата установлен также на пульте.

Схема высокой частоты (черт. 6 стр. 788), предусматривает возможность работать по желанию основной или умноженной частотой; для этого будет служить переключатель, вводящий или выводящий трансформатор частоты. Получаемый от генератора ток высокой частоты поступает прежде всего в *трансформатор напряжения*. Как известно, машину высокой частоты вообще затруднительно намотать непосредственно на выгодное для трансформатора частоты напряжение, т. к. вследствие малого полюсного шага на изоляцию остается лишь ничтожное место; поэтому напряжение приходится повышать в особом трансформаторе, чтобы избежать кроме того несоразмерных затрат на проводку тока высокой частоты к контурным приборам. С другой стороны, при простейшей схеме, когда машина высокой частоты приключена непосредственно одним концом в землю, а другим в антенну, случайное пробивание изоляции и заземление обмотки статора в одной точке сразу выводит машину из строя; при применении трансформаторной связи эта опасность в значительной мере устраняется. Статор 50-кв машины разделен на четыре секции, каждая из коих дает в холостую около 250 вольт; соответственно этому первичная обмотка трансформатора напряжения разбита на восемь секций; каждая секция статора работает независимо от других на две секции трансформатора. Вторичная обмотка трансформатора состоит из двух секций и рассчитана на 750 вольт в холостую. Трансформатор устроен без железа, с общим весом меди около 40 клгр (хотя в самое последнее время явилось предположение заменить его железным).

Самоиндукция и коэффициент связи его обмоток подобраны так, чтобы получить возможный минимум кв-а на конденсаторах. От трансформатора напряжения, установленного в главном этаже в непосредственной близости к машинам, ток направляется в правое боковое крыло здания, где установлены контурные приборы. При работе основной частотой (переключатель волн вниз) один зажим вторичной обмотки трансформатора проходит через амперметр в заземление,



алем. 4.

другой через дроссель ключа, вариометр, удлинительную самоиндукцию в антенну.

Измерительные приборы, амперметр и вольтметр высокой частоты, помещены также на пульте и работают через специальные небольшие измерительные трансформаторы; антенный амперметр, помещенный на вводе заземляющего провода и работающий также через трансформатор тока, установлен на стене здания и имеет такие размеры, что дежурный может свободно отсчитывать его показания, не отходя от пульта.

Удлинительная самоиндукция состоит из трех отдельных элементов и включается при работе основной частотой, т.-е. длинной волной, полностью. Каждый элемент (черт. 10 стр. 792) состоит, в свою очередь, из трех плоских спиралей, свернутых из медной полосы достаточного сечения и периметра, общим весом 225 кгр. Спирали смонтированы на solidных шестиугольных деревянных рамах. Деревянные рамы стоят в свою очередь на достаточно solidных рильчатых изоляторах; друг от друга они отделены также изоляторами.

Вариометр (черт. 11 стр. 792), служащий для точной настройки антенны на частоту машины, осуществлен также в виде спирали из плоской меди весом около 18 кгр на шестиугольной деревянной раме одинаковых размеров с рамами удлинительных самоиндукций; ток подводится через подвижной контакт, скользящий по спирали и вводящий в цепь большую или меньшую часть ее. Контакт этот движется от специального электродвигателя 0,1 силы через червячную передачу. Чтобы избежать заедания, контакту, кроме вращательного, сообщается принудительно еще и поступательное движение по радиусу спирали. На валу червячного колеса насажен еще ограничитель хода, размыкающий включенные последовательно с моториком пружинные контакты, нормально сомкнутые. Когда контакт вариометра доходит до одного из концов спирали, ограничитель останавливает мотор, а на пульте загорается сигнальная лампочка. Для управления служит небольшой коммутатор, помещенный на пульте и имеющий 3 положения: „стоп“, „вперед“ и „назад“. Таким образом, управление вариометром также упрощено до крайности и производится дежурным у пульта. Благодаря механизму ограничителя хода и сигналов, совершенно исключена опасность порчи аппарата от рассеянности дежурного, пустившего моторик и позабывшего во время остановить его. Схемы соединения мотора вариометра с коммутатором и ограничителем можно видеть на черт. 5 стр. 788.

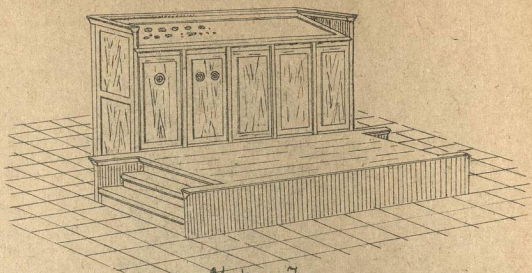
Пройдя удлинительную самоиндукцию и вариометр, ток выводится через *ввод антенны* с находящимся рядом с ним *земляным раз'единителем*. Назначение обоих приборов понятно само собой. Размеры ввода обусловлены мощностью станции; фарфор его весит 16 кгр.

Антенна и заземление временно используются существующие и поэтому здесь не описываются.

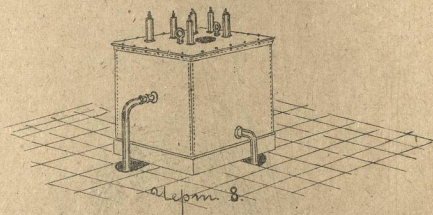
При включении упомянутого переключателя волн вверх, вводится в схему умножитель частоты, и станция переходит на работу короткой волной (см. схему высокой частоты на черт. 6 стр. 788). В этом случае схема высокой частоты состоит из двух контуров: первичного, образуемого вторичной обмоткой трансформатора напряжения, первичной обмоткой трансформатора частоты и батареей конденсаторов, приводящей систему в резонанс; вторичного — из вторичной обмотки трансформатора частоты и уже описанных приборов: заземления с амперметром, вариометра и самоиндукции удлинения, причем в этом случае включается только один из трех ее элементов. Особого вариометра для точной настройки в резонанс первичного контура не предполагается, так как данные всех входящих в контур приборов уже в начале надлежащим образом подобраны, и расстройка может произойти лишь от небольших изменений оборотов машины. Такие небольшие изменения могут быть проще компенсированы изменением насыщения, а следовательно и самоиндукции трансформатора частоты посредством надлежащей регулировки поляризующего постоянного тока. Батарея конденсаторов временно используется старая.

Трансформатор частоты (черт. 8 стр. 781) построен Нижегородской Радиолaborаторией по системе и проекту проф. В. П. Вологодина. Умножитель состоит из двух трансформаторов с железными сердечниками, несущих каждый три обмотки, надлежащим образом соединенные: первичную, вторичную и поляризующую, питаемую постоянным током. Сердечники сделаны из специального тонкого листового железа Уральских заводов толщиной 0,03 мм, также как и статор машины. Так как потеря, приходящаяся на каждый клгр железа, сравнительно велика, то приняты особые меры к отведению теплоты. Сердечник не представляет сплошной массы железа, а состоит из ряда пакетов, набранных из листков железа; толщина каждого пакета около 3 мм. Пакеты отделены друг от друга продухами, по которым циркулирует масло. Обмотки помещены на каждом сердечнике концентрически, одна внутри другой. Обмотки изолированы друг от друга и от сердечника пертинаксом. Обмотки помещены одна внутри другой не вплотную, а с некоторыми зазорами, по которым также циркулирует охлаждающее масло. Материалом обмоток служит медная пряжка квадратного сечения из множества тонких проводов, изолированная обмоткой и оплеткой.

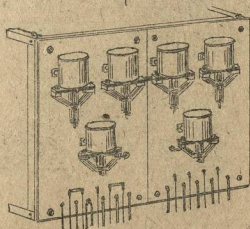
Оба сердечника трансформатора частоты смонтированы на деревянной основной доске, которая в свою очередь прикреплена к крышке масляного бака и вместе с ней вынимается из бака. Циркуляционный масляный насос, подобный таковому же у главного агрегата, но большего размера, и пускающийся одновременно со вспомогательным



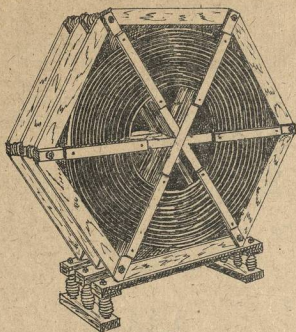
stepm. 7.



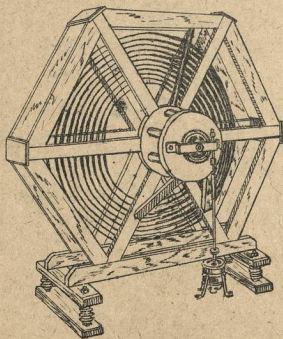
stepm. 8.



stepm. 9.



Черт. 10



Черт. 11.

агрегатом, дающим поляризующий ток (см. выше), гонит холодное масло в нижнюю часть бака трансформатора внутрь деревянной крестообразной рамки, откуда масло, пройдя сетку—фильтр, попадает в продуха сердечников и между обмотками, и лишь пройдя их, выходит через верхние отверстия продухов и разливается по всему объему бака, откуда засасывается насосом через выходную трубу, расположенную в верхней части бака. Из насоса масло не попадает обратно прямо в бак трансформатора, а проходит предварительно через охлаждающий змеевик, расположенный вне здания на дворе, в специально устроенном небольшом пруду, наполненном водой. Испаряющаяся из пруда вода пополняется из водопровода. Для контроля над циркуляцией масла устроены приборы аналогичные таковым у агрегата высокой частоты (см. выше). Такая система охлаждения, где все количество циркулирующего масла сначала принудительно направляется в многочисленные продухи и омывает самые глубокие внутренности трансформатора, дает возможность, несмотря на небольшие размеры трансформатора, держать температуру его в допустимых пределах, что и подтверждается опытом нескольких лет с аналогичными 3-квл установками, где удельная потеря даже еще значительно больше.

Как видно из схемы черт. 6 стр. 787, включение поляризующей и вторичной обмотки одинаково, так что в первой тоже появляется электродвижущая сила умноженной частоты, и так как число витков поляризующей обмотки сравнительно велико, то эдс умноженной частоты может достичь в ней большой величины, в данной установке около 1000 вольт. Чтобы уменьшить ток высокой частоты, проходящий по поляризующей обмотке трансформатора и вызывающий лишние потери, постоянный ток поляризации, прежде чем попасть в умножитель, проходит *дроссельную катушку*. Дроссель представляет собой катушку без железа, составленную из четырех секций, одна внутри другой, включенных по две в каждый полюс поляризующего постоянного тока. Каждая секция намотана „елкой“, чтобы уменьшить собственную емкость и опасность пробивания. Для обмотки, соответственно амперажу поляризующего тока, взят толстый медный кабель. Охлаждение катушки воздушное. Самоиндукция защитной дроссели выбрана так, чтобы проходящий все же через нее ток высокой частоты давал в трансформаторе-умножителе не более 3% ампер-витков рабочего тока умноженной частоты. На эту дроссель ушло 190 клгр медного кабеля.

Самое телеграфирование производится путем расстройки в надлежащие моменты (интервалы знаков Морзе) первичного контура. Такой способ выгоднее расстройки антенны, так как в периоды интервалов умножительный трансформатор вовсе разгружается, главный агрегат разгружается в большей степени, оба меньше нагреваются, расход энергии из питающей сети уменьшается. Вследствие остроты резонанса для расстройки достаточно лишь небольшого изменения самоиндукции.

Посылки манипулирующего тока от ключа Морзе или автоматического передающего аппарата передаются через соответственное реле и производят посылки радиосигналов, то настраивая, то расстраивая контур передатчика.

Как указано выше, все управление станционными механизмами до крайности упрощено и сосредоточено на *пульте* (черт. 7 стр. 791), расположенном в центре зала. Пульт деревянный, простой, солидной отделки; приборы расположены на панелях, числом 5. Первая панель для пуска 1-го и 2-го вспомогательного агрегата; на ней помещены: выключатель, вольтметр, шунтовой реостат, кнопки „стоп“ и „ход“, сигнальная лампа; вторая панель — пуск главного агрегата — кнопки „стоп“ и „ход“, сигнальные лампы, амперметр мотора; третья — высокой частоты: магнитный регулятор и амперметр возбуждения генератора высокой частоты, вольтметр высокой частоты; четвертая — коммутатор управления вариометром с сигнальными лампами „максимум“ и „минимум“ самоиндукции, амперметр высокой частоты; амперметр и регулятор поляризирующего тока; пятая панель запасная. Тут же под руками дежурного находятся краны для пуска охлаждающей воды в статор генератора и масляный бак. На пульте помещены еще сигнальные сирены, — одна из них включается из телеграфного помещения, где ведется обмен, и обращает внимание дежурного на необходимость подстройки, другие указывают на падение давления масла и циркуляционной воды. На переднем фасаде пульта на средней панели будет помещена памятная доска. Такая централизация приборов на пульте, сокращая до минимума необходимый персонал, способствует удешевлению эксплуатации станции, что и составляло одно из главных стремлений ее строителей.

Здание передатчика, вмещающее все описанное оборудование, выстроено специально для этой цели по проекту художника-архитектора А. Н. Полтанова. Конечно, наши средства не позволяют строить роскошных станций — дворцов, как то делается теперь за границей, однако, при всей своей простоте, здание все же производит впечатление пропорциональностью и продуманной разработкой своих частей (см. черт. 1 и 2, стр. 781).

Здание кирпичное, с железобетонными перекрытиями, с общей площадью около 500 м² и объемом 4000 м³, имеет достаточно светлый полуподвал высотой 2,50 м и главный этаж с высокими большими окнами, дающими богатое освещение всех частей помещения.

Постройка здания потребовала около 12000 человеко-дней рабочей силы, 175 тонн цемента, 630 м³ песка, 200 м³ щебня, 380000 кирпича, 26 тонн железных балок и соответственное количество других материалов.

Главный зал площадью 336 м² имеет в плане крестообразную форму. В передней части зала с высотой помещения 5,35 м располо-

жены машинные агрегаты. Для обоих главных агрегатов имеются отдельные фундаменты, независимые от самого здания. В этой части зала будет ходить мостовой подъемный кран для облегчения сборки и ремонта машин. В подвале будут расположены реле и реостаты. Боковые крылья зала той же высоты служат для помещения контурных приборов: емкостей, трансформаторов частоты и др. Приборы эти будут установлены в главном этаже. В подвале в левом крыле помещен трансформатор городского тока. Задняя сторона зала отведена для антенных приборов, вариометра и удлинительных катушек; здесь же в окне будет расположен антенный ввод. В центре зала, высотой 6,8 мт, на возвышении помещен пульт управления, так что дежурный у пульта сможет обозревать весь зал, не сходя с места. Для лучшего освещения пульта над ним устроен верхний свет. В подвале будут установлены еще котлы центрального отопления.

Такое расположение, при котором в одном зале каждая группа приборов занимает самостоятельную часть, представляется весьма целесообразным в отношении удобств осмотра и обслуживания всех частей радиостанции. Красота зала (черт. 3, стр. 782) и обусловлена не роскошной отделкой или искусственными украшениями, но конструктивностью и целесообразностью идеи. К главному залу, по обоим сторонам помещения машин, примыкают служебные помещения площадью по 36 м² с каждой стороны.

Размеры здания таковы, что все описанное первоначальное оборудование вмещается совершенно свободно и далеко еще не заполняет всего помещения, так что впоследствии мощность станции может быть значительно увеличена и добавлены новые единицы без необходимости перестройки здания.

Таково первоначальное оборудование, с которым вступит в работу новая русская радиостанция. Опыт ее работы должен будет послужить для целесообразной постройки более мощных станций, которые свяжут нашу столицу со всеми уголками земного шара.

Нижегородская Радиолaborатория.

Ноябрь 1922 г.

БИБЛИОГРАФИЯ.

Электричество. № 1. Октябрь 1922. Петроград — Москва. Издание Главэлектро ВСНХ при участии Электротехнического (VI) Отдела Русск. Технич. О-ва. 61 стр. in 4°. — После почти четырехлетнего перерыва возобновился этот старейший в России, и один из старейших в мире, журнал по электротехнике (основан в 1880 г.), в котором впервые из всех технических изданий мира появилось описание радиотелеграфной схемы (А. С. Попова). Содержание октябрьской книжки производит весьма серьезное впечатление строго выдержанным характером всех статей. Пять из них посвящено описанию современного состояния электротехники в Республике. Сюда же относятся вне редакционный отдел „Хроника электропромышленности и станций“. Две статьи, Каменского и Сахарова, представляют собою изыскания по теоретической электротехнике. В. В. Аничков описывает свои опыты, служащие к выяснению причины шумов в усилителе 3-тер.

По мысли проф. В. Ф. Миткевича эти шумы могут происходить от молекулярных движений внутри железных сердечников трансформаторов усилителя, дающих результирующее движение не равное нулю. Опыты подтверждают это объяснение. Уединенный 3-тер является прибором, в котором можно „слышать“ молекулярное движение.

Проф. В. В. Скобелевич описывает новый способ определения пористости изоляторов, столь существенно влияющей на доброкачественность этих материалов. Способ заключается в том, что прежде погру-

жения испытуемого образца в воду (для заполнения пор водою и определения их объема по увеличению веса) он пропитывается газом, жадно поглощаемым водою (аммиак). Способ этот проще прежних, дает более постоянные результаты и более близкие к действительности, так как происходит заполнение и наиболее глуболежащих пор.

Проф. В. Ф. Миткевич излагает и анализирует последние работы по превращению элементов (вольфрама в гелий).

Возрождение ж. „Электричество“ не приведет к неразумному параллелизму; возникший за последнее время и посвященный тоже общей электротехнике ж. „Вопросы электрификации“ перестает существовать.

Ж. „Электричество“ издается под редакцией А. З. Гольцмана, М. А. Шателена и Е. Я. Шульгина. Адрес редакции: Москва, Юшков пер., 6. Цена отдельного номера 200 руб.

Деревянные мачты для мощных радиостанций. Проф. Н. П. Виноградова. В журнале „Технико-Экономический Вестник“ № 3, март 1922 г., помещена эта статья, заключающая между прочим сведения о деревянных мачтах 100 м высотой, построенных по проекту проф. Тимошенка и авторов Владивостоке.

Основы векторного и тензорного анализа. Проф. И. А. Черданцева. Гос. издательство. Москва. 1922. — В важности знания основных законов электромагнитного поля вряд

ли кто из радиотехников сомневается. Между тем изложение этих законов и надлежащая формулировка их в обычных математических символах весьма громоздка и не наглядна. Во всякой специальной области следует пользоваться не каким придется, а специальным, приноровленным к требованиям данной области, языком. Таким языком, который в особенности пригоден для описания электромагнитного поля, является язык так называемого векториального анализа.

В нашей русской литературе имеется прекрасная книга Сомова по векториальному анализу. Она однако несколько трудна и написана скорее для нужд механика. Книжки, которая излагала бы векторный анализ под углом зрения и для нужд интересующихся электромагнитным полем, мне не известно. Поэтому я с большим удовлетворением встретил изданную Гос. изд. в Москве книгу проф. Черданцева „Основы векторного и тензорного анализа с приложениями к теории электричества и магнетизма“. Автор определенно подчиняет изложение векторного анализа требованиям учения об электромагнитном поле и даже начинает книгу с перечня основных положений об электричестве и магнетизме. В моих, как радиотехника, глазах это прекрасный подход.

Автор излагает в последующих семи параграфах на протяжении 60 страниц все основные действия и специальные понятия векторного анализа, обильно снабжая их примерами из области электричества и магнетизма. Книга написана легким, не „книжным“, а скорее разговорным языком. Переход от вопроса к вопросу весьма живой и непосредственный—в §§ 6 и 7 даже, пожалуй, в ущерб строгости деления материала на параграфы. Несколько неприятна излишняя привязанность автора к иностранным словам: он упорно говорит компоненты вместо слагаемые, аналогичные вместо подобные, операции вместо действия

и т. п. Кроме того, он говорит „расходимость“, хотя, следуя Сомову, у нас принят термин „расхождение“; говорит „перемножение“ и „сомножители“; хотя мы все еще со школьной скамьи привыкли к действию умножения и имели дело просто с множителями.

Конец части, касающейся векторного анализа, где автор приводит некоторые исторические данные, не мешало бы развить. Кроме того, полезно было бы упомянуть о других встречающихся обозначениях векторного анализа. Например об обозначениях Бурли-Форти и Марколонго, как принципиально более совершенных, не следует умалчивать.

Последние двадцать страниц посвящены тензорному анализу. Изложена и эта часть, как вся книга, прекрасно. Только в отличие от первой части статья изложена чрезвычайно кратко, почти только намеками. Те, кому мог бы понадобиться тензорный анализ—а таких среди радиотехников, поскольку они не станут увлекаться новейшими теориями тяготения и т. п., пожалуй, не найдется, в этой части полного удовлетворения не найдут.

Те же, кого интересует векторный анализ и та изящная форма, в которой он позволяет выразить учение об электричестве и магнетизме, найдут в этой книге полное удовлетворение.

Для ее чтения вполне достаточно обычного объема высшей математики.

Усердно рекомендую ее радиотехникам и жалею, что Государственное издательство поскупилось на более хорошую бумагу и не придало книге того внешнего изящества, которого заслуживало бы ее содержание.

Проф. И. Фрейман.

Петроград, 28. XI. 1922.
Электротехнический Институт.

Проф. В. К. Аркадьев. Молекулярный мир и его изучение. Книгство Цетран. Москва 1922. 30 стр.—

Эта весьма небольшая брошюра особенно ценна тем, что в ней наряду с явлением резонанса вещества на световые волны с частотами не меньше десяти миллиардов в секунду излагается явление резонанса на частоты гораздо меньшие, до трех миллионов, и притом самим автором, открывшим это явление¹⁾.

Резонанс на малые частоты объясняется колебаниями *всего* атома вещества; так как это вещество есть железо и друг, магнитные материалы, а, с другой стороны, колебания атома вызываются не электрической составляющей светового луча, а магнитную (второй вектор²⁾ светового явления по теории Максвелла), то по всем этим соображениям атомом является здесь старинный веберовский „элементарный магнит“, который таким образом подвергается теперь опытному изучению совсем с новой стороны. Это очень важно в научном отношении, так как наше понятие об элементарном магните и магнетоне еще весьма смутно.

Автор предвидит и техническое значение, раскрытых им и его учениками фактов (стр. 30); „беспроволочная телеграфия и телефония, вся основанная на резонансе электрических колебательных цепей, не замедлит использовать и этот вид резонанса для своих целей“.

ИЗ ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

Экзотическая радиостанция.— Можно привести в параллель описанию жизни радиотелеграфистов на о. Диксон (стр. 775, ср. также „Вестник Военной радиотелеграфии“, стр. 190) интересную бытовую заметку М. Нопцен'а в *Telef. Ztg.* № 28 о станции Гьилилин (Ява) с ее непрошенными гостями: большая ядовитая змея, запутавшаяся в проводах

самоиндукции, группа обезьян, перевернувшая домашнюю обстановку заведующего оборудованием, и, наконец, тигр, спугнувший всех служащих на распределительный шкаф вариометра.

Искажение хивизайдовым слоем определений направления на отправительную радиостанцию. *Т. Эккерслей.*—Ошибка отдельных определений направления на отправительную радиостанцию помощью приемной рамки в дневное время доходит до 2°. При многократном измерении можно получить направление на радиоотправитель с точностью до 0°.1. Наоборот, ночные наблюдения оказываются весьма ненадежными и порой не дают даже минимума звука. Особенно ненадежны эти наблюдения для южных широт, гористых стран, времени захода солнца. Величина этих ошибок при прохождении волн вдоль морской поверхности уменьшается и не зависит от длины волны в пределах произведенных наблюдений от 300 до 5000 мт. Ошибки ночных наблюдений бывают двоякого рода. Ошибки первого рода приблизительно симметричны, вследствие чего погрешность среднего результата сравнительно невелика. Ошибки второго рода одного знака, и средняя ошибка очень велика. Примером наблюдений первого рода могут служить наблюдения при передаче мощной радиостанцией из Дамаска в Каир (расстояние 640 км, $\lambda = 2600$ мт). Дневные наблюдения дали отклонение от истинного направления на 0°,5, а ночные на 12°, но так как ошибки ночных наблюдений были симметричны, то средний результат целого ряда ночных наблюдений дал ошибку лишь в 1 градус. Примером наблюдений второго рода может служить передача из Ямболи в Салоники (расстояние 300 миль). Здесь имела место при ночных наблюдениях систематическая ошибка в 18° одного знака,

1) См. „Титон“ № 7 стр. 178 и след.

2) По этой причине В. К. Аркадьев называет эту новую область исследования „магнитною спектроскопией“.

т.е. втрое больше вероятной ошибки одного наблюдения.

Приведем пример контраста в поведении двух приемных радиостанций. Передатчик был в Софии в гористой местности, приемники в Салониках (100 миль от Софии) и Каире (800 миль от Софии). В Салониках ночью совершенно невозможно было определить направление на передатчик, хотя днем это направление определялось вполне точно; в Каире же ночные наблюдения редко давали ошибку большею 2—3

градусов.

Т. Л. Эккерслеи объясняет это резкое различие результатов пеленгования днем и ночью наличием на высоте 50—150 км над уровнем земли слоя Хивизайда, нижняя граница которого резко выражена ночью и является причиной отражений и преломлений электромагнитных волн на границе непроводящего атмосферного слоя и проводящего слоя Хивизайда.

Radio Review, Febr. 1921.

Х Р О Н И К А.

Московская радиотелефонная станция.—После двухнедельных испытаний, произведенных приемной комиссией, Московская Радиотелефонная станция (стр. 684) принята Наркомпочтелем, и с 8-го октября началась ее фактическая эксплуатация как в качестве радиотелефонного, так и радиотелеграфного отправителя. В скором времени, вероятно, можно будет подвести первые итоги эксплуатационного опыта с этой первой в России мощной ламповой установкой, которые при современной конкуренции различных методов генерирования незатухающих колебаний должны представить большой интерес.

Испытания выяснили возможность установления прочной радиосвязи, при работе незатухающего отправителя на волне 3000 метров, с Ташкентом и Ново-Николаевском. Особенно благоприятный результат дало испытание приема в Науене, который после первых же проб отказался продолжать впредь работу со своим прежним корреспондентом, Шаболовской радиостанцией (100 киловатт, дуга сист. РОБТиТ) и категорически настаивал на передаче всей корреспонденции посредством лампового отправителя.

В настоящее время радиостанция работает ежедневно радиотелефоном,

передавая сведения прессы и различного рода информацию от 9 до 10 и от 13¹/₂ до 14¹/₂ часов по средне-европейскому времени.

В качестве незатухающего отправителя она работает с некоторыми русскими радиостанциями и с Науеном, которому ежедневно передается от 1500 до 3000 слов. 7-го ноября в день октябрьских празднеств был дан радиоконцерт, который слушался в различных пунктах РСФСР, в том числе в Иркутске (4500 килом).

Наши береговые радиостанции крайнего севера.—Согласно материалов электротехника Крюкова, кроме станции на о. Диксон, имеются: 1) „Кузнечиха“, 64° 34' с. ш., 40° 32' в. д., 25 клв, дуга Паульсена, длина волны 4000 мт, работа с за-границей; 2) „Исакогорка“, 64° 31' с. ш., 40° 31' в. д., 16 клв, искровая РОБТиТ 2500 мт; 3) „Мурманск“, 68° 56' с. ш., 33° 05' в. д., 1100 мт; 4) „Иоконга“, 68° с. ш. 1100 мт; 5) „Канин Нос“ 68° 39' с. ш., 40° 58' в. д. 600 мт; 6) „Моржовец“ 66° 46' с. ш., 42° 29' в. д. 600 мт; 7) „Кемь“ 64° 56' с. ш., 34° 39' в. д., Телефункен, 1100 мт; станции 3—7 по 2 клв; 8) „Югорский Шар“ 16 клв; 9) „Мааре Сале“ 5 клв; 10) „Вайгач“ 2 клв. Послед-

ние три радиостанции—по данным экспедиции Вилькицкого.

О наивыгоднейшей длине волны. Н. М. Обухова.—Инж. Обухов, с 1918 г. занимающийся этим вопросом (доклад в РОРИ 5 апреля 1918 г.), в 1921 г. прислал в нашу редакцию большую работу, излагающую достигнутые им результаты. По техническим условиям требовались изменения в форме изложения; но по причине невозможности войти с автором, живущим в Харбине, в регулярные почтовые сношения по этому вопросу, статья Н. М. Обухова до сих пор осталась ненапечатанной. В нижеследующем мы попытаемся изложить ее содержание, чтобы в этом последнем номере заканчивающейся третьей серии выпусков „ТиТбп“ загладить невольную вину перед автором. За это время вопрос о наивыгоднейшей волне затрагивался у нас уже не раз.

В формуле Остина

$$I_2 = \frac{120 \pi I_1 h_1 h_2}{\lambda D R_2 \sqrt{1 + \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2}}} e^{-\frac{AD}{\sqrt{\lambda}}}$$

заменяем $I_1^{(1)}$ через R_1 по формуле

$$I_1 = \sqrt{P_1/R_1},$$

решаем ее относительно I_2 и находим максимум. При этом различается два случая.

Первый, когда детекторный контур слабо связан с антенной; под R_2 разумеется тогда сопротивление только воздушной сети; здесь получается ур-ние, которое, будучи решено относительно A („коэффициент рассеяния“, принимаемый Остином за 0,0015, ср. стр. 708), дает:

1) Индекс „1“ относится к передающей антенне, „2“—к принимающей.

$$A = \frac{\sqrt{\lambda}}{D} \left\{ \lambda Q_1 + 2 \lambda Q_2 - 4 \right\}. \quad (1)$$

Q представляет собою (для передающей и приемной антенны) такую функцию:

$$Q = \frac{1}{f} \cdot \frac{df}{d\lambda}, \text{ где } f = \lambda^2 R.$$

Ур-ние (1) показывает, что эта функция приемной антенны вдвое более влияет на величину A , чем Q_1 . Полагаем

$$R = a + b\lambda + \frac{c}{\lambda^2} + \frac{d}{\sqrt{\lambda}};$$

первые два члена этого ряда выражают сопротивление земли и проч., третий—сопротивление излучения и четвертый учитывает скин-эффект; в первом приближении им можно пренебречь. Коэффициенты a, b, c могут быть определены опытным путем, например из опытов Остина для тех типов антенны, над которыми он оперировал. Ур-ние (1) дает возможность, определяя на опыте наивыгоднейшую длину волны, определять A и следовательно наблюдать его изменение от метеорологических и иных условий; при известном A , например 0,0015, ур. (1) дает величину наивыгоднейшей волны для данных антенн при заданном расстоянии между ними. Для получения этой последней ур-ние представляется двумя частями

$$4 + AD/\sqrt{\lambda} = \lambda \{Q_1 + 2Q_2\}; \quad (2)$$

оно решается графически помощью точек пересечения кривых, выражающих отдельно левую и правую части ур-ния. Левая часть выражается несколькими кривыми, соотв. различным D ; правая—тоже несколькими кривыми, соотв. различным типам антенн, которые, по данным Остина, можно разделить на две категории,

с большим сопротивлением (b велико, $a < 0$) и с малым (b мало, $a > 0$); можно вычислять наивыгоднейшую волну для среднего типа антенны, проводя промежуточную линию ближе к типу приемной антенны, имея в виду ее преимущественное значение; для упрощения принимается, что приемная и отправительная антенны тождественны по своему сопротивлению (отбрасывается сопротивление коронального свечения отправительной антенны), т.е. $Q_1 = Q_2$; в этом предположении правая часть ур. (2) обращается в

$$4 + AD/\sqrt{\lambda} = \frac{2a\lambda + 3b\lambda^2}{a\lambda + b\lambda^2 + c/\lambda}.$$

При проектировании, для предварительного определения наивыгоднейшей волны, когда не существует еще антенны, коэффициенты a, b, c берутся из опытов Остина с подобной или аналогичной антенной.

Некоторые числа:

D клм	300	1500	6000
λ мт	600	700	2300
	1100	1450	5200

Вторая и третья строки дают наивыгоднейшие длины волн для антенн соотв. большого и малого сопротивлений. С увеличением D (или наивыг. λ) все антенны сходятся к одной и той же наивыг. λ , а именно равной $9 \cdot 10^{-8} D^2$.

Второй случай, когда ищется волна, дающая наибольшую мощность в детекторной цепи, сильно связанной с антенной, получаем в предположении тождественности обеих антенн:

$$1 + \frac{1}{2} AD/\sqrt{\lambda} = \frac{2a\lambda^2 + 3b\lambda^3}{a\lambda^2 + b\lambda^3 + c}.$$

В этом случае принимается, что

$$R_2 = R_0 (1 + \sqrt{1 + \vartheta/\vartheta_a}), \quad (3)$$

где R_0 — сопротивление приемной антенны, а буквы ϑ означают декременты отправительной и приемной антенн; отношение их, как и в первом случае, при дифференцировании по λ считается постоянным.

Все вычисления могут быть проделаны и с другою формулой, Зоммерфельда, в которой показателем при e служит (ср. стр. 800):

$$-\frac{0,0017 D}{\sqrt{\lambda}};$$

выражения получаются несколько иные; так, для наивыгоднейшей волны при большом D вместо выражения, приведенного только что, получается

$$\lambda = 11,6 \cdot 10^{-12} D^3.$$

Если при определении A по наивыгоднейшей волне (форм. 1) этот коэффициент окажется зависящим от длины волны, то сама формула могла бы почитаться неверной, т.к. при ее получении A не дифференцируется по λ ; но можно думать, что изменение A происходит от действия хивизайдова слоя, причиняющего явление интерференции лучей прямо идущих с отраженными, результат которой зависит от λ ; в таком случае мы имеем дело с максимумом или минимумом A , как функции от λ , и следовательно — с производными по λ равными нулю. Это замечание относится к трактовке формул Остина, в которой A является эмпирически суммарным коэффициентом, но не относится к выводам из формулы Зоммерфельда, в которой A имеет определенный физический смысл, не заключающий в себе явления интерференции.

Во всем предыдущем эффективные высоты антенн предполагались неизменными. Задавшись вопросом — найти при данной λ высоту приемной антенны, дающую наибольший ток при остром резонансе (слабой

связи), можно получить, что

$$h_2 = \frac{\lambda}{40} \sqrt{R_2 (1 + k)},$$

где k —отношение декрементов (см. R уравнение 3). Для незатухающих колебаний получаемое отсюда сопротивление излучения должно быть равно омическому.

Еще о наивыгоднейшей длине волны. — По поводу исторического совещания в Москве 21 XII 1918 г., когда машина высокой частоты впервые одержала победу („Рад.“ № 5, стр. 30) над дугой, инж. Савельевым была указана наивыгоднейшая волна для расстояния в 6500 клм в 23 километра длиною (там же, стр. 36). Автор принимал сопротивление приемной антенны независимым от длины волны, а отправительной — скрытым в коэффициенте формулы Остина. Далее, см. Фрейман („ТиТбп“ № 9, стр. 335). Впоследствии зависимость сопротивления антенны от длины волны стала выясняться (Шулейкин, „Рад.“ № 14 стр. 402); Хоу дал расчет наивыгоднейшей волны, принимая во внимание эту зависимость; при этом он перенес вопрос несколько в иную плоскость, трактуя о волне, требующей наименьшую мощность на отправительной станции („ТиТбп“ № 13, стр. 330, „Рад.“ № 6 стр. 49); в то же время Обухов определял наивыгоднейшую волну, принимая во внимание зависимость от ее величины сопротивления антенны и передающей, и приемной, но полагая мощность отправительной и коэффициент полезного действия при передаче энергии в ее антенну постоянными (см. выше ред. реферат работы Обухова). Турнер („ТиТбп“ № 13 стр. 333) опять возвращается к пренебрежению изменения сопротивления с длиной волны; также поступает и Кьяндский в настоящем выпуске; оба получают согласные между собою

таблицы (стр. 334 и 708). Но Турнер вводит новые условия — наибольшего иммунитета от атмосферного воздействия и ясной передачи быстродействующими аппаратами; Кьяндский дает интересные указания относительно значения отступления длины рабочей волны в ту или другую сторону по сравнению с наивыгоднейшей, относительно значения фактора неровности местности передачи и сравнивает затухающие колебания с незатухающими.

О расщеплении атома (из публичной лекции В. К. Лебединского 26 XI). — Девятнадцатый век смотрел на атомистическое представление, как на удобный и, может быть, необходимый, по устройству человеческого ума, метод физики и химии. С великим переломом (ок. 1895 г.) в науке к настоящему веку пришло убеждение в реальности атома. Его изучение происходило по трем методам. 1) Микроскоп и ультрамикроскоп дали возможному подходу к атому, собственно — к жизни атомов (хаос) изучением поведения мельчайших крошек материи, взвешенных в воде и других жидкостях (Перрен, Севекинд). Выработанные наукою математические законы этой жизни хаоса на опыте подтвердились. 2) Рентгеновы лучи по своей необычайно высокой частоте оказались единственно — применимою формою световых лучей, с помощью которой удалось изучить расположение атомов в теле (Лауэ, Брэгг). Так в темноте ночи, перемещая лучек лучей прожектора с какого-нибудь корабля, изучают расположение береговых укреплений. 3) Но современная физика имеет средство и дотронуться до атома; для этого служат те снаряды, которые выпускаются, правда, без прицела, но в таком количестве, что наблюдаются попадания, в ядро атома; мы говорим об α -частицах, атомах гелия, или вернее сказать: ядрах He , с массою в 4 раза больше массы атома водорода

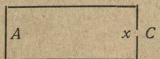
($H = 1,649 \cdot 10^{-24}$ гр), выбрасываемых с большою скоростью (см. ниже). Их путь может быть видим, фотографируем, по способу Вильсона, т. к. они сильно ионизируют и потому в газе, насыщенном водяными парами, производят по пути своему полоску тумана. Путь α -частиц оказывается нередко вдруг резко свороченным, иногда чуть не на обратный: это α -частица, сама заряженная положительно, приблизилась к ядру какого-нибудь атома, тоже всегда заряженному положительно, и, испытывая силу отталкивания, быстро растущую с уменьшением расстояния между ядрами, останавливается и поворачивает под тем или иным углом назад.

Изучение статистики этого акта, с точки зрения механики и законов Ньютона (в данном случае — Кулона), показывает, что ядро атома очень близко подпускает к себе, к своему центру, α -частицу, на расстояние меньшее 10^{-11} см. Следовательно, такого порядка высший предел радиуса ядра атома. Нам хотелось бы, чтобы материя, если она уже состоит из атомов, была бы вроде кучки песку с близко прилежащими песчинками; на самом деле, материя есть пустота, миллиардная доля которой занята ядрами атомов, чрезвычайно сконцентрированной массой (для H в 10^9 раз более плотной, чем „вода“).

Можно прибавить еще 4-ый метод изучения, но не ядра атома, а электронов, вертящихся вокруг него; это — обычная спектроскопия для дальних электронов и рентгеновские спектры для ближних.

Это всё — рекогносцировка; дальше идет борьба за обладание. Открытие радиоактивности Беккерелем (1896 г.) показало, в каком направлении это возможно: не средневековое превращение атома, а только его *расщепление*. Оно происходит по трем способам. 1) Радиоактивность. Атом расщепляется сам собою, и никакими средствами мы не можем ни ускорить, ни замедлить, ни заставить идти по другому направ-

лению это расщепление; атом передвигается по клеткам менделеевской системы элементов, с каждым выстрелом α -частицею на два номера влево, с каждым вылетом β -частицы — на один номер вправо. Мы знаем по этому закону, что если бы из атомов таллия вылетали α -частицы или из атомов ртути α и β -частицы, то получилось бы золото; но этого не происходит. Природа дает например, что радий переходит в эманацию, затем в RaA , RaB , RaC (изотоп висмута) и так далее до свинца; сам он также происходит и именно из урана, и таким образом атомный вес, последовательным отщеплением уменьшается с 238 (Ur) до 206 (Pb). Чем краткосрочнее жизнь элемента в пути такого преобразования, тем быстрее вылетающие при его расщеплении α -частицы. Радиоактивность устанавливает важный факт, бросающий свет на технический смысл расщепления атома: при этом выделяется огромная (если ее отнести к весу распадающегося вещества) энергия; Ra , который исчезает на половину своей массы в 1580 лет, выделяет тепла за все время своего исчезновения почти в десять миллиардов раз больше, чем выделяется при образовании (!) воды в таком же количестве из гремучего газа. Вот почему стремиться к расщеплению атомов — дело не только захватывающего научного интереса. 2) С 1919 г. Резерфордом начато расщепление атомов по воле человека. Трубка Ax (черт. 1) в $3\frac{1}{2}$ см длиною и 3 см диаметром; на ее



Черт. 1.

стенке A имеется RaC , очень недолговечный, и потому выбрасывающий необычайно быстрые α -лучи; при своей скорости в 20000 км/сек они представляют такую мощь, что один грамм таких α -частиц (если бы

он был) нес бы энергию 350 тонн быстрее снарядов. Окошко x закрывается серебряным листом такой толщины, что α -лучи не в состоянии его пронизать. Когда трубка A наполнена водородом, α -частицы, попадающие в ядра H центральным ударом, придают им вчетверо большую скорость, чем сами имеют; при их скорости отталкивательная сила не сможет остановить их до самого момента соприкосновения, удара с H . Ядра H пролетают сквозь серебряную пластинку и, попадая на экран C , покрытый сернистым цинком, вызывают характерные вспышки. Эти вспышки и наблюдает (в микроскоп), и считает экспериментатор; они ему дают сведения об отскоке ядер. Наблюдение так утомительно, что не может быть продолжено более часу в день и повторяемо более 2—3 раз в неделю. Тогда, между трубкой и C (расстояние 1,3 мм) прокладываются пластинки слюды, всё более толстые, пока не остановятся все ядра, могущие произвести вспышку, и оно прекратится; этим измеряется быстрота и масса отщепившихся ядер, которая затем проверяется по обычному методу электрического и магнитного полей. Для опытов с атомами H не нужен обязательно водород, Резерфорд брал парафин; α -частицы не знают молекул; для них молекула—бесконечный мир.

Резерфорд со своими учениками, наполняя трубку различными веществами, смог отщеплять H из атомов (в скобках—атомные веса): бора (11), азота (14), фтора (19), натрия (23), алюминия (27), фосфора (31); но не получил H из углерода (12), кислорода (16), серы (32), кальция (40), титана (48), марганца (56). Явилось предположение, что в телах, атомный вес которых—кратное четырех, не содержится H ; они могут состоять целиком из He (4). Наконец, в третьих, в 1922 г. Вендт и Айрон (см. „Электричество“ № 1), повидимому, достигли расщепления

атома еще иным способом; это—более сумбурный способ: выделить в испытуемом веществе такую относительно его количества большую энергию, произвести этим такую пертурбацию, что результатом ее можно ожидать расщепление некоторых атомов; понятно, что этот способ, в пределах сил человеческих, требует возможно малого количества вещества, и что выделение энергии требуется наивысшее, чтобы не дать времени для ее рассеяния. Вендт и Айрон выделили током разряда в вольфрамовой проволочке, массой в $5 \cdot 10^{-4}$ мг., 2800 джоулей. От этого, на мгновение, температура ее могла подняться до десяти миллиардов градусов, т.е. выше температуры самой горячей звезды. После этого наблюдали следы гелия. Атомный вес вольфрама 184; по предположению понятно, что должен был получиться именно гелий.

В богатейшем содержании современной науки об атоме имеется еще отдел, который не следует смешивать с расщеплением атома: это метод спектроскопии масс Астона, ученика Д. Д. Томсона, которым не расщепляются атомы тел, но исследуется, из каких простейших атомических единиц (изотопов) состоит, как смесь, наши химически неразделимые элементы, напр. свинец.

Астон нашел, что эти простейшие атомические особи имеют удельный вес всегда в виде целых чисел, т.е. могут быть представляемы, как комплексы атомов H . Отсюда следует, что He сам может быть расщеплен на H , но точный подсчет теплоты образования He из H показывает, что для этого потребовались бы еще несравненно более энергичные удары, чем удары α -частиц RaC .

ИЗ ЖИЗНИ НИЖЕГОРОДСКОЙ РАДИОЛАБОРАТОРИИ.

Награждение Радиолоборатории НКПТ.—Постановление секретариата ВЦИК от 19 IX 1922 г.: „Награ-

дить орденом Трудового Красного Знамени Нижегородскую Радиолaborаторию и, особо отмечая заслуги проф. Володина, Бонч-Бруевича и старшего механика Шорина—выразить благодарность от имени ВЦИК".

В. В. Татаринов, ассистент Нижегородской Радиолaborатории Советом РЛ удостоен звания Ученого Специалиста Ниж. РЛ НКПиТ за его работы, сделанные в РЛ, имеющие важное значение как в теоретическом, так и прикладном отношении (докладчик проф. Д. А. Рожанский).

Радионабережная.—Верхняя Волжская набережная в Н.Новгороде, на которой в д. № 8 находится Нижегородская Радиолaborатория, переименована в Радионабережную.

Испытание катодных реле типа ПР1.—Летом 1922 г. мною произведено испытание катодных реле типа ПР1 на продолжительность горения и изменение характеристик в зависимости от продолжительности горения.

Для испытания взяты со склада Радиолaborатории 10 ламп. В одной из них с самого начала обнаружено засаждение сетки с волоском и она заменена другой.

При испытании как ток накала, так и напряжение на анод были взяты от переменного тока городской сети через трансформатор. Эффективное напряжение на зажимах волоска поддерживалось 4 вольт, на аноде—90 вольт. Сетке относительно волоска задавался добавочный потенциал + 2 вольт.

Из 10 ламп одна перегорела через 128 час. Остальные имели среднюю продолжительность горения 463 часа. Через 474 часа осталось только 3 лампы и дальнейшее испытание прекращено. Статические характеристики сняты со всех ламп до испы-

тания и после 150, 300 и 474 часов горения. Значительных изменений характеристик с горением не обнаружено. Изменение „коэффициента усиления“ g в большинстве случаев не превосходит 10%, причем в некоторых случаях он растет, в других убывает. В одном случае это изменение достигло 25%.

Неизменно растет сопротивление волоска вследствие его распыления. Наибольшее уменьшение тока накала при постоянном напряжении на зажимах волоска (4 вольт) после 474 часов горения достигало 60%.

Кроме того обнаружено у 5 ламп из 10 изменение сопротивления волоска при легком постукивании по баллону, что следует объяснить плохими контактами между волоском и впаянными в стекло вводами тока.

Характеристики различных ламп отличаются одна от другой. „Кoeffициент усиления“ g колеблется в пределах от 4,3 до 11,1. Ток насыщения при накале 4 вольт и постоянном напряжении на аноде 80 вольт колеблется в пределах от 2,5 до 6,9 миллиампера.

В. Татаринов.

Установка дизеля.—9 ноября на силовой станции Радиолaborатории была окончена установка и произведен первый пуск одного из двух дизель генераторов, эвакуированных в 1919 году из Детскосельской Радиостанции.

Дизель мотор Коломенского завода мощностью 150 HP, число оборотов 320, генератор постоянного тока завода Сименс и Шуккерт 110 кв 240/320 вольт установлен на одном валу с дизелем.

Ремонт и установка велась собственными силами Радиолaborатории механиком Н. И. Завалишиным под руководством инженера П. Я. Бялович.

Двойная радиопередача.—В текущем году мною было сделано несколько предварительных опытов над одновременной передачей радиосигналов двумя различными волнами при помощи одной антенны.

Для этого антенна связывается автотрансформаторной связью с другим колебательным контуром, самоиндукция и емкость которого равны динамическим постоянным антенны и который, следовательно, настроен с ней в резонанс. Если такую систему возбуждать искровым передатчиком, то, как известно, в ней появляются, вообще говоря, две волны связи одновременно, благодаря чему исключается возможность воспользоваться одновременно обоими волнами для передачи различных сигналов.

Совершенно иная картина получается, если на систему воздействовать переменной эдс с постоянной амплитудой и некоторой частотой ω . Тогда мы получим вынужденные незатухающие колебания той же частоты ω . Лишь при замыкании и размыкании первичной цепи могут появляться волны связи, но они будут затухающими и существенного влияния на передачу сигналов иметь не будут.

Если мы будем менять частоту ω , то получим кривую резонанса с двумя максимумами, соответствующими двум волнам связи λ_1 и λ_2 .

Связав с системой два генератора незатухающих колебаний, из которых один дает волну λ_1 , а другой λ_2 , мы получим возможность одновременной независимой работы обоих генераторов.

Необходимым условием правильного действия схемы является вынужденность колебаний. Следовательно в данном случае не могут быть применены свободные генера-

торы.¹⁾ Наиболее подходящим источником энергии здесь является машина высокой частоты. В случае применения ламповых генераторов они должны быть связаны с антенной через посредство усилительных систем.

Предварительные опыты показали возможность двойной радиопередачи по описанной схеме, техническое же осуществление ее требует дальнейших работ, которые и ведутся в настоящее время в Радиолaborатории.

В. Татаринов.

В лаборатории А. Ф. Шорина в октябре 1922 г. закончена первая модель аппарата управления на расстоянии. Означенная модель демонстрировалась перед членами Совета Радиолaborатории и учеными специалистами. Модель могла выполнять до тринадцати отдельных независимых распоряжений, причем возможна была подача комбинированных сложных распоряжений, напр. возможно было одновременно замкнуть какие-либо две цепи и разомкнуть третью.

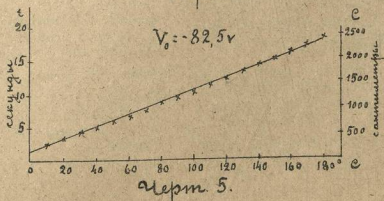
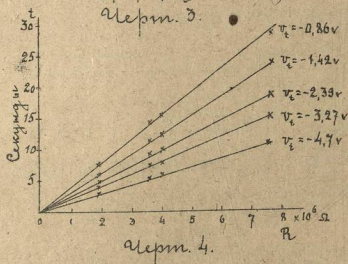
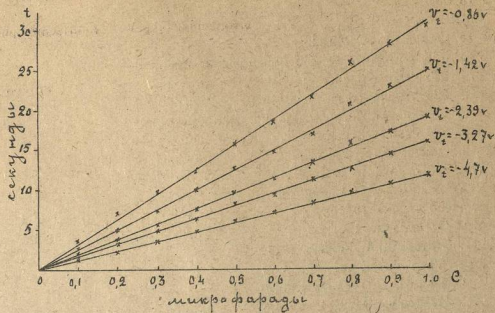
В настоящее время дальнейшей задачей является упрощение аппарата, что уже и выполнено испытанием второй модели.

Труды III съезда физиков (стр. 686) уже набираются В. В. Бенедиктовым, наборщиком типографии РЛ.

Добавление к стр. 776. По другим сведениям, в 250 км от о. Диксон имеется село Гольчиха в низовьях Енисея.

¹⁾ См. „Титбп“ № 11 стр. 82.

К эманою А.А. Мунуца



ПОПРАВКИ и ОПЕЧАТКИ.

Напечатано:

Следует:

№ 15 обложка

стр. 2 строка 9 св.

Mehrfachtelegraphie

Mehrfachtelephonie

№ 15. Статья А. Л. Минца:

стр. 521 чертежи 3, 4 и 5 перечерчены вновь (стр. 807)

стр. 523 строка 6 св.

$\sqrt{t}$ вольт

— $\sqrt{t}$ вольт

стр. 524 строка 16 св.

Черт. 6

Черт. 5

Из жизни Нижегородской Радиолaborатории:

стр. 589 столб. 1, строка 6 св.

июня

мая

№ 16. Статья И. Г. Фреймана:

стр. 626 строка 14 св.

$2 \cdot 10^{-16}$

$2 \cdot 10^{-6}$

Статья Д. А. Рожанского:

стр. 664 строка 15 св.

4

$2 \sqrt{2}$

стр. 647 строка 11 св.

3,96

0,396

№ 17. Статья Д. А. Рожанского:

стр. 720 строка 6 св.

+

—

Статья И. Д. Горбачевского:

стр. 744 строка 4 св.

якорей

якорной

Статья С. М. Горленко:

стр. 764 строка 8

на большие

на небольшие

стр. 766 строка 5

при 80 амп.

норм. нагрузка 80 амп.

Прим. к стр. 776. По другим сведениям в расстоянии 250 в. от Диксона имеется селение Гольчиха.

У К А З А Т Е Л И

к журналу „Телеграфия и Телефония без проводов“ №№ 11—17.

Означенные страницы относятся к: № 11 стр. 1—138, № 12 стр. 139—246, № 13 стр. 247—352, № 14 стр. 353—466, № 15 стр. 467—590, № 16 стр. 591—690, № 17 стр. 691—808.

Именной указатель.

Азбукин П. А. (см. Днепровский).

Ампер, юбилей—347.

Арко гр. Доклад его „Быстрая передача радиосигналов“ 446, о качествах отправителей незатухающих колебаний (дуг, машин и ламп) 233.

Баженов В. И. Люберецкая радиостанция 310, 347, новые почетные члены РОРИ 346, юбилейное собрание РОРИ 344, см. Шулейкин.

Бангей. Элементарные основы беспробочной телеграфии (библ.) 232.

Бонч-Бруевич М. А. Новая схема радиотелефонного модулятора 63, из его лаборатории 465, 589, 684, 808, благодарность 805.

Бранли. Нобелевская премия 347.

Введенский Б. А. и Теодорчик К. О начальной проницаемости железа в полях радиочастот 248, см. Ржевкин.

Вербицкий М. М. По поводу генератора - трансформатора Н. М. Обухова 222, машинный передатчик Ходынской радиостанции 779.

Виккер Д. А. Расчет коэффициентов самоиндукции соленоидов и спи-

- ралей 157, расчет некоторых случаев коэффициентов взаимной индукции 175.
- Вологдин В. П. Машина большой частоты и ее развитие в России 430, работы его лаборатории 348, 464, 589, благодарность 805.
- Гинкин Г. Г. Сверх-мощная радиостанция 343.
- Гольдман А. Метод исследования твердых диэлектриков при помощи ионизированных газов 230.
- Горбачевский И. Д. Об условиях применимости способа проф. К. И. Шенфера для получения вполне синхронного вращения электродвигателей постоянного тока 742, 808.
- Горленко С. М. Годичная конференция 127, любители радиотелеграфа в Америке и Австралии 340, мощные радиостанции Франции 761, радиотелеграфная жизнь за границей 126, *Telefunken Zeitung* № 25 (библ.) 458, „Техника Связи“ № 2 (библ.) 456.
- Днепровский Н. И. и Азбукин П. А. Современное состояние вопроса о международной радиотелеграфной службе времени 729.
- Дождиков Н. Р. Жизнь радиотелеграфиста на острове Диксон 775, 806, северное сияние и его влияние на радиотелеграф 451.
- Доливо-Добровольский М. О. Некролог 246.
- Зейлигер С. Отчет о докладе гр. Арко: „Быстрая передача радиосигналов“ 446.
- Зилитинкевич С. И. О детекторном действии радиотелеграфных волноуказателей 2.
- Ильин Б. В. К вопросу о причинах колебания силы приема при радиопередаче 525, суточный ход силы приема на маломощных радиостанциях 530, — и Кузьмичев П. Степень точности радиокompасных измерений 201.
- Ирисов А. С. Ионизация атмосферы и сила радиоприема 109.
- Каргин Д. И. Радиотелеграф в законодательстве об охране человеческой жизни на море 701.
- Кондратьев Н. Электролитический генератор незатухающих колебаний и усилитель 134.
- Косоногов И. И. Некролог 588, 662, 665.
- Кузькин Л. О передвижных радиостанциях на агит—инструкт. поездках ВЦИК 137.
- Кузьмичев П. (см. Ильин Б. В.).
- Куприянов Г. см. Шмаков.
- Кьяндский Г. А. Об определении наивыгоднейшей длины волны от правительственных радиостанций 705.
- Лебединский В. К. Главнейшие даты. А. С. Попов 459, излучение антенны 330, исследование радиопередачи А. А. Петровского (библ.) 123, несколько слов т. Делаacroа 232, объяснение детекторн. действия 579, о наивыгоднейшей длине волны (по Обухову и др.) 800, 802, о природе электр. тока по В. Ф. Миткевичу (библ.) о сочинении Валаури (библ.) 124, почетн. член РОРИ 346, расщепление атомов 802, „Техника связи“ 231, 30-летие деятельности 587.
- Лосев О. В. Генерирующие точки кристаллов 564, детектор-генератор, детектор-усилитель 374, 466, 580, о магнитных усилителях 131.
- Луценко Н. Н. Определение сопротивления при токе большой частоты 185, телефонирование по проводам высокого напряжения 179.
- Макаревский Г. Н. Основания и метод поверочного расчета мачт, удерживаемых оттяжками (Рендаль и др.) 104.
- Минц А. О применении триода в качестве электрометра 520, 807, 808, см. Шулейкин.

- Миткевич В. Ф. О природе электрического тока 468, (библ.) 329.
- Назаршвили М. Новый метод генерирования электромагнитных незатухающих колебаний 690.
- Никитин Н. А. Ртутные выпрямители большой мощности 332, — и Таринов В. В. Применение мощных катодных реле для получения коротких волн 685.
- Обухов Н. М. Генератор-трансформатор токов высокой частоты 47, 189, о наиболее выгоднейшей длине волны 800.
- Петровский А. А. Анализ работы незатухающего радиоотправителя с умножителем частоты 147, определение местоположения при помощи радио 387, Радиоассоциация 242.
- Попов А. С. Его приоритет по изобретению беспроволочного телеграфа 460.
- Преунер Г. и Пунгс Л. Покрытое электролитически медью и оцинкованное железо в поле высокой частоты 235, калориметрическое определение коэффициента полезного действия отправительных ламп 237.
- Пунгс Л. см. Преунер. Г.
- Ржевкин С. Н. и Введенский Б. А. Прерывистый триодный генератор, его теория и применения 67, по поводу измерений емкостей и сопротивлений посредством прерывистого генератора 576.
- Рожанский Д. А. Динамические постоянные воздушного провода 293, исследование колебаний высокой частоты с помощью трубки Брауна 584, об излучении антенны 436, работа в его лаборатории 348, резонансные кривые при различных типах затухания 634, 714, 808.
- Савельев А. А. Доклад его в Нижегородской Радиолaborатории 465.
- Серебряков Л. М. Некролог 463.
- Соколов А. П. Значение ионизации воздуха для радиотелеграфии и телефонии 117.
- Ступак Ф. И. Газовый завод 245.
- Тархов Н. Н. Детектация триода 350, Прерывистый генератор 351.
- Таринов В. В. Двойная радиопередача 806, заметка о длине волны лампового генератора 349, интеграл действия для незат. колебаний связанных вибраторов 204, испытание катодных реле 805, незат. колебания и применение их к беспроволочной телеграфии и телефонии Ю. Н. Меньшикова (библ.) 457, о незатухающих колебаниях связанных вибраторов 82, 324, незат. колебания электростатически связанных вибраторов 735, премия 245, ученый специалист 805, см. Никитин Н. А.
- Теодорчик К. см. Введенский Б. А.
- Термен Л. С. Катодный музыкальный инструмент 515.
- Тимофеев-Радзивилл В. Н. О выборе наиболее рациональной системы оттяжек для радиотелеграфных мачт 489.
- Турлыгин С. Я. Расчет радиотелеграфных мачт 266, 352.
- Турнер Л. Б. Благоприятнейшая длина волны и атмосферные ряды 333, 466.
- Феррье. Избрание его академиком 690.
- Фрейман И. Г. Об измерении динамической емкости радиосети 20, 352, об измерении собственной длины волны радиосети 28, 246, об эквивалентной схеме радиосети 303, о процессе передачи электрической энергии 624, 808, основы векториального анализа Черданцева (библ.) 796, о терминологии и об основных величинах в технике пустотных приборов 508.

Хоу Г. Пустотные лампы с двойной сеткой 686.

Циклинский Н. Н. К вопросу о расчете мощности радиостанций 570.

Шарапов А. И. Исследование труда радиотелеграфистов 754.

Шенфер К. И. Об одной новой схеме усилителя с катодными лампами 407, о новом способе соединения электродвигателей постоянного тока для получения абсолютного синхронного вращения этих двигателей 207.

Шмаков П. и Куприянов Г. Опыты многократного телефонирования токами высокой частоты 481, 808.

Шорин А. Ф. Благодарность 805, работа его лаборатории 348, 590, 806, работа по радио быстродействующими и буквопечатающими аппаратами 318, сравнительный экономический расчет различных систем радиостанций и проводочного телеграфа на дальность действия в 1000—3000 километров 398, 466, 531, 592, 692.

Шулейкин М. В. Исследование работы приемной рамки с точки зрения теории связанных систем 34,— и Баженов В. И. Аналитическое исследование потерь в системе: антенна — противовес — грунтовые воды 140,— и Минц А. Л. Графический расчет радиосети 354, почетный член РОРИ 346.

Эккерслей Т. Искажение хивизайдовым слоем определений направления на отправительную радиостанцию 798.

Юитт П. К. Некролог 347.

Предметный указатель.

Антенна Александерсона 465, графический расчет 354, динамические постоянные 20, 293, излучение 330, 349, 436, исследование потерь 140, номографическое определение ее данных 580, покрытие медью про-

водов 235, расчет 405, 416 534, 537, 550, 559, 595, 605, Рендаля 466, Сент-Ассиз 766, 769, собственная длина волны 28, эквивалентная схема 303.

Атмосферные разряды 333, 336.

Атом, расщепление—802.

Б. И. Н. Т. отчет о переговорах 461.

Быстродействующие аппараты, доклад гр. Арко 446, новые рекорды 344, работа их по радио 318, 554, 563, 697, 772.

Взаимоиндукция, ее расчет 175.

Вибраторы связанные см. связанные системы.

Водоснабжение радиостанции 410, 417, 533, 537, 538, 793.

Военная электротехника (библ.) 329, 457.

Воздушная сеть см. антенна.

Волномер, прерывистый генератор как—78.

Время, подача его по радиотелеграфу 729.

Всерадиас издания 122, 232, 331, состав и устав 242.

Выпрямители В. П. Вологодина 348, ртутные 332.

Генератор - трансформатор Н. М. Обухова 47, 189, 222.

Германские технические фирмы, их издания 686.

Герц—единица частоты 347.

Гистерезис диэлектрический 143.

Грунтовые воды, исследование потерь 140.

Детектор-генератор 350, 374, действие его 2, 579, кристаллический 564, триод, как—350.

Дизель-моторы, расчет силовой установки с дизель-моторами 401, 414, 523, 536, 538, Сент-Ассиз 765, 771,

- установка 805.
- Диод, генерация и усиление 380.
- Диэлектрики, исследование их 230.
- Дроссель ключ 789, — Осноса 448.
- Дуговой генератор, мнение Арко 233, насадка Педдерсена 331, радиостанции с — 343, 762, расчет 418, 538, 552, 594.
- Железо в поле высокой частоты 235, начальная проницаемость при радиочастоте 248, оцинкованное 235.
- Заземление, расчет его 405, 416, 534, 537, 551, 559, 595, Лонг-Айленд 344, Сент-Ассиз 766, 770.
- Законодательство радиотелеграфное 701.
- Затухание, типы его 722.
- Измерение емкостей и больших сопротивлений 72, излучения антенны 123, радиотелеграфные (библ.) 125, система мер MTS 575.
- Ионизация атмосферы и сила радиоприема 109, 117, 525, 530, см. хивизайдов слой.
- Искра электрическая 348, сопротивление ее 722.
- Искровой передатчик, расчет радиостанции с — 400, 531, 592.
- Катодное реле см. триод.
- Катодный музыкальный инструмент 515.
- Китайско-Восточная ж. д. Справочные записки службы телеграфа 246.
- Корона звучащая 464.
- Коэффициент полезного действия триода 237, — устранения помехи 336.
- Ламповые генераторы 466, расчет радиостанции с — 419, 539, 552, 596, — Москва 684, 799, — Карнарвон 343, — Клифден 343, частота 349, 685, 798, См. триод.
- Линия телеграфная, устройство — 613.
- Личный состав радиостанции 411, 417, 596, 695, 771.
- Любители-радиотехники в Англии 126, в Америке и Австралии 340.
- Магнитная спектроскопия В. К. Аркадьева 797.
- Магнитное поле, звенья его 471, напряжение — 257, о начальной проницаемости в — радиочастоты 248.
- Мастерская радиостанции 410, 417, 595.
- Мачты деревянные 599, 796, металлические 603, расчет их 266, 405, 416, 533, 537, 551, 558, 585, 598, 609, расчет оттяжек 104, расчет троссов 274, рациональная система оттяжек 489, Сент-Ассиз 766, 769, Шухова 603.
- Машина большой частоты, В. П. Вологодина 348, 430, 682, 779 — передатчик 233, радиостанции Круа-д'Хинс 763, Лонг-Айленд 343, Сент-Ассиз 765, 767, расчет радиостанции с — 413, 535, 547, 594.
- Многократный прием, Люберецкая радиостанция 310, Сент-Ассиз 771.
- Наивыгоднейшая длина волны 330, 333, 800, 802.
- Наука и Техника (библ.) 457.
- Незатухающие колебания, генерирование — 690, двойная радиопередача 806, качество отправителей — 233, Меньшиков, о — (библ.) 457, наивыгодн. волна 712, 800, 802, исследование радиопередачи 123, 147, — связанных вибраторов 82, 204, 324, 735, электролитич. генератор — 134.
- Нижегородская Радиолaborатория, газовый завод 245, издания 351, 586, из жизни ее 244, 347, 464, 589, 804, испытание триодов 805, лекции 245, 351, награждение 804, научно-технические беседы 347, работа мастерских 790, радиоконцерты 589, 667, 670, 685, 808, сте-

- кладовная мастерская в Москве 245, С'езд Физиков 654, 659, установка дизеля 805.
- Осциллограф 348, 772.
- Отопление радиостанции, его подсчет 409, 416, 534, 595.
- Оттяжки см. мачты.
- Передатчик, подсчет стоимости 403, 415, 418, 533. 536, 538, 550, 594.
- Пишущий прием на расстоянии свыше 12000 клм 128, см. быстродействующие аппараты.
- Поглощение диэлектрическое 144.
- Погоды обзор в России за зиму 1921—1922 г. 463.
- Под'ездные пути, расчет их 412, 418.
- Приемная выделенная, Люберецкая 310, расчет 404, 416, 558, 595, Сент-Ассиз 772.
- Пропускная способность радиостанции 421, 533, 562, Науена 459, Сент-Ассиза 773, проволочного телеграфа 616, 622.
- Противовес, исследование потерь 140, Сент-Ассиз 767.
- Радиоконпас см. рамка.
- Радиоконцерты 126, 589, 667, 670, 684, 685, 799, 808.
- Радионабережная 805.
- Радиоприем, влияние северного сияния 451, повышенная сила—544, причины колебаний 525, сила—109, суточный ход—на маломощных станциях 530.
- Радиосеть см. антенна.
- Радиостанция Аннаполис 689, о. Диксон 775, Карнарвон 343, Клифден 343, Лафайет 762, Ледовитого океана 799, Лион 762, Лифильд 343, Лонг Айленд 343, Люберцы 310, 347, Моск. Радиотелефонная 684, 799, Моск. Ходынская 779, Нант 762, Науен 459, Париж 761, поездная 137, расчет мощности 570, Сент-Ассиз 764, тропи-
- ческие 799, экзотическая 798.
- Радиотелеграфист, исследование труда 751, жизнь на о. Диксон 775, 806.
- Радиотелефония, детали приема 578, Московская станция 465, 684, 799, машиной В. П. Вологодина 348, новая схема модулятора 63, передача из Москвы в Среднюю Азию 138.
- Рамка, исследование работы 34, определение местоположения 387, расчет—366, радиоконпас 210, 798.
- Резонанс, амплитуда—638, 641, исследование искрового разряда мощностью—348, кривые—при различных типах затухания 634, 714.
- РОРИ заседание 18 июля 587, отделения 123, 587, юбилейное собрание 344, новые почт. члены 346.
- Российская Ассоциация Физиков. Отчет 1921—1922 г. 660.
- Ртутные выпрямители 332.
- Самоиндукция, расчет коэффициентов 157.
- Связанные системы 34, 82, 204, 324, 641, 735.
- Северное сияние, его влияние на радиотелеграф 451.
- Синхронизация электродвигателей постоянного тока 207, 742.
- Соленоид, расчет самоиндукции 157.
- Сопротивление отрицательное—380, при токе большой частоты 185.
- Стоимость слова по проволоке 622,—по радио 426, 539, 555, 598.
- С'езд 8-ой электротехнический 121, резолюции — 328, 2-ой физиков 121, 576, 3-ий физиков 652, 665, 686.
- Телеграф электростатический 447.
- Телеграфная линия, устройство—613.
- Телефония многократная токами высокой частоты 481, по проводам высокого напряжения 179.

Telefunken Zeitung (библ.) 458.

Техника Связи. № 1 (библ.) 231,
№ 2 (библ.) 456.

Технико - Экономический Вестник
(библ.) 575.

ТиТбп (№№ 1—15) 586, содержа-
ние—587.

Триод, действие внешнего магнит-
ного поля 350, — детектор 16,
350, — музыкальный инструмент
515, — передатчик 223, 343, 764, —
прерывистый генератор 67, 351,
576, полезное действие 237, 240,
проводимость 512, — радиотеле-
фонный передатчик 63, с двойной
сеткой 686, русского изготовления
466, теория Валаури 124, терми-
нология 588, усиление 513, — элект-
рометр 520.

Умножитель частоты, анализ работы
147, 681.

Управление на расстоянии 590, 806.

Усилитель, детектор—374, 569, маг-
нитный 131, объяснение паразитных
шумов 80, 796, схема 307, электро-
литический 134.

Хивизайдов слов 110, 117, 526, 801,
влияние на направляющий радио-
прием 459, 798.

Частота высокая, покрытое медью и
оцинкованное железо в поле вы-
сокой частоты 235, радиочастота
584, сопротивление при токе вы-
сокой частоты 185, ультрадио-
частота 466, 685, 798.

Экономический расчет радиостанций
и проволочного телеграфа 398,
531, 592, 692.

Электрический ток, природа—329,
468, действие—в резонаторе 717.

Электричество и его служба чело-
вечеству (библ.) 351, — и магнетизм
(библ.) 246, передача энергии—
624, журнал—796.

Электродвигатель постоянного тока,
соединение—для абсолютной син-
хронизации 207, 742, 808.

Электролитический генератор 134.

Электрон, природа его 480, — в токе
625, β —лучи 803.

Корректуру держал С. М. Горленко.

Чертежи исполнены В. Ф. Горюновым и отпечатаны в литографии С. П. Федотова.

Р. Ц. 113 и 135.

Издание Нижегородской Радиолaborатории.

Тираж 1000 экз.

Печатание „ТиТбп“ № 17 закончено 28 декабря 1922 года.

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

Склады издания „Титбп“.

1. НИЖНИЙ-НОВГОРОД. Радиолaborатория, Радионабережная, 8.
Телеф. 21-66, 16-66.
2. МОСКВА. Большая Дмитровка 22, кв. 7. Московское Бюро Радиолaborатории. Телеф. 41-81.
3. ПЕТРОГРАД. Большая Пушкарская, 67, кв. 3, С. Я. Волохов.
Телеф. 1-63-62.



НА СКЛАДАХ ИМЕЮТСЯ:

„Титбп“ №№ 9—17 и „Радиотехник“ №№ 14—15,

Б Р О Ш Ю Р А

„Электричество и его служба человечеству“

Проф. В. К. Лебединского.

Вследствие большой стоимости отправки наложенным платежом, желающие получать издания по почте благоволят высылать причитающуюся сумму переводом по почте в редакцию „Титбп“.

Ц е н а: „Титбп“ № 9—10 (вместе)—50 коп., № 10—25 коп., № 11, 12, 13, 14, 15, 16 и 17 каждый по 30 коп.;

„РАДИОТЕХНИК“ № 14—15 (вместе)—25 коп., № 15—10 коп.,

„ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И ЕГО СЛУЖБА ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ“—10к.

Цены указаны в золотой валюте Госбанка по курсу дня отправки перевода.



