



ТЕЛЕГРАФИЯ И ТЕЛЕФОНИЯ БЕЗ ПРОВОДОВ.

№ 20. ИЮЛЬ 1923.

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

.....
Типография Нижегородской Радиолaborатории.

"TELEGRAPHY AND TELEPHONY WITHOUT WIRES".

(Journal, founded in 1918).

Edition of Government's Radiolaboratory at Nijnij-Novgorod.

Editor: Prof. W. K. Lebedinsky.

Printing office of Radiolaboratory.

CONTENTS OF № 20, (July 1923).

	<i>page</i>
<i>The electric filters—By G. Kooprianov and P. Shmakov (Moscow)</i>	222
<i>The valves' transmitter of radiophone station in Moscow—By M. A. Bonch-Brooevich (Nijni-Novgorod)</i>	235
<i>The duplex radiotransmission—By W. W. Tatarinov (Nijni-Novgorod)</i>	245
<i>On the calculation of the natural waveleng'h of aerials—By I. G. Freiman (Petrograd)</i>	250
<i>The experimental investigation of the transformers for the telephony—By P. A. Azbookin (Petrograd)</i>	258
<i>On the theory of the telephone—By G. A. Ostroumov (Kazan)</i>	269
<i>An indirect method of measurement of very little pressure of gases—By A. G. Beljavski (Novocherkassk)</i>	283
<i>On the electric current—By A. K. Kotelnikov (Kiev)</i>	285
<i>In France—By P. K. Meyer (Wiatka)</i>	292
<i>On the method of teaching the telephone reception—By A. A. Pistol Kors (Wladikawkaz)</i>	296
<i>Abstracts from foreign literature</i>	309
<i>Annual report of Russian Society Radio Engineers (RORI)</i>	317
<i>Chronicle</i>	325
<i>Book review</i>	328
<i>Errata</i>	328



„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.

АССИСТЕНТ С. М. ГОРЛЕНКО.

ОСНОВАН в 1918 году.

№ 20. ИЮЛЬ 1923.

СО Д Е Р Ж А Н И Е.

Электрические фильтры. Г. Куприянов и П. Шмаков (Москва)	222
Ламповый передатчик Московской радиотелефонной станции. М. А. Бонч-Бруевич (Н.-Новгород)	235
Двойная радиопередача. В. В. Татаринов (Н.-Новгород)	245
О вычислении длины собственной волны радиосети. И. Г. Фрейман (Петроград)	250
Экспериментальное исследование телефонных трансформаторов. Инж. П. А. Азбукин (Петроград)	258
Опыт теории телефона. Г. А. Остроумов (Казань)	269
Косвенный метод измерения очень малых упругостей газов. А. П. Белявский (Новочеркасск)	283
Об электрическом токе. А. К. Котельников (Киев)	285
Во Франции. П. К. Мейер (Вятка)	292
Вопросы методики слухового радиоприема. А. А. Пистолькорс (Владикавказ)	296
Из иностранной литературы: Обращение к массам.—Телефонный приемник.—Антенна бегущей волны.—Законы электромагнитизма.—Новая телеграфная азбука.—Радиолобительство.—Природа атмосферных разрядов.—О неравномерном распределении сигналов.—Передача под землей.—Мощная станция в Польше.—Управление на расстоянии при помощи радио.—Экспорт радиоаппаратов	309
Отчет о деятельности РОРИ за 1921 г.	317
Отчет о деятельности Петрогр. Отд. РОРИ за 1922 г.	320
Отчет о деятельности Туркестанского Радиотехнического О-ва за 1921 г.	323
Хроника: „Титбл“ № 20.—Кристаллический детектор-гетеродин—Уголок А. С. Попова.—Новые Институты.—Из жизни Нижегородской Радиолaborатории	325
Библиография: Ак. Иоффе. Лекции по молекулярной физике. 2-е изд.	328
Опечатки	328

Ар.р. 60(3)

ВНЕШНЕГО РАДИО
КРЕМ
ПРОСВЕЩЕНИЯ
ИМЕНА ЛЕНИНА
Отдел
местного кра
Имя. № 213
Р.1

Электрические фильтры.

Г. Куприянова и П. Шмакова. Д. Ч. РОРИ.

Человеческая речь передается вполне, если частота переменного тока колеблется в пределах от 200 до 2000 периодов в секунду. Это положение из проволочной телефонной практики безоговорочно может быть перенесено и на телефонию высокой частоты¹⁾.

Кроме того, аналитический разбор передачи модулированной энергии показывает, что к приемнику подходят две волны, соответствующие сумме и разности основной частоты и звуковой.

Пусть на ток высокой частоты:

$$i_0 = I_0 \sin \omega t \quad (1)$$

воздействует синусоидальный разговорный ток частоты ω_1 :

$$i_1 = I_1 \cos \omega_1 t. \quad (2)$$

Полагая амплитуду разговорного тока равной kI_0 , где k —фактор, характеризующий степень модуляции, модулированную волну можем изобразить огибающей кривой, тоже синусоидальной, и сила результирующего тока будет:

$$i = I_0 (1 + k \cos \omega_1 t) \sin \omega t. \quad (3)$$

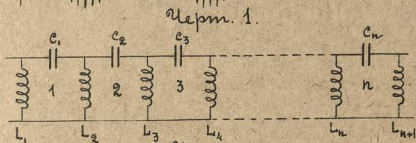
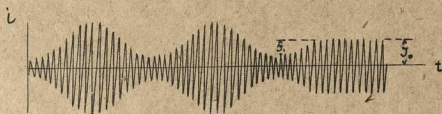
Это выражение представляет ток частоты ω , амплитуда которого принимает значения от $I_0 (1 - k)$ до $I_0 (1 + k)$. При $k = 1$ модуляция будет 100%, при меньших k —значения ее меньшие (черт. 1 стр. 223). После несложных преобразований, ур. (3) примет вид

$$i = I_0 \sin \omega t + I_0 \frac{k}{2} [\sin (\omega + \omega_1) t + \sin (\omega - \omega_1) t]. \quad (4)$$

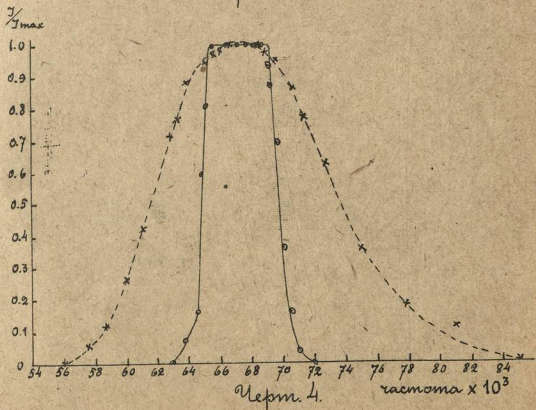
В правой части ур. (4) первый член есть компонента тока высокой частоты, независимая от разговорной частоты ω_1 . Активными компонен-

¹⁾ Carson. Proceed. of the Inst. of Rad. Eng. 7, p. 187. 1919.

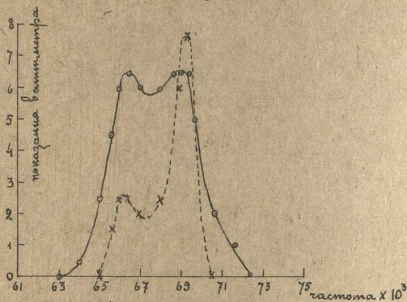
К статье П. Умакова и Т. Куприянова.



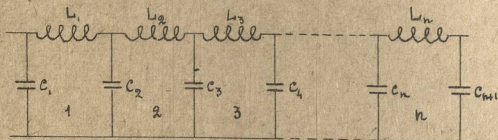
Цепи. 3.



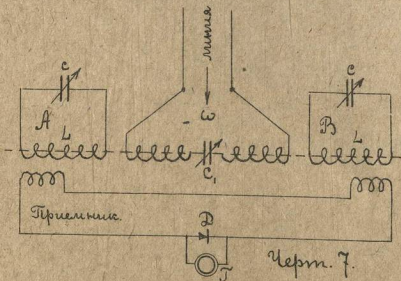
К статье П. Шмакова и Т. Куприянова.



Черт. 5.



Черт. 6.



Черт. 7.

тами являются два других члена, которые зависят от суммы и разности двух частот: высокой и разговорной. А так как при хорошей передаче разговорная частота ω_1 может принимать различные значения между 200 и 2000 пер/сек., то крайними пределами частот при телефонии выс. част. будут $\omega \pm 200$ и $\omega \pm 2000$ пер/сек.

Таковы процессы, имеющие место при модуляции. Теперь, если обратимся к приемному устройству, где совершается восстановление волны низкой частоты, то заметим, что, если к сетке лампового демодулятора (или к детектору) подводится переменное напряжение двух различных частот, то сообразно с этим меняется и ток анода. Анализ волны анодного тока подтверждает существование двух частот, равных сумме и разности основной и разговорной. Передача разговора совершается при наличии обоих указанных компонент, т.-е. наибольшая полоса частот, несущая разговор, будет 4000 пер/сек., но это необязательно.

Речь будет также хорошо передана и при компоненте одного знака, т.-е. при полосе частот в 2000 пер/сек., если поступить величиной приемной энергии.

Таким образом радиотелефонный прием речи будет хорош, если резонансная кривая приемника имеет максимальную амплитуду, одинаковую для всех частот по крайней мере в пределах 2000 пер. Приемники с острой настройкой неминуемо должны искажать речь, от приемных же устройств с большим затуханием должно отказаться тотчас же, как только возникает вопрос о передаче значительного числа разговоров в определенном диапазоне волн. В радиотелефонии подобное обстоятельство наступает тогда, когда в эфире уже становится тесно, причем, в случае надобности, приходится ограничить станции (например частные, любительские) определенной волной. Для многократной телефонии по проводам этот вопрос является насущнейшим. Решается он применением избирательных электрических фильтров. К подобным устройствам пред'является требование, чтобы через них проходила только определенная полоса частот с одинаковым слабым затуханием, все же другие частоты должны весьма сильно затухать. Это затухание фильтров, состоящих из ячеек с емкостями C и самоиндукциями L (черт. 2), практически не зависит от омического сопротивления катушек и потерь в конденсаторах, а главным образом от устройства и величины самоиндукции в каждой ячейке и от числа последних. Но различие в омическом сопротивлении катушек несомненно влияет на степень затухания той или иной частоты из пропускаемого фильтром спектра частот, что будет выявлено ниже.

В Америке применяются фильтры Dr. G. A. Campbell'a (патент U. S. A.),¹⁾ а какие в других странах—неизвестно. Ни расчета, ни

1) П. Шмаков. „Техника Связи“. Т. II. 1 (6) 1923.

описания как тех, так и других фильтров ни в русской литературе, ни в заграничной, имеющейся в России к настоящему моменту, нет. Убедившись в своих работах по многократной телефонии,¹⁾ что скольконибудь удовлетворительное разрешение этого вопроса невозможно без применения фильтров, мы должны были подойти вплотную к изучению этой серьезной проблемы. Наметились два пути решения фильтрующих контуров: 1) в виде сложных резонансных контуров и 2) фильтров, основанных на методе дифференциального приема.

1) *Фильтры резонансные.* Здесь мы даем способ решения с применением дифференциальных уравнений. Но есть и другой способ, без высшей математики, но более сложный в случае большого числа ячеек, основанный на методе эквивалентности сопротивления ячеек для данной частоты сопротивлению некоторых самоиндукций или емкостей²⁾.

Пусть имеем сложный контур (черт. 2 стр. 223), состоящий из n ячеек, содержащих емкости C и самоиндукции L . Уравнение для энергии в цепи, характеризуемой омическим сопротивлением R , самоиндукцией L и емкостью C , как известно, будет:

$$e i dt = R i^2 dt + L i \frac{di}{dt} dt + \frac{i dt \int i dt}{C}; \quad (5)$$

$e i dt$ — полная энергия, расходуемая в цепи,

$R i^2 dt$ — энергия, преобразуемая в тепло,

$L i \frac{di}{dt} dt$ — энергия, идущая на создание магнитного поля,

$\frac{i dt}{C} \int i dt$ — энергия идущая на заряджение конденсатора.

Деля на $i dt$:

$$e = R i + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i dt, \quad (6)$$

получаем эдс, идущую на преодоление омического сопротивления, эдс самоиндукции и эдс конденсатора.

Пренебрегая омическим сопротивлением и приравнивая выражение (6) нулю для случая резонанса, имеем:

$$L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i dt = 0. \quad (7)$$

¹⁾ П. Шмаков и Г. Куприянов. „Титбп“ № 15, стр. 481. 1922.

²⁾ Этот второй метод был доложен в РОРИ 16 янв. 1923 г.

Вставляем выражения (11) и их вторые производные в ур. (10), и вводим условие резонанса:

$$\frac{1}{a^2} = C_1 (L_1 + L_2) = C_2 (L_2 + L_3), \quad (12)$$

где a — собственная частота, которую мы принимаем одинаковой для всех ячеек; после некоторых преобразований ур. (10) примут вид:

$$\left. \begin{aligned} (1 - \frac{\omega_1^2}{a^2}) \sin \omega_1 t + C_1 L_2 \omega_2^2 \sin \omega_2 t &= 0 \\ (1 - \frac{\omega_2^2}{a^2}) \sin \omega_2 t + C_2 L_2 \omega_1^2 \sin \omega_1 t + C_2 L_3 \omega_3^2 \sin \omega_3 t &= 0 \\ (1 - \frac{\omega_3^2}{a^2}) \sin \omega_3 t + C_2 L_3 \omega_2^2 \sin \omega_2 t + C_2 L_2 \omega_4^2 \sin \omega_4 t &= 0 \\ (1 - \frac{\omega_4^2}{a^2}) \sin \omega_4 t + C_1 L_2 \omega_3^2 \sin \omega_3 t &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Определяем отношение $\frac{\sin \omega_2 t}{\sin \omega_3 t}$ из первых двух ур. (13) и то же самое из двух других; полученные результаты приравниваем друг другу:

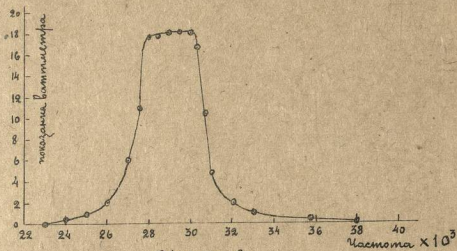
$$\begin{aligned} & C_2^2 L_2^2 \omega_2^2 \omega_3^2 \left(\frac{\omega_1^2}{a^2} - 1 \right) \left(\frac{\omega_4^2}{a^2} - 1 \right) = \\ &= \left(\frac{\omega_1^2}{a^2} - 1 \right) \left(\frac{\omega_2^2}{a^2} - 1 \right) \left(\frac{\omega_3^2}{a^2} - 1 \right) \left(\frac{\omega_4^2}{a^2} - 1 \right) - \\ & - \left(\frac{\omega_1^2}{a^2} - 1 \right) \left(\frac{\omega_2^2}{a^2} - 1 \right) C_1 C_2 L_2^2 \omega_3^2 \omega_4^2 - \\ & - \left(\frac{\omega_3^2}{a^2} - 1 \right) \left(\frac{\omega_4^2}{a^2} - 1 \right) C_1 C_2 L_2^2 \omega_1^2 \omega_2^2 + C_1^2 C_2^2 L_2^4 \omega_1^2 \omega_2^2 \omega_3^2 \omega_4^2. \end{aligned} \quad (14)$$

Вводя в ур. (14) выражения связей:

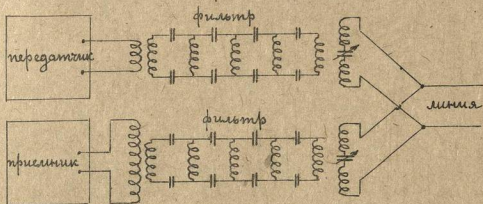
$$k_1^2 = \frac{L_2^2}{(L_1 + L_2)(L_2 + L_3)}, \quad (15)$$

$$k_2^2 = \frac{L_3^2}{(L_2 + L_3)^2}, \quad (16)$$

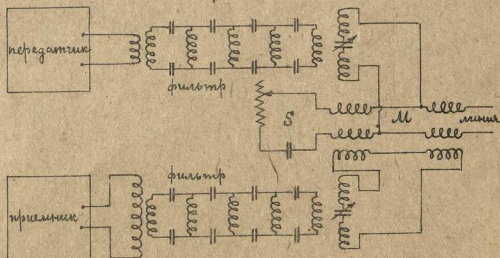
К статье Т. Шмакова и Т. Куприянова.



Черт. 8.

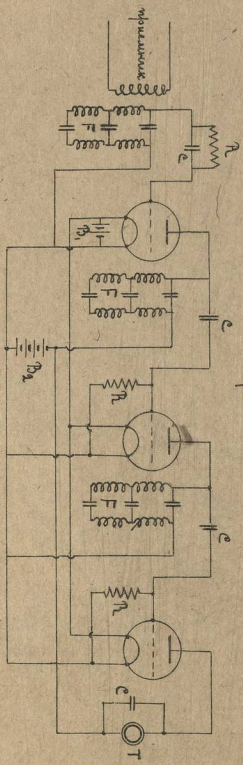
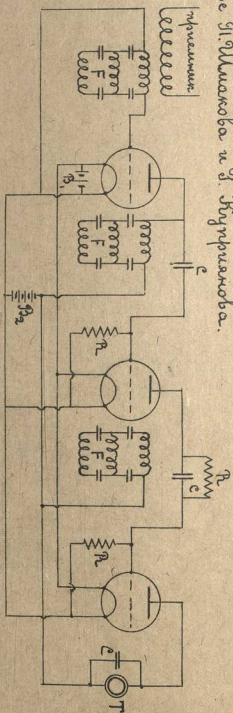


Черт. 9.



Черт. 10.

Земане Д. Умарова и Г. Купуарова.



имеем:

$$k_1^4 \omega_1^2 \omega_2^2 \omega_3^2 \omega_4^2 - k_1^2 (\omega_3^2 - a^2) (\omega_4^2 - a^2) \omega_1^2 \omega_2^2 - \\ - k_2^2 (\omega_1^2 - a^2) (\omega_4^2 - a^2) \omega_2^2 \omega_3^2 - k_1^2 (\omega_1^2 - a^2) (\omega_2^2 - a^2) \omega_3^2 \omega_4^2 + \\ + (\omega_1^2 - a^2) (\omega_2^2 - a^2) (\omega_3^2 - a^2) (\omega_4^2 - a^2) = 0. \quad (17)$$

А так как ω_1 , ω_2 , ω_3 и ω_4 суть корни нашего уравнения, то заменяя их через неизвестное ω , будем окончательно иметь:

$$\omega^8 [(1 - k_1^2)^2 - k_2^2] - \omega^6 [2(1 - k_1^2) - k_2^2] 2a^2 + \\ + \omega^4 [2(3 - k_1^2) - k_2^2] a^4 - \omega^2 4a^6 + a^8 = 0. \quad (18)$$

Таково общее уравнение для 4 ячеек, четвертой степени относительно ω^2 .

Решая его методом разложения на множители, найдем четыре корня:

$$\left. \begin{aligned} \omega_1^2 &= \frac{2a^2}{2 - k_1 - \sqrt{4k_1^2 + k_2^2}}; \quad \omega_2^2 = \frac{2a^2}{2 + k_1 - \sqrt{4k_1^2 + k_2^2}}; \\ \omega_3^2 &= \frac{2a^2}{2 - k_1 + \sqrt{4k_1^2 + k_2^2}}; \quad \omega_4^2 = \frac{2a^2}{2 + k_1 + \sqrt{4k_1^2 + k_2^2}}. \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

Разрешив таким образом ур. (18), нетрудно будет произвести и рабочий расчет фильтра. Обычно заданными величинами являются ω_1 и ω_4 , заключающие между собой спектр частот, который должен пропускать фильтр. Тогда из соотношения корней (19) находим сначала собственную частоту ячеек a^2 :

$$a^2 = \frac{2\omega_1^2 \omega_4^2}{\omega_1^2 + \omega_4^2}. \quad (20)$$

Из выражений (19) усматривается такая зависимость между корнями:

$$\frac{1}{\omega_1^2} - \frac{1}{\omega_2^2} = \frac{1}{\omega_3^2} - \frac{1}{\omega_4^2}. \quad (21)$$

Добавляя, в силу симметрии, еще одно условие:

$$\frac{1}{\omega_1^2} - \frac{1}{\omega_2^2} = \frac{1}{\omega_1^2} - \frac{1}{\omega_3^2}, \quad (21a)$$

определим k_2 и k_1^2 :

$$k_2 = \frac{2(\omega_1^2 - \omega_4^2)}{3(\omega_1^2 + \omega_4^2)}, \quad (22)$$

$$k_1^2 = \frac{(\omega_1^2 - \omega_4^2)^2}{3(\omega_1^2 + \omega_4^2)^2}. \quad (23)$$

Дальше, задаваясь, например, величиной L_2 , находим из ур. (16) L_3 :

$$L_3 = \frac{k_2 L_2}{1 - k_2}, \quad (24)$$

а из ур. (15) L_1 :

$$L_1 = \frac{(1 - k_2 - k_1^2) L_2}{k_1^2}. \quad (25)$$

Емкости C_1 и C_2 находим из условий резонанса (12):

$$C_1 = \frac{1}{a^2(L_1 + L_2)}, \quad (26)$$

$$C_2 = \frac{1}{a^2(L_2 + L_3)}. \quad (27)$$

Таким образом все элементы фильтра будут определены.

Аналогичным способом рассчитываются фильтры с любым числом ячеек. Иногда достаточно бывает только двух ячеек. Примененные нами в многократной телефонии подобные фильтры с двумя ячейками дали полное устранение мешающих действий всех частот, лежащих за пределами выбранного спектра. На черт. 4 даны две резонансных кривых: пунктирная—для нашего приемника без фильтра, сплошная—для того же приемника с фильтром. На черт. 5 (стр. 224) представлена картина влияния различия в омическом сопротивлении крайних катушек: пунктирная—при различном сопротивлении, причем вылет кривой наблюдается со стороны ячейки с меньшим сопротивлением, сплошная—некоторая стадия кривой при выравненном сопротивлении. Примерно тот же характер деформации дает и несоответствие в связях с линией и приемником и расстройка приемника.

Из рассмотрения величины индуктивного сопротивления для каждой ячейки контура (черт. 2) легко убедиться, что затухание мешающих частот будет тем больше, чем больше L и чем меньше C . В тех слу-

чаях, когда требуется, чтобы фильтр пропускал низкую частоту, нужно иметь C достаточно большим, что уменьшит затухание ненужных высоких частот, а это нежелательно. Тогда можно воспользоваться фильтром, изображенным на черт. 6.

Для такого контура основные дифференциальные уравнения будут иметь вид:

$$\left. \begin{aligned} \frac{i_1}{C_1} + L_1 \frac{d^2 i_1}{dt^2} + \frac{i_1 - i_2}{C_2} &= 0 \\ \frac{i_2 - i_1}{C_2} + L_2 \frac{d^2 i_2}{dt^2} + \frac{i_2 - i_3}{C_3} &= 0 \\ . &. \\ \frac{i_n - i_{n-1}}{C_n} + L_n \frac{d^2 i_n}{dt^2} + \frac{i_n}{C_{n+1}} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (28)$$

Решаются они также, как и ур. (9). Рассматривая случай фильтра с 4 ячейками, найдем общее уравнение вида:

$$\begin{aligned} & \omega^8 - \omega^6 4a^2 + \omega^4 [2(3 - k_1^2) - k_2^2] a^4 - \omega^2 [2(1 - k_1^2) - k_2^2] 2a^6 + \\ & + [(1 - k_1^2)^2 - k_2^2] a^8 = 0; \end{aligned}$$

и корни его:

$$\left. \begin{aligned} \omega_1^2 &= a^2 \left(1 + \sqrt{k_1^2 + \frac{k_2^2}{2}} + k_2 \sqrt{k_1^2 + \frac{k_2^2}{4}} \right), \\ \omega_2^2 &= a^2 \left(1 + \sqrt{k_1^2 + \frac{k_2^2}{2}} - k_2 \sqrt{k_1^2 + \frac{k_2^2}{4}} \right), \\ \omega_3^2 &= a^2 \left(1 - \sqrt{k_1^2 + \frac{k_2^2}{2}} - k_2 \sqrt{k_1^2 + \frac{k_2^2}{4}} \right), \\ \omega_4^2 &= a^2 \left(1 - \sqrt{k_1^2 + \frac{k_2^2}{2}} + k_2 \sqrt{k_1^2 + \frac{k_2^2}{4}} \right). \end{aligned} \right\} \quad (30)$$

Затем, как и раньше, по заданным ω_1 и ω_4 найдем a , k_2 , k_1 , C_3 , C_2 , C_1 , L_1 и L_2 .

2. *Фильтры дифференциальные.* В отличие от только что рассмотренных фильтров, которые нельзя применять, не рассчитав их, эти фильтры допускают опытный подбор элементов. Основаны они на принципе дифференциального приема. Пусть, например, по линии

(черт. 7) доставляется некоторый ток частоты ω . Два одинаковых контура A и B , настроенных в резонанс на ω , вследствие равенства фаз тока никакого эффекта в приемном дифференциальном контуре не дадут. Но лишь только эти два контура будут немного расстроены один относительно другого на одну и ту же величину $\Delta\omega$ так, чтобы, положим, $\omega_A > \omega > \omega_B$, то появившиеся разности фаз в одном контуре с плюсом, в другом с минусом, в дифференциальном контуре сложатся и дадут известный эффект. Регулируя расстройку, контуров A и B изменением C или L , и соответственно устанавливая связи с приемным контуром и линией, получим резонансную кривую с весьма размытым максимумом и крутыми границами (черт. 8, стр. 229). Связывая, кроме того, контура A и B между собой, можно увеличить область частот одинаковых максимальных амплитуд. Введение в линию конденсатора C_1 осложняет происходящие здесь процессы, но зато повышает энергию в приемном контуре примерно вдвое.

3. *Применение фильтров.* 1) Фильтры можно применять в многократной телефонии токами высокой частоты вдоль телефонно-телеграфных проводов и линий высокого напряжения. Если принять, что крайние пределы частот, в которых может совершаться передача по проводам, будут от 150000 ($\lambda = 2000$ мт) до 10000 пер/сек ($\lambda = 30000$ мт), фильтрующие устройства, рассчитанные на перенос полосы в 2000 пер/сек и позволяющие между отдельными разговорами оставлять полосу в 1000 пер/сек, дают возможность в указанном диапазоне уложить 50 волн. Другими словами, если взаимные сношения совершаются двумя различными волнами, то теоретически возможно число разговоров по одной паре проводов довести до 25; если же каждый взаимный разговор происходит на одной волне, то—до 50, не мешая в то же время обычному телефону или телеграфу. Схемы включения фильтров даны на черт. 9 и 10. Мост высокой частоты (M) на черт. 10 с искусственной сетью (S), уравнивающей данную линию, исключает влияние передатчика на собственный приемник.

2) В радиотелефонии фильтрующие устройства дают следующие преимущества:

- а) полное отсутствие искажения речи,
- в) устранение мешающих действий других станций,
- с) уничтожение обертонов,
- д) освобождение эфира от ненужных волн,
- е) уплотнение эфира.

Особо важно для станций с фиксированной волной (частного пользования, любительские и т. п.), т. к. введение фильтра в приемный контур не позволит менять емкость или самоиндукцию последнего без того, чтобы не исказить речь.

3) Применение фильтров для радиотелефонных усилителей и громкоговорителей. Схемы того и другого даны на черт. 11 и 12, (стр. 230); с ними достигнуто полное отсутствие искажения речи. Резонансная кривая, полученная после такого усиления, подобна изображенной на черт. 4 (сплошная). В указанных усилителях можно применить схему и с трансформаторной связью.

Москва.

Радиолaborатория Треста Слабых Токов.

Январь 1923 г.

Примечание: Появившееся в данный момент описание немецких фильтров К. W. Wagner'a, подобных американским, (Юрьев, „Техника Связи“ № 4—5. р. 68. 1923), показывает, что в основу наших расчетов положен иной принцип.

П. Шмаков.

12/IV 23.

Ламповый передатчик Московской радиотелефонной станции.

М. А. Бонч-Бруевича, Ч.-У. РОРИ.

1.

Ламповый передатчик, установленный на Московской радиотелефонной станции в августе 1922 года, разрабатывался в Нижегородской Радиолaborатории автором совместно с С. И. Шапошниковым. В этой статье дается описание современного устройства передатчика, которое не изменялось с момента его установки, но которое в ближайшем будущем предполагается несколько изменить в связи с возможностью перейти к вновь разработанным более мощным лампам.

При разработке этого передатчика впервые пришлось столкнуться с затруднениями, которые возникают при применении большого числа параллельно включенных ламп, работающих при относительно высоком анодном потенциале. Причиной затруднений являются главным образом паразитные волны различной длины, легко появляющиеся в таких системах, в особенности если последние содержат несколько каскадов, или по своему устройству многоволнисты. Этот вопрос затрагивается ниже более подробно, здесь же необходимо указать, что именно эти причины затрудняют применение для эксплуатационных целей при мощности в несколько киловатт систем с многими каскадами в высокой частоте. Вследствие этого пришлось отказаться от прежней схемы, примененной в опытном радиотелефонном передатчике на Ходынской радиостанции, (в которой модулированные колебания малой мощности

усиливались промежуточным каскадом и затем поступали в цепь сеток ламп, питающих антенну) и перейти к схеме с непосредственным возбуждением ламп от антенны. При значительных мощностях эта схема имеет еще то преимущество, что в ней легче всего могут быть урегулированы для всех ламп фазовые сдвиги анодной и сеточной цепи, что важно для правильной работы ламп и избежания перегрузки анодов или сеток.

2.

Принципиальная схема генератора, примененная на радиостанции, показана на черт. 1 (стр. 239), и она же, несколько иначе изображенная, показана на черт. 2.

Как ясно из этих чертежей, сетка генераторной лампы связана с антенной индуктивно, а анод через емкость C , величина которой должна обеспечивать достаточно малое сопротивление для данной частоты. В цепь анода включен дроссель L , величина которого с точки зрения генерирующего устройства может быть произвольно большой, но ограничивается другими соображениями; в частности, при применении генератора для радиотелефона, она не должна оказывать значительного сопротивления для таков телефонной частоты. То же самое можно сказать и относительно емкости C'' , которая шунтирует анодную цепь, пропуская через себя высокую частоту, и которая не должна представлять значительной проводимости для низкой частоты.

Что же касается конденсатора C' , то непосредственное его назначение — это регулировка связи между антенной и лампами. На черт. 2 он показан включенным параллельно виткам антенной самоиндукции между землей и подвижным контактом K , т. к. такое включение практически эквивалентно включению его параллельно дросселю L , (как это показано на черт. 1, и как это имеет место в действительности) вследствие большой величины емкостей C'' и C , являющихся короткими замыканиями большой частоты.

Контур $L' C'$, который, как легко видеть на черт. 2, представляет собою колебательную систему сильно связанную с антенной, не находится в резонансе с последней и служит для регулировки передачи энергии от ламп в антенну, давая возможность путем изменения самоиндукции L' и емкости C' достигать тех же результатов, которые в обычных генераторах достигаются вариированием связи и коэффициента трансформации в антенном трансформаторе. Связь сеток с антенной индуктивная при посредстве катушки L'' .

Фазовые сдвиги между цепями анодов и сеток могут быть урегулированы при помощи изменения самоиндукции катушки сетки.

Паразитные волны короткого периода, легко возникающие в многоламповых системах, поглощаются емкостью C' , которая служит для них коротким замыканием, что является преимуществом такой схемы.

Как было отмечено, для радиотелеграфной передачи величину конденсаторов C и C'' , а также дросселя L лучше брать возможно большей, но для радиотелефонных целей при модуляции анодным напряжением их приходится значительно уменьшать, так как эти конденсаторы являются боковой уткой для токов низкой частоты, а самоиндукция L — сопротивлением, поглощающим часть вольтажа. Конечно соотношения получаются тем выгоднее, чем больше разница между излучаемой и модулирующей частотами. Относительно катушки L можно сказать еще, что, т. к. она является по существу включенной параллельно виткам L' самоиндукции антенны, то часть колебательного тока ответвляется в нее, причем тепловые потери здесь больше, чем в антенной катушке; поэтому самоиндукция L должна быть значительно больше L' ; при удлинении волны или при увеличении сопротивления антенны самоиндукцию L' приходится увеличивать; поэтому обе эти причины требуют также увеличения дросселя L , и, следовательно, неблагоприятно отзываются на радиотелефонной передаче. Что касается контура L', C' , то о нем было уже сказано, что он не настраивается в резонанс с антенной; это обстоятельство для радиотелеграфной передачи не имеет никакого значения, т. к. в установившемся режиме антенна при всех условиях будет излучать одну волну, но при непрерывно изменяющемся режиме, который имеет место в случае модуляции, близость к резонансу может повлечь за собой появление второй волны.

Отдача, достигаемая при помощи такого генератора, около 65%. Гармоники основного колебания выражены слабо, особенно при достаточно малой связи сеточной цепи.

При работе радиотелефоном Московский генератор состоит из 12 ламп; при работе радиотелеграфом или из 12, или из 24. Антенный ток при волнах около 3000 метров нормально около 40 ампер при передаче сигналов, и около 28 ампер при передаче радиотелефоном, при действующей высоте антенны 110 метров и полном сопротивлении сети около 6 ом. При обледенении антенны ток понижался в некоторых случаях на 30%.

3.

Схема модуляции, примененная в Московском передатчике показана на черт. 3 (стр. 239) и представляет собою по существу общеизвестную схему прямой анодной модуляции с предварительным усилением низкой частоты. Сущность ее заключается в том, что на постоянное напряжение на анодах генератора накладывается электродвижущая сила самоиндукции, возбуждаемая в дроссельной катушке при действии модуляторных ламп.

Эта электродвижущая сила то уменьшает, то увеличивает напряжение на анодах генератора и этим производит модуляцию антенного

тока. Глубина модуляции легко может быть определена при помощи вольтметра переменного тока, включенного параллельно дросселю L . Для получения модуляции порядка 80% мощность модуляторных ламп должна быть не менее мощности генераторных ламп, при чем энергия, развиваемая модулятором по крайней мере на 60% переходит в антенну.

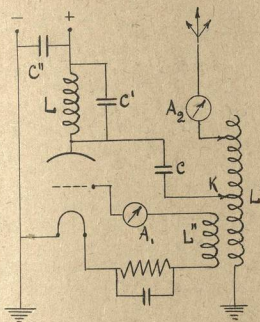
Эта схема в смысле распределения энергии между модулятором и генератором не отличается от схемы модулирования с последовательным включением ламп (черт. 4), применявшейся мною ранее. Принципиальная разница между ними заключается в том, что в первой, благодаря дросселю L остается постоянной сумма токов, идущих от источника на все аноды, а во второй, благодаря конденсатору C''' неизменной остается сумма напряжений на модуляторе и генераторе.

Прежняя (вторая) схема дает преимущество в том отношении, что ток в антенне зависит непосредственно от потенциала сеток модуляторных ламп, и кривая амплитуды антенного тока почти точно соответствует кривой сеточного потенциала модулятора; в примененной же теперь схеме изменения антенного тока зависят от производной кривой потенциала сеток модулятора. Эта разница для радиотелефона в смысле ясности речи не существенна, но для радиотелеграфа для весьма быстрой передачи схема черт. 4 дает большое преимущество, позволяя управлять антенным током с любой быстротой при помощи очень слабого механического аппарата и при полном отсутствии в ней искрения. Однако невыгоды, заключающиеся в необходимости применять двойное напряжение, иметь нити при различных потенциалах и дороговизна необходимого большого конденсатора, заставили остановиться именно на схеме черт. 3.

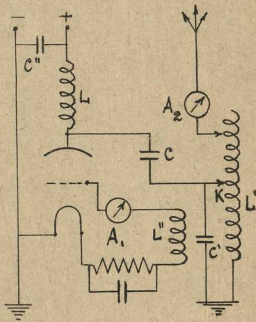
Что же касается других систем, то в период разработки было испробовано значительное их количество и многие из них при малых мощностях имеют свои преимущества, но при переходе к большим мощностям и к условиям эксплуатационной, а не лабораторной обстановки, их недостатки становились существенными. Было бы затруднительно перечислить здесь все встречавшиеся детали, но в общем можно сказать, что при системах с непрямым возбуждением антенны и с модуляцией в первом или промежуточном каскадах в высшей степени трудно быть гарантированным от всякого рода паразитных колебаний и от неправильных фазовых сдвигов. Схемы эти очень чувствительны к изменению анодного напряжения и числу ламп.

Модуляция в цепи сетки представляется особенно заманчивой ввиду того, что при ней эффект модуляции может быть сильно повышен за счет самих генераторных ламп; для этого необходимо только, чтобы при уменьшении амплитуды колебаний ток на аноды возрастал, и тогда электродвижущая сила самоиндукции в анодном дросселе увеличивает анодное напряжение при увеличении амплитуды и

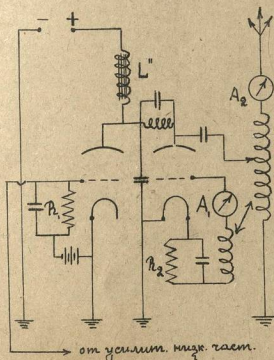
К станке М. А. Бонн-Брыбура.



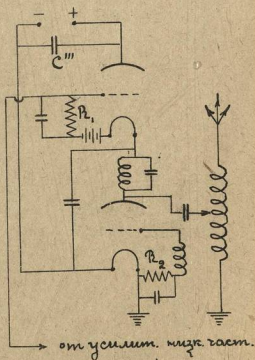
Черт. 1.



Черт. 2.

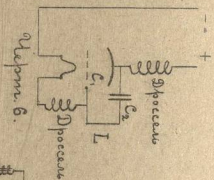


Черт. 3.

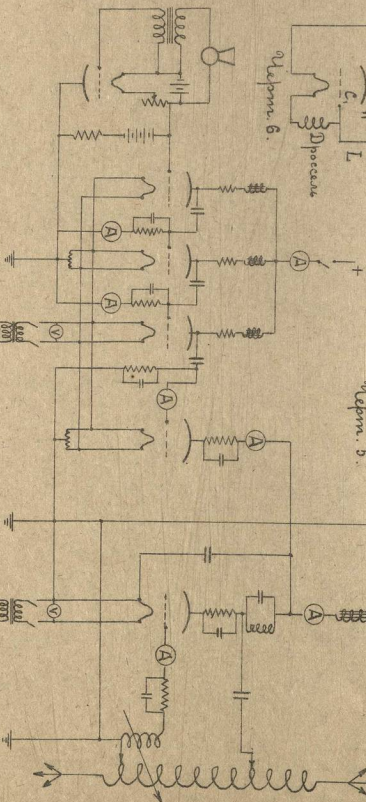


Черт. 4.

Имя: М.А. Ток-Тыбета.



Чепм. 5.



Микрометр

I года

II года

III года

Могут быть

12 лет

2 года

12 лет

уменьшает его при уменьшении амплитуды. Достигнуть этого можно различными путями, в частности изменением сдвига фазы сетки.

Однако этот способ ставит лампы в невыгодные условия и для эксплуатационных целей представляется рискованным.

Наконец, модулирование при помощи железа путем расстройки антенны или путем торможения перехода энергии от ламп к антенне оказалось мало пригодным для волн порядка 2000 метров, вследствие больших потерь в железе. Что касается ясности модуляции, то она может быть достигнута в сущности при всякой системе. Искажения почти всегда обусловлены или плохим действием микрофона, или же наличием паразитных колебаний, которые могут или существовать все время в какой-либо из цепей или же появляться при определенных значениях потенциала сетки. С появлением паразитного колебания лампа как бы теряет чувствительность к более низкой частоте, т. к. анодный ток очень мало зависит от начального потенциала сетки и определяется амплитудой паразитного колебания.

Аналогично, искажение звука получается также и в тех случаях, когда на анод или сетку модуляторной лампы действует переменное напряжение высокой частоты, хотя бы сравнительно и небольшой амплитуды; это напряжение через емкость внутри лампы всегда передается сетке и характеристика лампы для низкой частоты искажается. Паразитные колебания гораздо легче могут быть устранены при каскадном усилении низкой частоты, т. к. в этом случае для поглощения их можно широко пользоваться конденсаторами, но за то при большом коэффициенте усиления трудно освободиться от самовозбуждения такого усилителя вследствие реакции последнего каскада на первый. Эти трудности больше при трансформаторном усилении, т. к. собственный период усилителя делается низким и конденсаторы, назначенные для поглощения паразитных колебаний, не мешают возникновению токов звуковой частоты; кроме того, при применении трансформаторов усилитель приобретает избирательные свойства, усиливая больше отдельные тона вследствие резонансовых явлений. Поэтому в московском передатчике применен усилитель с сопротивлениями. Полная схема передатчика вместе с усилителем показана на черт. 5 (стр. 240). Для устранения искажений, происходящих от детектирования тока в цепи сетки, к нити и сетке присоединены сопротивления порядка всего 800 ом на лампу. Конденсаторы, шунтирующие эти сопротивления, назначены для уничтожения паразитов и реакций в высокой частоте. Усилитель заключает в себе 6 ламп и имеет три каскада. На первую лампу действует звуковая частота, предварительно усиленная после микрофона маленькой усилительной лампой. По условиям своей работы, в целях большей ясности передачи, лампы являются здесь недогруженными, и мощность в последнем каскаде при 4-х лампах не превышает 600 ватт. Значительная часть этой мощности работает на со-

противление, шунтирующее сетки модулятора, что обеспечивает от искажений вследствие детектирования в этой части схемы. Слабым местом всего устройства является микрофон, который часто спекается, несмотря на то, что он находится под нормальным напряжением в 4 вольта. Можно предполагать, что причиной спекания являются токи большой частоты, проникающие в него благодаря близости передающих приборов, осветительной проводки и других проводников, включая сюда и диктора, являющегося своего рода антенной и могущего при соприкосновении с микрофоном передавать ему колебания.

4.

Паразитные колебания, о которых была речь выше, могут возникнуть в результате всевозможных взаимных связей, как индуктивных, так и электростатических между различными частями схемы, и условия их возникновения вообще чрезвычайно разнообразны. Однако можно сказать вообще, что для появления их при работе лампы, как простого триода, необходимо, чтобы в силу взаимодействия между анодом и сеткой, обусловленного устройством схемы, эти электроды, хотя бы в течение части периода, получали бы одновременно противоположные приращения потенциалов. Идеальный случай, не осуществляемый на практике, это, когда они сдвинуты в течение всего периода на 180° . Наоборот, при сдвиге 0° (360°) лампа стремится остановить колебания. При всякого рода иных сдвигах часть периода колебания усиливаются, часть периода останавливаются лампой, и конечный результат зависит от суммарного действия за весь период, предвидеть которое во всех деталях крайне затруднительно, в виду сложности всего явления. Несомненно однако, что колебания могут осуществляться и при сдвигах, меньших 90° . Во всяком случае, при прочих равных условиях, пополнение энергии, расходуемой в колебательном контуре, происходит тем интенсивнее, чем ближе сдвиг к 180° .

Другим фактором, влияющим на возникновение колебаний, является динамическая величина возвратного действия анода на самого себя, которую приблизительно можно положить равной $J_a = K \frac{dV_a}{dV_c}$ где K —коэффициент, учитывающий действие анода на сетку. Величина J_a зависит как от параметров лампы, так и от устройства цепей и, вообще говоря, не остается постоянной в течение периода, меняясь также с амплитудой. При потенциальных сдвигах между анодом и сеткой, не очень далеких от 180° , колебания возникают тем легче, чем больше значение J_a , т. к. пополнение энергии, расходуемой при колебаниях, совершается более интенсивно, или, говоря иначе, вся система делается более неустойчивой (отрицательное сопротивление растет) и первоначальное отклонение от положения равновесия вызывает более интенсивное дальнейшее отклонение. Всякий участок схемы, через который может осуществиться воздействие друг на друга анода и

сетки, способен явиться причиной возникновения колебаний с таким периодом, при котором динамическая величина J_a достаточно велика, а потенциальный сдвиг достаточно близок к 180° , или, точнее говоря: при котором совокупность этих величин дает оптимум. При этом анод и сетка могут принадлежать и к разным лампам или группам ламп, и взаимодействие между ними может иметь сложный характер; в этом случае величины dV_c и dV_a и K должны быть отнесены не к одной, а к различным лампам рассматриваемой совокупности.

Связи между отдельными частями схемы и электродами ламп, благодаря которым осуществляется воздействие элементов лампы друг на друга, могут быть и электростатическими, и электромагнитными; первые способствуют возникновению главным образом колебаний короткого периода; устранение или компенсирование их затруднительно. Вторые являются чаще причиной более медленных колебаний и могут быть устранены более легко.

Если ограничиться рассмотрением возникновения паразитных колебаний при наличии в схеме одной лампы, то наиболее типичным является случай возникновения короткого паразита по схеме черт. 6. Внутренняя емкость анод-сетка C_1 , последовательно включенная с ней емкость между внешними проводами от этих электродов C_2 и самоиндукция этих проводов L образуют колебательный контур. Если в этом контуре возникают колебания с периодом близким к его собственному, то они поддерживаются лампой, так как потенциалы анода и сетки смещены на угол близкий к 180° . Эти колебания возникают легче при большем анодном напряжении, вследствие меньшего потребления энергии сеткой. Если сетка изолирована или соединена с нитью через большое сопротивление, то такие колебания делаются прерывистыми, так как сетка периодически накапливает большой отрицательный потенциал, и лампа временно теряет чувствительность. Паразиты этого же рода могут быть обусловлены и магнитными связями или же совокупностью электростатических и магнитных взаимодействий. Они появляются часто при определенном начальном потенциале сетки, когда лампа имеет наибольшую чувствительность; в этом случае, при работе лампы в качестве генератора, они появляются периодически в те моменты, когда потенциал сетки проходит через соответственное значение. Условия их возникновения облегчаются в многоламповых системах, где появлению их способствует связь между всеми соединительными проводами и где комбинации из сеток и анодов, принадлежащих разным лампам при определенных периодах могут образовать систему с большим коэффициентом усиления.

Длины волн таких паразитов различны, но главным образом, это короткие волны порядка от 2 до 25 метров. Интенсивность их может быть очень велика и также велико разрушительное действие на лампы вследствие отсутствия отдачи. Наиболее рациональной мерой борь-

бы с ними является включение небольших конденсаторов между нитью и сеткой; эти конденсаторы должны быть присоединены самыми короткими проводами и в многоламповых системах ими должны быть снабжены электроды каждой лампы. Присоединение одного общего конденсатора не приносит пользы, так как при таких коротких волнах индуктивное сопротивление соединительных проводов оказывается уже значительным. Второй мерой может быть введение смещающих сопротивлений в цепи сетки порознь на каждую лампу или на небольшую группу ламп. Подбором анодных дросселей можно как затруднить, так и облегчить появление паразитов; присоединение же емкостей между анодом и нитью почти всегда приносит вред. Полезны всякие упрощения в расположении проводов и в самой схеме.

В передатчике московской радиостанции у каждой лампы между сеткой и нитью включены небольшие конденсаторы; сопротивление для смещения потенциала сеток отдельное для каждой 3-х ламповой группы.

Другой причиной появления паразитных колебаний является отрицательное сопротивление в цепи сетки, которое, как это было показано В. В. Татариновым, появляется в том случае, когда на сетку задан большой положительный потенциал. В этом случае сетка начинает излучать вторичные электроны, и характеристика $i_c = f(e_c)$ становится на некотором участке падающей. Это свойство тесно связано с конструктивными данными лампы и, в частности, отрицательное сопротивление в цепи сетки получается легче и на большем участке в лампах с частой сеткой, сделанной из тонкой проволоки, так как такая сетка меньше поглощает электронов, идущих с нити, и больше выбрасывает вторичных электронов. Для появления отрицательного сопротивления необходимо некоторое определенное соотношение между анодным и сеточным потенциалами, которые в отдельные моменты во время работы лампы в качестве генератора осуществляются, и тогда при наличии колебательных систем в цепи сетки появляются паразиты, действующие в течение некоторой доли периода. Уничтожению их помогает увеличение затухания в цепи сетки, которое может быть достигнуто уменьшением включенных в сетку самоиндукций и увеличением емкостей, параллельных нити и сетке.

Нижний-Новгород.
Радиолaborатория.
Май 1923 г.

Двойная радиопередача.

В. В. Татарина.

На страницах настоящего журнала мною уже был однажды вкратце изложен принцип применяемого мною способа двойной радиопередачи.¹⁾ Это принцип „многократного резонанса“. Сущность его заключается в том, что два связанных колебательных контура дают кривую резонанса с двумя максимумами, соответствующими двум волнам связи системы, λ_1 и λ_2 . Если мы будем действовать на такую систему двумя независимыми генераторами, вызывающими в ней вынужденные незатухающие колебания, то оба периода будут существовать в ней независимо один от другого. Генераторами вынужденных колебаний могут быть, как я уже говорил в цитированной заметке, или ламповые генераторы с усилительной схемой, или машины высокой частоты.

Такова незатейливая идея двойной радиопередачи по принципу многократного резонанса. Однако, при техническом осуществлении этой идеи пришлось преодолеть некоторые затруднения, о которых я и хочу говорить в настоящей статье.

Первое, и наиболее важное, затруднение заключается в том, что, вследствие связи колебательной системы с генераторами, нажатие ключей, находящихся в цепях последних, изменяет постоянные системы. Таким образом на практике пропадает теоретическая независимость обоих видов колебаний друг от друга. Действительно, пусть нажат ключ генератора G_1 , дающего волну λ_1 . Нажатие ключа генератора G_2 изменяет постоянные колебательной системы, а следовательно и амплитуду колебаний, дающих волну λ_1 . При применении ламповых генераторов изменяется не только амплитуда волны λ_1 , но и самая длина волны, так как обратная реакция на генератор, даже при усилительных схемах, совершенно не может быть уничтожена. Правда, эти изменения периода незначительны, но при гетеродинном приеме делаются заметными изменения частоты даже в несколько сотых долей процента. Эти внезапные изменения тона приема в такт работы другого ключа гораздо заметнее и неприятнее изменения силы звука (амплитуды), что и заставило меня пока совершенно отказаться от применения ламп для двойной радиопередачи и остановиться на машине.

¹⁾ „Титбп“ № 17. 1922. стр. 806.

Но тут встречается другое затруднение: настройка системы на периоды машины.

Я работал с машиной проф. В. П. Вологодина, причем пользовался для передачи 4-ой и 5-ой гармониками одновременно от одной и той же машины. Таким образом машина задает обе волны связи и система должна быть на них настроена.

В связанных системах всякое применение одной волны изменяет, вообще говоря, и другую, что и представляет на практике большое неудобство.

Оба указанных неудобства тем не менее могут быть устранены определенным подбором постоянных колебательной системы и надлежащим расположением катушек связи генераторов.

Покажем прежде всего, как можно получить изменение одной волны связи, не изменяя другой.

Пусть имеем два контура I и II (черт. 1, стр. 249) связанных самоиндукцией L .

Предположим, что оба контура настроены в резонанс, причем их собственная волна равна

$$\lambda_0 = 2\pi \sqrt{C_1 (L_1 + L)} = 2\pi \sqrt{C_2 (L_2 + L)}.$$

Волны связи будут тогда:

$$\lambda_1 = \lambda_0 \sqrt{1 - k} \text{ и } \lambda_2 = \lambda_0 \sqrt{1 + k},$$

где

$$k = \frac{L}{\sqrt{(L_1 + L)(L_2 + L)}}.$$

Подставив это значение k в выражение для λ_1 , найдем:

$$\begin{aligned} \lambda_1^2 &= 4\pi^2 C_1 (L_1 + L) \left[1 - \frac{L}{\sqrt{(L_1 + L)(L_2 + L)}} \right] = \\ &= 4\pi^2 C_1 [L_1 + L (1 - \sqrt{\frac{C_2}{C_1}})]. \end{aligned}$$

Ясно, что величина λ_1 не будет зависеть от L в том случае, когда $C_1 = C_2$.

Итак, если оба колебательных контура одинаковы, т.е. имеют $L_1 = L_2$ и $C_1 = C_2$, то изменяя L мы будем изменять только большую волну связи λ_2 , короткая же волна λ_1 останется неизменной.

Физически это объясняется тем, что в этом случае при колебаниях, соответствующих короткой волне, в точках m и n получаются узлы напряжения, так что тока в катушке L совершенно не будет. Действительно, в этом случае катушка L может быть совершенно разомкнута или, наоборот, замкнута накоротко, — амплитуда и период колебаний с длиной волны λ_1 не изменятся.

На основании предыдущего делается понятным способ настройки системы на определенные волны. Именно, сначала настраиваем систему на волну λ_1 , изменяя одновременно самоиндукции L_1 и L_2 и заботясь лишь о сохранении их взаимного равенства, что легко может быть достигнуто автоматически, т. к. при небольших изменениях настройки динамические „постоянные“ антенны можно считать действительно постоянными. Когда резонанс для волны λ_1 получен, настраиваем систему на волну λ_2 , для чего изменяем L .

Равенство постоянных обоих контуров позволяет также избавиться от взаимного влияния волн друг на друга.

Заметим, что в этом случае амплитуды токов в обоих контурах равны, а сами токи при колебаниях дающих волну λ_1 направлены в катушке L в противоположные стороны (стрелки 1), а при волне λ_2 — в одну и ту же сторону (стрелки 2).

Уже вследствие независимости колебаний с длиной волны λ_1 от величины самоиндукции L очевидно, что если связать генератор большей волны λ_2 с катушкой связи L , то работа этого генератора никак не отразится на колебаниях, дающих волну λ_1 .

Генератор G_1 , дающий волну λ_1 , следует связать с колебательной системой, как показано на черт. 2. При этом катушки a и b должны иметь равные самоиндукции и одинаковую связь с катушкой c . Тогда при колебаниях 1-го рода (волна λ_1) действия катушки c на катушки a и b сложатся, при колебаниях же 2-го рода — взаимно уничтожатся. Таким образом на колебания 2-го рода цепь генератора G_1 никакого влияния оказывать не будет.

Легко видеть, что при указанном присоединении генераторов колебательная система будет иметь для генератора G_1 кривую резонанса с одним только максимумом в точке λ_1 , а для генератора G_2 — тоже кривую с одним максимумом, но уже в точке λ_2 .

Чтобы получить действительную схему двойной радиопередачи, надо заменить колебательный контур II антенной. Эта схема изображена на черт. 3. Здесь B_2 изображает двойной вариометр, состоящий из двух плоских спиралей с ползунками, имеющими одинаковое движение. Этим вариометром система настраивается на волну λ_1 . При этом амперметр A_1 должен показать максимум тока, а амперметр A_2 должен стоять на нуле.

Вариометр B_1 служит для настройки на волну λ_2 . При этой настройке максимум можно обнаружить как тем, так и другим амперметром. Вариометры B_3 и B_4 служат для предварительной настройки и для исправления неравенства самоиндукций антенны и контура I.

Расчет емкости C и самоиндукций производится следующим образом.

Периодом машины определяются прежде всего λ_1 и λ_2 , соответствующие, например, 5-ой и 4-ой гармоническим основной частоты. По этим данным находим коэффициент связи

$$k = \frac{\lambda_2^2 - \lambda_1^2}{\lambda_2^2 + \lambda_1^2}$$

и собственную волну контуров

$$\lambda_0 = \sqrt{\frac{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}{2}}.$$

Если известны динамические постоянные антенны L_a и C_a для волны λ_0 , то прежде всего находим

$$C = C_a.$$

Далее надо найти самоиндукцию L связи, равную сумме самоиндукций катушки d и вариометра B_1 ,¹⁾ и самоиндукцию L_1 , равную сумме самоиндукций вариометров B_2 , B_4 и катушки a . Самоиндукция $L_2 = L_1$.

Для определения этих величин служат соотношения:

$$k = \frac{L}{L + L_1} \text{ и } \lambda_0^2 = 2\pi C (L + L_1),$$

откуда

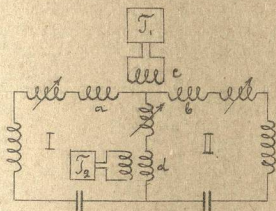
$$L_1 = \frac{\lambda_1^2}{2\pi C} \text{ и } L = \frac{\lambda_2^2 - \lambda_1^2}{4\pi C}.$$

Как распределяются эти самоиндукции между отдельными катушками B_1 , d и т. д., зависит уже от свойств генераторов.

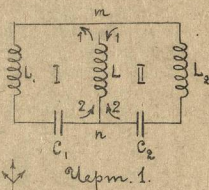
Скажем еще несколько слов об определении C_a и L_a . Эти вели-

¹⁾ Взаимной индукцией катушек мы здесь для простоты изложения пренебрегаем.

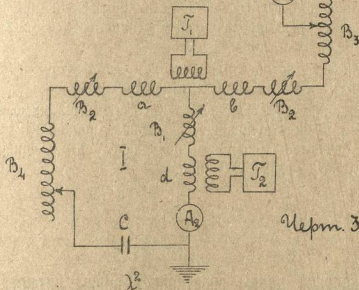
К статье В.В. Матарникова.



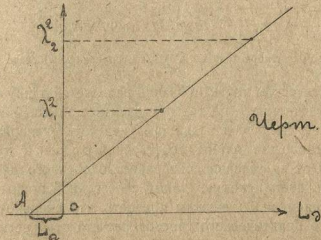
Успм. 2.



Успм. 1.



Успм. 3.



чины можно найти конечно только опытным путем для данной антенны или ее модели.

Для этого я снимал при помощи небольшого вспомогательного лампового генератора с усилительной схемой кривую удлинения антенны в интервале от λ_1 до λ_2 , т.-е. определял в этом интервале зависимость λ от величины добавочной самоиндукции L_d , потом строил по полученным данным кривую $\lambda^2 = f(L_d)$. Кривая эта почти неотличима от прямой. Продолжая прямую до пересечения с осью абсцисс в точке А (черт. 4), находим L_a равную отрезку ОА. Величину C_a определяем для каждой измеренной длины волны по формуле:

$$C_a = \frac{\lambda^2}{4\pi^2 (L_a + L_d)}.$$

При тщательном измерении расхождения между отдельными определениями C_a получаются не больше 20%.

Осенью прошлого 1922 г. мною были произведены предварительные опыты двойной радиопередачи по описанной схеме с 2-х киловаттной машиной В. П. Вологодина.

Вся установка носила временный и лабораторный характер. Вариометры были заменены простыми катушками.

Результаты получены следующие. Каждая гармоника давала в антенне около 8—9 ампер. Мешающее действие одной волны на другую было почти незаметно. При приеме получалось впечатление одновременной работы двух разных станций.

Н.-Новгород.

Радиолaborатория.

Май 1923.

О вычислении длины собственной волны радиосети.

Проф. И. Г. Фреймана.

Доложено 20 сентября 1922 г. на III-ем Всероссийском Съезде РАФ в Н.-Новгороде.

При практическом проектировании радиосетей длину собственной волны принято рассчитывать по так называемым волновым множителям, представляющим среднее для данного типа сети экспериментально определенное отношение длины собственной волны к длине пути тока по радиосети от заземления до верхнего оконечного изолятора. Волновой множитель дает искомую длину собственной волны с весьма грубым приближением, и мы должны признать, что сколько-нибудь удовлетворительного практического способа расчета этой величины нет.

Если, однако, на радиосеть посмотреть с чисто теоретической точки зрения, представив ее, как провод конечной длины с равномерно распределенными емкостью и самоиндукцией, имеющий на концах сосредоточенную емкость равную нулю, бесконечности или какой-либо конечной величине, то вычисление длины собственной волны не представляет особых затруднений. Именно, эту длину волны λ_0 можно определять так:

$$\lambda_0 = \frac{2\pi}{\varphi} l, \quad (1)$$

где l — длина провода, а φ — некоторый угол (разность фаз между колебаниями у концов провода), определяемый одним из следующих уравнений.

1. В случае симметричной сети, т.е. когда емкости у концов провода равны между собой, т.е. $C_1 = C_2 = C$,

$$\cotang \frac{\varphi}{2} = \frac{\varphi}{2} \cdot \frac{2}{C_e l} C, \quad (2)$$

где C_e — емкость, распределенная на единицу длины вдоль провода.

2. В случае несимметричной сети, когда $C_1 \neq C_2$,

$$\cotang \varphi = \frac{C_1 C_2}{(C_1 + C_2)} \cdot \frac{1}{C_e l} \cdot \varphi - \frac{C_e l}{C_1 + C_2} \cdot \frac{1}{\varphi}. \quad (3)$$

3. Когда одна из оконечных емкостей, например C_1 , значительно больше другой оконечной емкости C_2 (приблизительно $C_1 \gg 20 C_2$), то уравнение (3) принимает более простой вид:

$$\cotang \varphi = \frac{C_2}{C_e l} \varphi. \quad (4)$$

Этот последний случай соответствует большинству употребительных сетей. Так как решение ур. (4) может быть выполнено чрезвычайно просто графически, то казалось бы, что задача вычисления длины собственной волны допускает практически удобный способ решения.

В действительности, однако, это решение представляет некоторые трудности, и решение, найденное напр. по уравнениям (4) и (1), может иногда очень сильно разойтись с истинным значением. Во-первых, часто бывает весьма не легко установить, где кончается провод с распределенной емкостью, и где начинается та система проводов, емкость которой мы можем рассматривать как сосредоточенную, т.е. самоиндукцией

которой мы вправе пренебречь. Из обычных форм сетей только зонтичная сеть допускает такое деление проводов, что же касается Γ —или T —образных сетей, то самоиндукцией горизонтальной части пренебрегать бывает нельзя, и мы имеем цепь, емкость и самоиндукция которой распределена вдоль всей сети, но распределена не совсем равномерно. Если узнать действительное распределение L_e и C_e , то теоретическое решение задачи конечно и в этом случае возможно, но оно уже становится по своей сложности неудобным для практических расчетов.

Вторая причина, которая может повести к расхождению между результатами вычисления по (1) и действительным значением λ_0 , заключается в том, что при выводе (1) произведение самоиндукции одного погонного сантиметра сети L_e , выраженной в абс. эл.-магн. ед., на емкость одного погонного сантиметра C_e , выраженную в абс. эл.-магн. ед., принято равным единице.

Полное выражение (1) имеет вид

$$\lambda_0 = \frac{2\pi c \sqrt{L_e C_e}}{k},$$

где c — скорость света, а k — постоянная. L_e и C_e в этом выражении должны быть выражены непременно в одной и той же системе единиц. Умножая числитель и знаменатель этого отношения на l , мы можем представить его, как $\frac{2\pi l}{kl} \sqrt{c^2 L_e C_e}$ или, полагая $kl = \varphi$,

$$\lambda_0 = \frac{2\pi l}{\varphi} \sqrt{c^2 L_e C_e}.$$

Если L_e и C_e выражены, напр., в абс. эл.-магн. системе, то $c^2 L_e$ э.-м. C_e э.-м. = L_e э.-м. C_e э.-ст., т.-е. численно мы получим тот же результат, если поставим L_e в абс. эл.-магн. ед., а C_e в абс. эл.-ст. ед.

Если мы остановимся на выражениях для L_e и C_e , например для одиночного прямолинейного провода в воздухе

$$L_e = 2 \left(\ln \frac{2l}{r} - 1 \right) = 2 \left(\ln \frac{l}{r} - 0,307 \right) \text{ абс. эл.-магн. ед.}$$

$$C_e = \frac{1}{2 \left(\ln \frac{l}{r} - 0,309 \right)} \text{ абс. эл.-ст. ед.,}$$

то очевидно, что произведение их весьма близко к 1.

Если рассматривать единицу длины не одиночного провода, а системы параллельных проводов, то емкость на ед. длины будет возра-

стать, а самоиндукция на ед. длины убывать, так что произведение L_e э.-м. C_e э.-ст. останется равным 1, если только по близости нет другой среды кроме воздуха. В противном случае, если сказывается близость, например, земли, произведение $L_e C_e$ может получиться несколько большим единицы. Вместо (1) мы в таких случаях, полагая L_e э.-м. C_e э.-ст. = $(1 + \alpha)$, должны иметь

$$\lambda_0 = \frac{2\pi l}{\varphi} \sqrt{1 + \alpha}. \quad (5)$$

Если бы весь избыток емкости α/L_e на ед. длины был равномерно распределен вдоль всей сети, а на верхнем конце провода сеть не имела бы сосредоточенной емкости, то длину волны можно, принимая во внимание, что заземленная сеть дает согласно (4) $\varphi = \pi/2$, представить формулой

$$\lambda = 4l \sqrt{1 + \alpha}.$$

Теоретический волновой множитель заземленной сети, не имеющей на верхнем конце сосредоточенной емкости, как известно, равен 4. В настоящем случае непропорционально большой емкости C_e волновой множитель сети без сосредоточенной емкости на конце можно представить, как $4\sqrt{1 + \alpha}$. Таким образом увеличение емкости на единицу длины провода C_e выше величины $1/L_e$ приводит к увеличению волнового множителя.

Это наводит на обратное предположение: не следует ли вообще наблюдаемые увеличения волновых множителей для сетей, строго говоря, никогда не имеющих на конце сосредоточенных емкостей, объяснять увеличением $C_e > 1/L_e$?

Если сделать это предположение, то вся задача вычисления длины собственной волны сводится к вычислению действительной емкости сети и той теоретической емкости, для которой верно соотношение C_e эл.-ст. L_e эл.-м. = 1. Последнее может быть заменено вычислением действительной самоиндукции радиосети.

Для вычисления действительной емкости радиосети известен превосходный способ, данный Хоу. Можно, конечно, пользоваться и другим достаточно точным способом, напр. Шулейкина, Иккльса. Что же касается вычисления самоиндукции, то оно менее разработано. Повидимому довольно удовлетворителен способ, предлагаемый Козном. Он предлагает вычислять самоиндукцию единицы длины системы двух параллельных проводов по формуле

$$L_e = \frac{L_1 + M_1}{2},$$

для трех параллельных проводов по формуле

$$L_e = \frac{L_1 (L_1 + M_1 - 1,386) - 2 M_1^2}{3 L_1 - 3 M_1 - 1,386},$$

для четырех параллельных проводов

$$L_e = \frac{(L_1 + M_1) (L_1 + M_1 - 2,2) - (2 M_1 - 1,4)^2}{4 L_1 - 4 M_1 + 1,15},$$

для пяти параллельных проводов

$$L_e = \frac{L_1^3 + L_1^2 (2 M_1 - 4,16) + L_1 (-7 M_1^2 + 10,24 M_1 - 4,88)}{5 L_1^2 - L_1 (10 M_1 - 1,9) + 5 M_1^2 - 1,9 M_1 - 4,2} + \\ + \frac{M_1 (6 M_1^2 - 14,36 M_1 + 12,24) - 2 (M_1 - 1,4)^2}{5 L_1^2 - L_1 (10 M_1 - 1,9) + 5 M_1^2 - 1,9 M_1 - 4,2},$$

для шести проводов

$$L_e = \frac{L_1^3 + L_1^2 (3 M_1 - 5,4) - L_1 (9 M_1^2 - 20,4 M_1 + 15) + 5 M_1^3 - 15 M_1^2 + 9 M_1 + 9}{6 L_1^2 - 4 L_1 (3 M_1 - 2,34) + 6 M_1^2 - 9,2 M_1 - 5,45}$$

Все эти формулы относятся к проводам, подвешенным на одинаковой высоте h над землей и на равных расстояниях d между соседними проводами. Величины L_1 и M_1 Коэн предлагает вычислять по формулам

$$L_1 = 2 \ln \frac{2h}{r}, \quad M_1 = 2 \ln \frac{2h}{d},$$

где r — радиус провода в см, h — высота подвеса в см.

Действительно эти выражения дают наиболее точные значения для самоиндукции сети и не следует ли величины L_1 и M_1 вычислять по формулам

$$L_1 = 2 \left(\ln \frac{2l}{r} - 1 \right) = 2 \left(\ln \frac{l}{r} - 0,307 \right),$$

$$M_1 = 2 \left(\ln \frac{2l}{d} - 1 + \frac{d}{l} \right) = 2 \left(\ln \frac{l}{d} - 0,307 + \frac{d}{l} \right),$$

где l — длина провода, покуда трудно сказать.

Если действительные значения емкости и самоиндукции сети вычислены, то следует выразить обе величины в см и вычислить $\sqrt{\frac{C \cdot L}{l^2}}$, где l —длина сети, т.е. пути тока от заземления до верхнего изолятора. Действительный волновой множитель сети определится, как $4 \sqrt{\frac{C \cdot L}{l^2}}$, или длина собственной волны

$$\lambda_0 = 4 \sqrt{C_{\text{э.ст.}} \cdot L_{\text{э.м.}}} \quad (6)$$

Т. к. формула вида (6) уже давно предлагалась для вычисления длины волны, то, чтобы подчеркнуть сказанное выше, можно воспользоваться тем, что Коэн в свое время предлагал вычислять емкость сети на единицу длины C_e , как обратную величину самоиндукции L_e . Пользуясь емкостью, вычисленной по этому способу, можно представить длину собственной волны формулой

$$\lambda_0 = 4 l \sqrt{\frac{C_{\text{Howe}}}{C_{\text{Coben}}}}, \quad (7)$$

где под C_{Howe} подразумевается емкость, вычисленная по способу Хоу, а под C_{Coben} —емкость, вычисленная по способу Коэна.

Равномерное распределение избытка емкости α/L , вызванного близостью земли и посторонних проводников, вдоль всей сети, очевидно, может получиться только в некоторых частных случаях. Вообще избыток емкости α/L_e на различных участках сети будет различный, возрастающая обычно к верхнему концу сети. Можно показать, что из двух сетей одинаковой длины и с одинаковым полным избытком емкости, различающихся тем, что на одной этот избыток распределен равномерно, а на другой целиком сосредоточен у верхнего конца, первая будет иметь более короткую волну, чем вторая. Обычные сети evidently будут находиться между этими двумя крайностями и поэтому длины собственной волны двух упомянутых крайних типов сетей будут теми пределами, между которыми будет находиться длина собственной волны обычной сети с не совсем равномерным распределением избытка емкости.

Для удобства сравнения и вычислений, мы будем приводить всякую радиосеть, на которой имеется избыток распределенной емкости к идеальной радиосети одинаковой с нею длины l , но без избытка распределенной емкости вдоль l , постоянные L_e и C_e которой следов. удовлетворяют соотношению $L_e \cdot C_e = 1$, имеющей на конце такую сосредоточенную емкость, что длины собственной волны данной и эквивалентной ей идеальной сети равны.

Радиосеть с равномерно распределенным избытком емкости, как мы видели, дает длину волны, определяемую формулой

$$\lambda = \frac{2\pi l \sqrt{1+\alpha}}{\varphi}.$$

Если она заземлена и не имеет на верхнем конце сосредоточенной емкости, то $\varphi = \pi/2$. Длина волны эквивалентной сети без избытка распределенной емкости определится формулой

$$\lambda = \frac{2\pi l}{\varphi'},$$

где угол φ' определится из ур-ня

$$\cotang \varphi' = \frac{C_x}{C_e \cdot l} \varphi',$$

в котором C_x есть искомая сосредоточенная емкость на верхнем конце, а C_e — емкость эквивалентной сети на ед. длины, равная $1/L_e$, где L_e — самоиндукция данной сети на ед. длины.

Приравнявая выражения для длин волны, находим

$$\varphi' = \frac{\pi}{2 \sqrt{1+\alpha}} \text{ и, след., } \cotang \frac{\pi}{2 \sqrt{1+\alpha}} = \frac{C_x}{C_e l} \cdot \frac{\pi}{2 \sqrt{1+\alpha}}.$$

Ввиду малости α полагаем $\frac{1}{\sqrt{1+\alpha}} = 1 - \frac{1}{2}\alpha$, и след.

$$C_x = \frac{2\sqrt{1+\alpha}}{\pi} \tan \frac{\pi}{4} \cdot \alpha \cdot C_e l = \frac{2\sqrt{1+\alpha}}{\pi} \tan \frac{\pi\alpha}{4} \cdot \frac{l}{L_e}. \quad (8)$$

До значений $\alpha = 0,2$ можем $\tan$ заменить самой дугой, так что

$$C_x = \frac{\alpha \sqrt{1+\alpha}}{2} C_e \cdot l = 0,5 \alpha \sqrt{1+\alpha} \cdot \frac{l}{L_e}, \quad (8')$$

где L_e — самоиндукция на ед. длины данной сети, а C_e — обратная ей величина. Если мы сосредоточим весь избыток емкости на верхнем конце, то для конечной емкости очевидно получилось бы выражение

$$C_y = \alpha C_e \cdot l = \alpha \cdot \frac{l}{L_e}. \quad (9)$$

По известным конечным сосредоточенным емкостям уже легко найти те длины волн, между которыми должна лежать собственная волна радиосети.

Уравнения (4) принимают для них вид

$$\cotang \varphi = \alpha \cdot \varphi \text{ и } \cotang \varphi = \frac{\alpha \sqrt{1+\alpha}}{2} \cdot \varphi. \quad (10)$$

Например, для Γ -образной сети из одного провода $r = 0,2$ см, $h = 30$ м, $l = 50$ м, находим емкость (по Хоу) $C = 445$ см, т.-е. $C'_e = 5,58 \cdot 10^{-2}$ см/см.

Самоиндукция по форм. Коэна $L_1 = 2 \ln \frac{2h}{r} = 20,6$ см/см, след. без избытка на ед. длины емкость должна быть $C_e = \frac{1}{20,6} = 4,84 \cdot 10^{-2}$ см/см. Избыток находим из $C'_e / C_e = 5,58 / 4,84 = 1,155$; $\alpha = 0,155$.

В случае равномерного распределения избытка, сосредоточенная емкость эквивалентной сети $C_x = 0,5 \cdot 0,155 \sqrt{1,155} \cdot 4,84 \cdot 10^{-2} \cdot 8000 = 32$ см.

$$\frac{C_x}{C_e l} = \frac{32}{4,84 \cdot 8000} = 0,082.$$

Соотв. угол $\varphi = 1,45$, и след. $\lambda_0 = \frac{2\pi \cdot 80}{1,45} = 4,34 \cdot 80 = 346$ м.

В случае сосредоточения всего избытка на конце, оконечная емкость $C_y = \alpha \cdot C_e \cdot l = 0,155 \cdot 0,0484 \cdot 8000 = 60$ см. Угол $\varphi = 1,36$; $\lambda_0 = \frac{2\pi \cdot 80}{1,36} = 4,6 \cdot 80 = 370$ м.

Очевидно, что расхождения между высшим и низшим пределами настолько невелики, что, принимая среднее значение, мы будем делать ошибку не больше 5%.

Эти пределы точности сохраняются и на более сложных сетях. Так напр., если рассчитать Γ -образную сеть, состоящую из горизонтальной части длиной 270 м из 6 паралл. проводов на расст. 14 м, наклонной части из 6 веерообразно спускающихся проводов длиной 120 м и затем вертикально спускающегося провода длиной 50 м, то емкость ее по Хоу получается равной 5350 см, или на ед. длины $13,4 \cdot 10^{-2}$ см/см. Самоиндукция на ед. длины (по вышеприведенным формулам) получается 18,1 см/см на вертикальной части, 8,04 см/см на наклонной и 7,04 см/см на горизонтальной. Средняя самоиндукция на ед. длины всей сети получается 9,5 см/см. Отсюда отношение действительной емкости (Хоу) к минимальной (Коэн) равно 1,272, след. избыток $\alpha = 0,272$.

Если этот избыток распределить равномерно, то собственная волна получилась бы равной $(2\pi/1,36) \cdot 400 = 4,62 \cdot 400 = 1848$ м, если же его сосредоточить на верхнем конце, то она достигла бы значения $(2\pi/1,24) \cdot 400 = 5,05 \cdot 400 = 2002$ м. Эти крайние значения отличаются от среднего арифметическою меньше, чем на 4%.

Петроград.

Электротехнический Институт.

Июнь 1922 года.

Экспериментальное исследование телефонных трансформаторов.

Инж. П. А. Азбукина.

§ 1. Вопрос об исследовании трансформаторов и индукционных катушек, применяющихся в телефонии, был затронут Центральным Электротехническим Советом (Петроградским Отделением его) при разработке нормальных и стандартных типов телефонных аппаратов.

Петроградская Научно-Испытательная телеграфно-телефонная станция НКПиТ, участвуя в работах ЦЭС приняла на себя исследование существующих типов индукционных катушек, причем теоретическую сторону вопроса взял на себя консультант Петроградской Научно-Испытательной станции проф. В. И. Коваленков. Экспериментальное же исследование производилось автором этой заметки в сотрудничестве с лаборантами Научно-Испытательной станции: Н. К. Кабановым, В. И. Величутиным и Г. А. Кьяндским.

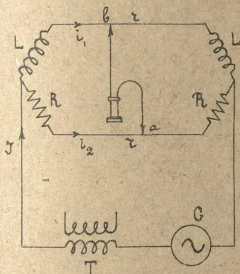
Проф. В. И. Коваленков, подходя к аналитическому исследованию телефонных трансформаторов, вполне естественно должен был расширить вопрос, коснувшись общей теории трансформаторов как слабых, так и сильных токов. Выводы же его опирались исключительно на результаты экспериментальных данных исследования только телефонных трансформаторов.

Петроградская Научно-Испытательная станция не богата приборами по исследованию токов в телефонных цепях, и отсутствие в распоряжении ее приборов, которые давали бы возможность мерить вектора напряжений и токов как по величине, так и по фазе, лишало ее возможности произвести достаточно полное сравнительное исследование работы телефонных трансформаторов. Однако, встретившееся в иностранной литературе, краткое описание компенсационного аппарата для переменных токов телефонной частоты¹⁾, весьма простого по конструкции, дало возможность построить такой прибор собственными средствами станции и потом уже, пользуясь им, вести экспериментальное исследование трансформаторов параллельное шаг за шагом с теоретической работой проф. В. И. Коваленкова, помогая тем самым ему в математическом анализе.

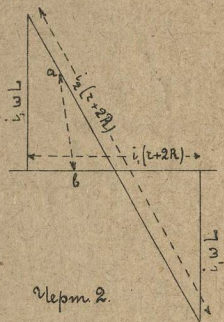
§ 2. *Комплексный компенсатор.* Указанный выше компенсационный аппарат служит для измерения векторов напряжений (по величине и по

¹⁾ Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones, № 4, Juin 1914.

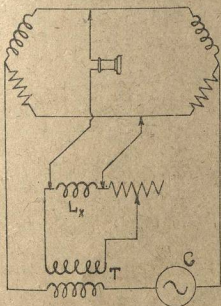
К статье П. А. Азбукина.



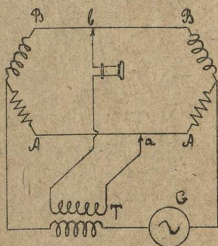
Черт. 1.



Черт. 2.

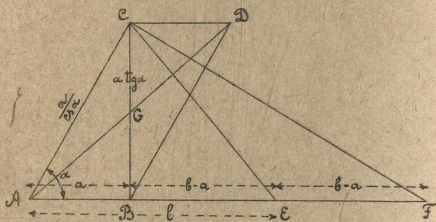


Черт. 3.

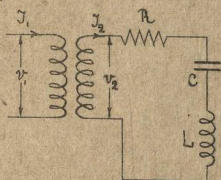


Черт. 4.

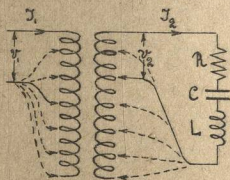
Копия П.А. Азбукина.



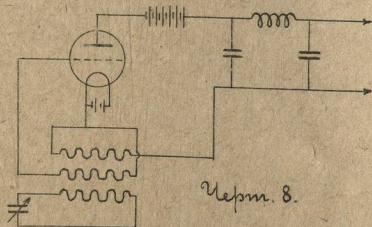
Черт. 5.



Черт. 6.



Черт. 7.



Черт. 8.

фазе) компенсационным методом, при установившемся переменном токе любой частоты, дающей звук в телефоне. Однако, пользование прибором несколько упрощается при определенной частоте, для которой именно он построен, как это будет ясно из дальнейшего.

В принципе, прибор состоит из двух калиброванных проволок, натянутых на двух миллиметровых шкалах, вдоль которых перемещаются два ползунка, опирающиеся на эти проволоки. Переменный ток, протекающий в одной из проволок, сдвинут по фазе на некоторый угол по отношению к току в другой проволоке. Надлежащий сдвиг по фазе достигается с помощью включения последовательно с одной из проволок, по концам ее, двух равных эталонов самоиндукции. Последовательно со второй проволокой включены омические сопротивления, равные омическому сопротивлению эталонов самоиндукции. Схема включения отдельных частей прибора указана на черт. 1 (стр. 259), где: a и b — калиброванные проволоки одинакового сопротивления r ; L и L — катушки самоиндукции (эталон); R и R — омические сопротивления равные каждое омическому сопротивлению эталона L ; T — трансформатор, о котором речь будет ниже, и G — генератор переменного тока.

Распределение потенциала в каждой ветви прибора показано на черт. 2. Как видно из чертежа 2, разность потенциалов между серединами обеих проволок равна нулю. Следовательно, если оба ползунка установить посередине каждой проволоки, то в телефоне включенном между ползунками, как показано на черт. 1, тока не будет; телефон будет молчать.

По мере удаления ползунков от середины проволок в ту или другую сторону, разность потенциалов между ними будет увеличиваться, причем вектор разности потенциалов определяется на диаграмме по величине и по направлению отрезком прямой, соединяющим между собой точки, соответствующие положениям обоих ползунков на проволоках (напр. отрезком ab на черт. 2).

Неотемлемой частью прибора является трансформатор T без железа, в котором магнитная связь между обмотками может меняться изменением расстояния между ними. Включая приборы для измерения так, как показано на черт. 3, и придавая надлежащее положение обоим ползункам, получаем возможность компенсировать искомое напряжение на зажимах измеряемой части цепи, причем это напряжение может быть либо определено по диаграмме (черт. 2), либо вычислено по соответственному ему положению ползунков на проволоках прибора.

Из чертежа 2 видно, что угол между прямыми, характеризующими распределение потенциала вдоль обеих проволок, зависит как от электрических данных составных частей прибора, так и от частоты переменного тока. Для точности измерений, последнее обстоятельство требует прежде всего постоянства частоты переменного тока, питающего прибор. Этому условию вполне удовлетворяют катодные генера-

торы, которые, благодаря своей простоте и легкости, делают в то же время весь прибор переносным.

Обращаясь к самому прибору, мы видим, что надлежащим подбором сопротивления проволок и самоиндукции катушек, при заданной частоте переменного тока, можно сделать так, что соотношение между разностями потенциалов, приходящимися на единицу длины той и другой проволоки будет выражаться простым числом. Это в значительной степени облегчило бы вычисления и построение диаграмм. В компенсационном аппарате Петроградской Научно-Испытательной станции это соотношение для частоты $\omega = 5000$ равно 2, т.е. угол между векторами напряжений взят равным 60° .

Величина этого угла, а по ней, следовательно, и частота тока, питающего аппарат, очень просто определяется на самом же аппарате. Для этого достаточно включить приборы так, как указано на черт. 4, и подыскать такое положение ползунков, при котором звук в телефоне пропадет. Другими словами, надо компенсировать, подбором напряжений на приборе, ту разность потенциалов, которая возникает во вторичной обмотке трансформатора T , когда в первичной его обмотке протекает ток, питающий самый компенсатор.

Положим, отсчеты на миллиметровых шкалах получились при этом: a —в омической ветви прибора и b —в реактивной. Пусть искомым угол между векторами напряжений, действующих в проволоках, будет α . Тогда разность потенциалов, приходящаяся на каждый миллиметр проволоки $A-A$, будет больше, чем на миллиметр проволоки $B-B$ в $\frac{1}{\cos \alpha}$ раз, а, следовательно, и сила тока в проволоке A больше силы тока в проволоке B в $\frac{1}{\cos \alpha}$ раз.

Таким образом, для построения векторной диаграммы напряжений, надо отсчет a увеличить в $\frac{1}{\cos \alpha}$ раз, отложив его с опережением на угол α по отношению к вектору b (см. черт. 5, стр. 260).

Отрезки $AB = a$ и $AC = \frac{a}{\cos \alpha}$ представляют собою вместе с тем в определенном масштабе и величины силы тока соответственно в ветви омической и в ветви реактивной прибора. Следовательно, диагональ параллелограмма, построенного на них, представит собой силу неразветвленного тока, питающего прибор и вместе с тем циркулирующего в первичной обмотке трансформатора T (черт. 4).

Эдс, возбуждаемая этим током во вторичной обмотке трансформатора, отстает от него по фазе на 90° ; поэтому на диаграмме (черт. 5) она представится отрезком CE перпендикулярным к диагонали параллелограмма AD , который при этом будет отсекал на направлениях сторон параллелограмма отрезки $\frac{a}{\cos \alpha}$ и b , представляющие собою со-

ответственно потенциалы ползунков на той и на другой проволоке прибора, геометрической разности которых и равна эдс во вторичной обмотке трансформатора.

Из чертежа 5 видно, что треугольник CBE подобен треугольнику ABC . Если на продолжении AE отложить отрезок EF равный $BE = a - b$ и точку F соединить с C , то получим прямоугольный треугольник CBF подобный треугольнику ABC . Откуда можно написать $CB^2 = AB \cdot BF$ или $(a \tan \alpha)^2 = a \cdot 2(b - a)$, следовательно:

$$\tan \alpha = \sqrt{2\left(\frac{b}{a} - 1\right)}, \quad (1)$$

где b и a отсчеты положения обоих ползунков по шкале в миллиметрах.

Из формулы (1) видно, что величина угла α не зависит от силы тока, питающего прибор и трансформатор, поэтому величина его определяется прибором очень точно, если только поддерживать частоту переменного тока постоянной. Это вполне достижимо при пользовании катодной лампы в качестве генератора переменного тока, причем угол между координатными осями определяется с точностью до 2—3 минут.

Если известны точно электрические данные отдельных частей компенсационного аппарата, т.е. сопротивление R и самоиндукция L обеих катушек и сопротивление r калиброванных проволок, то, включая прибор так, как показано на схеме 4, можно пользоваться им в качестве частотомера, так как на черт. 2 видно, что $\omega = \frac{2R+r}{2L} \tan \alpha$; подставляя сюда выражение для $\tan \alpha$ из (1), получим:

$$\omega = \frac{2R+r}{2L} \sqrt{2\left(\frac{b}{a} - 1\right)} = C \sqrt{2\left(\frac{b}{a} - 1\right)}.$$

Описанный компенсационный аппарат чрезвычайно прост по конструкции, легко может быть изготовлен для весьма точных измерений при наличии самых скудных технических средств. Единственный недостаток в нем, это — изменение положения нуля вследствие разветвления тока в измеряемой цепи через емкость отдельных частей ее и самого прибора. Однако, делая в этом случае двойное измерение с переключением концов проводников, идущих от ползунков прибора к измеряемой части цепи, на противоположное (подобно тому, как определяется истинный вес тела на неверных весах двойным взвешиванием), получают по два отсчета для каждого из них, различающиеся друг от друга знаком. Полусумма этих отсчетов дает истинные величины составляющих искомого вектора.

§ 3. Помощью такого прибора производились исследования телефонных трансформаторов.

План работы был следующий. Так как вопрос касался нормализации деталей телефонного аппарата с центральной микрофонной батареей, то исследовались прежде всего индукционные катушки телефонных аппаратов с центральной микрофонной батареей применительно к условиям действительной работы их, т.е. при постоянной силе переменного тока в первичной обмотке.

Было намечено (черт. 6): 1) снять в полярных координатах кривые изменения: V_1 —напряжения на зажимах первичной обмотки, I_2 —силы тока во вторичной обмотке и V_2 —напряжения на зажимах вторичной обмотки при условии постоянства I_1 —силы тока в первичной обмотке, нагружая при этом вторичную чисто омическим сопротивлением, изменяемым от 0 омов до бесконечности.

2) Такие же кривые при неизменной силе тока в первичной обмотке трансформатора, если вторичную обмотку замыкать на емкость, или на самоиндукцию, изменяемые от 0 до бесконечности.

Далее, для вырешения вопроса в общем случае необходимо было определить кривые зависимости I_1 , I_2 и V_2 при постоянном напряжении V_1 на зажимах первичной обмотки трансформатора, в то время как вторичная обмотка трансформатора нагружалась либо чисто омическим сопротивлением, либо емкостью, либо самоиндукцией, изменяемыми в самых широких пределах.

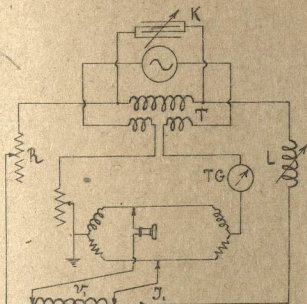
Наконец, с целью выяснения влияния числа витков в первичной и во вторичной обмотках трансформатора, намечено было: снять кривые зависимости тех же величин при постоянной силе тока в первичной обмотке и постоянной нагрузке вторичной обмотки при различных числах витков как в первичной, так и во вторичной обмотке и то же при постоянном напряжении на зажимах первичной обмотки.

§ 4. Постановка опытов для получения указанных кривых была следующая. В качестве генератора переменного тока с круговой частотой $\omega = 5000$ (все измерения производились исключительно при этой частоте) служила катодная лампа, включенная с помощью пятизажимного эриксонского телефонного трансформатора.

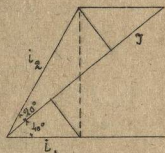
Для настройки генератора на определенную частоту служил конденсатор с подразделениями от $1 \mu F$ до $0,001 \mu F$. Схема показана на черт. 8. Для получения чистой волны переменного тока последний пропусклся через электрофильтр, поглощающий все высшие гармоники (см. схему) и далее шел в компенсационный аппарат.

Как известно, при работах с компенсационным аппаратом постоянного тока, самый аппарат питается всегда отдельным источником независимым от той цепи, в которой производится измерение. Делается это во избежание образования разветвлений тока, которые исказили бы результаты измерений. В рассматриваемом же компенсационном аппарате для переменных токов имеется только один источник тока, кото-

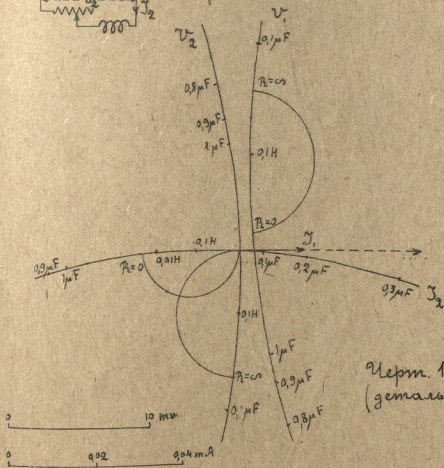
К статье Г. А. Азбукина.



Черт. 9.

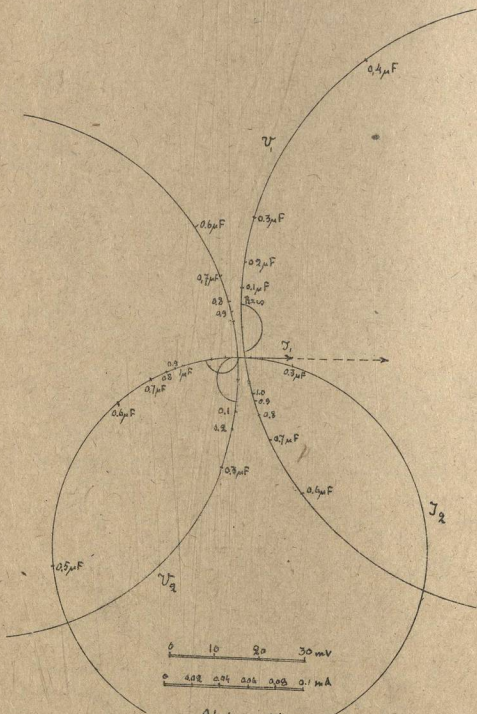


Черт. 10.



Черт. 11.
(генератор)

К станое П.А. Азбукина



Черт. 11.

рый питает как самый аппарат, так и испытываемую цепь. Но, чтобы и здесь при таких условиях не получилось побочных цепей, мешающих измерению, необходимо либо компенсационный аппарат, либо испытываемую цепь включить через трансформатор (о котором говорилось выше и который составляет неотъемлемую часть аппарата), причем этот трансформатор должен обладать возможно меньшей взаимоемкостью между первичной и вторичной обмоткой его; в противном случае всегда будут получаться блуждающие токи между обмотками, которые неминуемо будут искажать результаты измерений. Однако, если емкость между обмотками очень мала, т.е. полное сопротивление этого пути блуждающим токам слишком велико по сравнению с сопротивлением измеряемой цепи, то в результате получается более или менее постоянное смещение нуля на шкалах компенсационного аппарата, которое всегда можно учесть при измерениях. С целью ослабления блуждающих токов полезно включать компенсационный аппарат симметрично по отношению к обмоткам трансформатора и заземлять один из зажимов прибора. С этой целью первичная обмотка трансформатора при наших опытах была сделана из двух секций; между ними включался компенсационный аппарат, один зажим которого заземлялся (см. черт. 9, стр. 265).

Однако, это заземление полезно только в тех случаях, когда вторичная цепь трансформатора хорошо изолирована от земли, т.е. полное сопротивление изоляции вторичной цепи по сравнению с полным сопротивлением самой цепи очень велико. Поэтому при измерениях компенсационным аппаратом электрических свойств телефонных линий, всякое не только заземление, а даже незначительное нарушение изоляции приборов в первичной цепи трансформатора мешает правильности измерения.

Указанное на черт. 9 включение измерительных приборов очень удобно для поддержания постоянства силы тока, питающего самый компенсационный аппарат, которая при наших опытах устанавливалась по термогальванометру TG с помощью реостата. Зная эту силу тока, которая измеряется несколькими миллиамперами и поэтому не требует слишком чувствительного термогальванометра, можно вычислить силу тока в каждой ветви компенсационного аппарата.

Вычисления при этом значительно упрощаются, если угол между токами в той и другой ветви прибора взять равным 60° , как это указывалось выше. Тогда ток в одной ветви (черт. 10) прибора будет вдвое больше, чем в другой, и оба тока будут соответственно равны:

$$i_1 = \frac{1}{3} \frac{I}{\cos 40^\circ}, \quad i_2 = \frac{2}{3} \frac{I}{\cos 40^\circ},$$

где I ток, питающий аппарат и указываемый термогальванометром.

Зная силу тока в каждой проволоке прибора и зная сопротивление 1 мм проволоки, получаем величину напряжения в вольтах, при-

ходящуюся на каждый миллиметр той и другой проволоки: $v_1 = i_1 r$; $v_2 = i_2 r = 2 i_1 r$ или $v_2 = 2 v_1$.

Вторичная обмотка трансформатора T при наших опытах питала испытуемую цепь, т.е. ту самую индукционную катушку Sp , в первичной цепи которой требовалось поддерживать либо постоянную силу тока, либо постоянное напряжение как по величине, так и по фазе. С этой целью последовательно с индукционной катушкой включались реостат R для поддержания определенной силы тока и вариометр L для поддержания фазы тока или напряжения на зажимах индукционной катушки. Для той же цели служил и конденсатор K переменной емкости, включенный параллельно ко всей испытуемой цепи, т.е. на зажимы вторичной обмотки трансформатора T . Меняя связь в трансформаторе T , можно было и этим путем менять силу тока в испытуемой цепи.

Вторичная обмотка индукционной катушки нагружалась по заданию: либо омическим сопротивлением, либо емкостью, либо самоиндукцией.

Для измерения силы тока в первичной или во вторичной обмотках индукционной катушки служили известные омические сопротивления, включавшиеся последовательно в цепь тока, на зажимах которых измерялось напряжение помощью компенсационного аппарата. В тех же случаях, когда надо было сократить по возможности омическое сопротивление в цепи, для измерения тока служили трансформаторы с очень малой первичной обмоткой, включаемой последовательно в цепь тока, и большой вторичной; измеряя эдс в этой последней, можно было судить о силе тока в испытуемой цепи.

§ 5. *Результаты опытов.* При указанных выше условиях был получен целый ряд диаграмм, послуживших материалом для теоретического анализа проф. В. И. Коваленкова.

Цель этой статьи — познакомить читателя с описанным выше измерительным прибором, а также с самим методом измерения и применением его на практике. Поэтому, для иллюстрации, ниже приведена лишь одна из диаграмм, полученная при исследовании индукционной катушки для телефонов с центральной микрофонной батареей для случая, когда первичная ее обмотка питается переменным током неизменной силы.

Если при этом вторичную обмотку индукционной катушки нагрузить омическим сопротивлением, изменяя величину последнего от нуля до бесконечности, то концы векторов V_1 , V_2 и I_2 опишут полуокружности (несколько менее 180°), из которых две (для векторов I_2 и V_2) проходят через начало координат, а третья расположена несколько в стороне от начала координат.

При нагрузке вторичной обмотки катушкой с емкостью и самоиндукцией, изменяемыми от нуля до бесконечности, концы векторов V_1 , V_2 и I_2 описывают полные окружности, диаметры которых уменьшаются

со включением во вторичную цепь, последовательно с емкостью или самоиндукцией, омического сопротивления. Размеры диаметров этих кругов значительно превосходят диаметр указанных выше полукругов, полученных при чисто омической нагрузке катушки.

Взаимное расположение кругов и полуокружностей указано на прилагаемой при сем диаграмме черт. 11 (стр. 266 и деталь стр. 265), полученной опытным путем. Прибор позволяет строить диаграммы в крупном масштабе (50×50 см) настолько точно, что почти все точки, полученные измерением, не выходят из круговой линии толщиной в 0,5 мм.

Декабрь 1922 г.

Опыт теории телефона.

Г. А. Остроумова.

В настоящее время телефон получает все большее и большее распространение и понемногу проникает в физическую лабораторию в качестве такого же инструмента, как зрительная трубка, микроскоп, гальванометр и проч. Подобно тому, как разработана и разрабатывается теория гальванометра, является полезным составить себе представление и о теории телефона. Попытка таковой теории и составляет содержание настоящей работы.

Принимаясь за рассмотрение действия телефона, мы, разумеется, не можем претендовать на то, чтобы рассмотреть явление в целом и сложном случае сразу; для упрощения придется ввести ряд ограничительных допущений. Именно, рассмотрим сначала лишь случай весьма малых колебаний, синусоидальных во времени, и пренебрежем гистерезисом и магнитным запаздыванием в железе, а также токами Фуко. В конце нам удастся установить границы „весьма малых“ колебаний и ввести поправки на гистерезис и запаздывание, если нам известны характеризующие их величины.

Вникая в сущность действия телефона, мы убеждаемся, что он является машиной, трансформатором, преобразующим электрическую энергию в звуковую, причем электрическая энергия поглощается им в виде переменного тока. Последнее обстоятельство особенно сближает телефон с техническими трансформаторами и дает мысль воспользоваться для изучения телефона тем же приемом, какой с успехом применяется для изучения действия трансформаторов—именно, так называемой „векторной диаграммой“. Векторная диаграмма представляет собой совокупность векторов некоторой длины, составляющих между собой определенные углы; этим векторам присваивают определенный смысл и наименование, напр. силы тока, разности потенциалов и проч.; их мысленно проецируют на некоторую прямую, вращающуюся в плоско-

сти чертежа с постоянной угловой скоростью. Очевидно, что проекции этих векторов будут изменяться со временем по синусоидальному закону, причем одна такая синусоида будет отставать от другой как раз на такой же угол, какой заключен между образующими их векторами, а амплитуды будут равны длинам векторов. По существу то же самое будет, если мы сочтем прямую неподвижной, а мысленно приведем во вращение всю диаграмму. Ясно, что если один вектор будет иметь смысл производной по времени от другого вектора, то он будет опережать первообразный вектор на $\frac{1}{2} \pi$. Ясно также, что векторы одинакового наименования могут быть складываемы по правилам геометрического сложения.

В нашем случае мы применим векторную диаграмму при рассмотрении колебательных процессов в телефоне, причем будем некоторым векторам приписывать и механический смысл, как перемещение, скорость, сила и т. п. Однако, припоминая устройство телефона, мы должны принять во внимание наличие в нем и постоянных величин—силы притяжения мембраны постоянным магнитом и вызывающего эту силу постоянного магнитного потока. Ведь, магнитный поток, источником которого является магнитик телефона, можно себе представить, как состоящий из двух параллельных потоков, одного, протекающего сквозь магнитик, сердечники электромагнитов, воздушный промежуток между их наконечниками и мембраной и, наконец, замыкающегося через мембрану; и второго, избирающего себе любой путь кроме мембраны. Первым из них и обуславливается сила притяжения мембраны в ее нормальном, соответственно взятой прокладке, спокойном состоянии. Эта сила, также, как и вызывающий ее магнитный поток, сильно меняется с расстоянием мембраны от наконечников электромагнитов и для дальнейшего нам нужно знать закон этого изменения. Для определения этого закона мы можем идти двумя путями: либо путем вычислений, выполняемых по правилам расчета магнитных цепей, для чего нам понадобится сделать ряд более или менее важных произвольных допущений о величине магнитной проницаемости μ и о форме магнитных полей; либо же определить эти величины экспериментально.

Определить экспериментально зависимость силы притяжения от расстояния между наконечниками электромагнитов и мембраной сравнительно не трудно. Вкладывая, например, под мембрану прокладки различной известной толщины l и измеряя, хотя бы при помощи весов силу f , как раз достаточную, чтобы оторвать мембрану, мы непосредственно получаем искомую зависимость. Определить связь между потоком и расстоянием уже труднее. Но можно предложить хотя бы такой прием. Попрежнему вкладываем различные прокладки под мембрану и отрываем ее, например, просто рукой; а в то же время измеряем помощью баллистического гальванометра соответствующее изменение потока—соотв. отброс гальванометра—пронизывающего обмотки

электромагнитов. Таким образом мы получаем зависимость потока φ от расстояния r .

Остановившись на определенной кольцевой прокладке, удаляющей центр мембраны на расстояние r_0 от электромагнитов, причем наблюдается поток φ_0 и сила притяжения f_0 , мы можем приращения силы и потока при изменении расстояния r выразить такими формулами:

$$\Phi_x = \varphi - \varphi_0 = \frac{d\varphi}{dr} dr + \frac{1}{2} \frac{d^2\varphi}{dr^2} (dr)^2 + \dots = \frac{d\varphi}{dr} x + \frac{1}{2} \frac{d^2\varphi}{dr^2} x^2 + \dots,$$

$$F_x = f - f_0 = \frac{df}{dr} dr + \frac{1}{2} \frac{d^2f}{dr^2} (dr)^2 + \dots = \frac{df}{dr} x + \frac{1}{2} \frac{d^2f}{dr^2} x^2 + \dots,$$

а также

$$F = \frac{df}{d\varphi} \Phi + \frac{1}{2} \frac{d^2f}{d\varphi^2} \Phi^2 + \dots;$$

при этом последняя формула будет справедлива, независимо от того, от каких причин изменяется Φ , от изменения ли x расстояния r , или от чего иного, напр. от прохождения тока I по обмоткам электромагнитов. Это изменение нам также важно вычислить и уметь определять экспериментально. Оно выразится, как известно, такой формулой

$$\Phi_i = \frac{4\pi w}{\rho} I = \frac{L_0}{w} I,$$

где w число витков обеих катушек, ρ так называемое магнитное сопротивление (Reluktanz) электромагнитов, очевидным образом возрастающее при удалении мембраны, L_0 коэффициент самоиндукции обмоток телефона при $r = r_0$. Когда мембрана уклонится от положения r_0 на величину x , приращение потока будет

$$\Phi_i = \frac{I}{w} (L_0 + \frac{dL}{dr} x + \frac{1}{2} \frac{d^2L}{dr^2} x^2 + \dots).$$

Так как мы условились пока рассматривать весьма малые колебания, то в первом приближении нам достаточно будет ограничиться лишь первыми членами этих рядов и полагать:

$$\Phi_x = \frac{d\varphi}{dr} x = Kx; |K| = L^{1/2} M^{1/2} T^{-1} = |I|; K < 0.$$

$$F_x = \frac{df}{dr} x = \Theta x; |\Theta| = M T^{-2}; \Theta < 0.$$

$$F = \frac{df}{d\varphi} \Phi = k \Phi; |k| = L^{-1/2} M^{1/2} T^{-1} = |H|; k < 0.$$

$$\Phi_i = \frac{L_0}{\omega} I.$$

Определение самоиндукции L общеупотребительным методом баллистического гальванометра затруднения не представит.

Закончивши таким образом предварительные соображения, обратимся к построению векторной диаграммы.

Как уже указывалось, постоянный поток φ_0 может изменяться от двух причин: от изменения расстояния мембраны и от прохождения тока по обмоткам электромагнитов. Когда телефон звучит, обе эти причины изменяются по нашему предположению синусоидально. Допустим же, что мембрана колеблется с периодом T_1 , причем небольшая амплитуда перемещений центра ее равна X^1) и в то же время по обмоткам электромагнитов протекает синусоидальный ток с малой амплитудой I . Оба эти явления повлекут за собой колебания в магнитном потоке, которые в силу малости причин можно счесть также за синусоидальными (того же, очевидно, периода T_1). Амплитуда этих колебаний будет:

$$\Phi_i = \frac{L_0}{\omega} I; \quad \Phi_x = KX.$$

Фазы их, вообще говоря, совпадать не будут, но фазы Φ_i и I будут одинаковы, а фазы Φ_x и X противоположны, вследствие отрицательности коэффициента K . Таким образом, нанося рассмотренные величины на диаграмму, мы получим черт. 1 (стр. 275).

Потоки Φ_x и Φ_i протекают по одному и тому же сердечнику электромагнитов, поэтому их мгновенные значения могут быть складываемы алгебраически, а изображающие их векторы — геометрически:

$$\overline{\Phi_i} + \overline{\Phi_x} = \overline{\Phi}.$$

Поток Φ и будет единственный, действительно наблюдаемый внутри обмоток электромагнитов. В результате, в обмотках разовьется эдс (ω означает круговую частоту соотв. периода, напр. $\omega_1 = \frac{2\pi}{T_1}$)

$$-e = -\omega \frac{d\Phi}{dt}; \quad -E = -\omega \omega_1 \cdot \Phi,$$

¹⁾ В дальнейшем заглавные буквы (напр. X) означают амплитуды, строчные (x) — мгновенные значения переменных величин.

которая будет отставать от Φ на $\frac{1}{2} \pi$. Для того, чтобы процесс протекал именно так, как мы его себе представляем, эта эдс должна быть покрыта внешней эдс E , уже опережающей Φ на $\frac{1}{2} \pi$. Итак,

$$E = \omega_1 \omega \Phi \cdot 10^{-8} \text{ вольт.}$$

Понятно, что кроме этой эдс потребуется еще некоторая эдс, необходимая для поддержания тока I ; амплитуда ее будет

$$IR,$$

где R сопротивление обмоток телефона, а фаза будет совпадать с I .

Теперь мы подходим к наиболее трудному вопросу об определении углов между всеми векторами диаграммы. Для решения его вникнем в механическую сторону явления. Как известно, мембрана колеблется по весьма сложному закону, но при небольших амплитудах — синусоидально во времени. Сложность явления в случае телефона усугубляется еще в высшей степени причудливым распределением по мембране силы притяжения магнитиками. И для того, чтобы разобраться в дальнейшем, нам необходимо сделать более или менее произвольное допущение, чтобы почувствовать себя в праве складывать алгебраически силу притяжения магнитов (и ее изменения) с силой упругости мембраны и силой сопротивления воздуха, причем эта сумма, в силу основного уравнения динамики,

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = F + \left(-\lambda \frac{dx}{dt} \right) + (-Cx),$$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + \lambda \frac{dx}{dt} + Cx = F,$$

должна равняться силе сопротивления инерции. Это уравнение, написанное для произвольного элемента поверхности, должно быть справедливо для любой точки и для всей мембраны. Мы будем иметь в виду лишь центр мембраны и обозначать амплитуду его перемещений через X . „ C “ есть сила, вызывающая прогиб мембраны глубиной в 1 см. Сила упругости при колебаниях выразится

$$F_e = -CX.$$

Сила сопротивления воздуха

$$F_v = -\lambda V; \quad \lambda = 2 \xi^2 \pi r^2 \delta u;$$

здесь V амплитуда скорости, ξ^2 зависит от формы колебаний, r радиус мембраны, δ плотность воздуха $\cong 0.0013$, u скорость звука в воздухе, независимая от давления; в сухом воздухе $u \cong 383,4$ м/сек

$$|\lambda| = MT^{-1}.$$

Итак, сделавши указанное допущение, возвращаемся вновь к векторной диаграмме, на которой изобразим теперь силы, действующие на мембрану. Допустим на время, что мембрана не обладает обертонами, а только основным периодом свободных колебаний T_0 . Тогда мы можем установить такой ряд зависимостей:

$$V = \omega_1 X, \text{ ускорение } j = \omega_1^2 X, \text{ сопротивление инерции} = \zeta Mj,$$

где M масса мембраны, а ξ зависит от формы колебаний мембраны, наконец, пульсирующая сила притяжения магнитов

$$F_\phi = k\Phi.$$

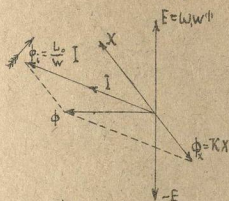
Мы подберем на диаграмме (черт. 2) вектор F_ϕ так, чтобы основное уравнение динамики было соблюдено, т.е. чтобы геометрическая сумма всех сил равнялась вектору сопротивления инерции ζMj .

По разделении на k этот вектор превратится в вектор Φ , а по последнему мы построим вектор E . Выполняя построения черт. 1 и, присоединяя их к последнему чертежу, мы легко восстановим всю диаграмму.

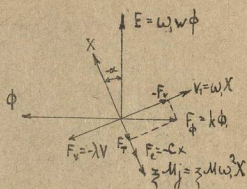
Обратимся к более общему изучению диаграммы. Повидимому это удобнее всего сделать, принявши вектор Φ за постоянный, а период T , считая за главное переменное. Если Φ постоянно, то и $F_\phi = k\Phi$ постоянно, а $E = \omega_1 \omega \Phi$. Далее, ввиду перпендикулярности направлений V и j , геометрическим местом концов проэкции вектора F_ϕ на оба эти направления будет окружность, описанная на векторе F_ϕ , как на диаметре. Проекция на направление V должна уничтожать отложенную на этом же направлении силу $F_v = -\lambda V$; отсюда следует, что геометрическим местом конца вектора V скорости также будет окружность, в λ раз меньшая, чем первая, и подобная ей относительно начала диаграммы. Проекция же F_T силы F_ϕ на направление j складывается с силой упругости F_e и определяет вместе с ней период колебаний T_1 следующим образом.

Если бы силы F_T не существовало, то сила F_e одна равнялась бы сопротивлению инерции (при незатухающих колебаниях) $\zeta Mj_0 = \zeta M\omega_0^2 X$, причем мы наблюдали бы собственный период T_0 ; но так как к силе F_e прибавляется (с соответствующим знаком) еще проекция F_T силы F_ϕ , то они вместе уравновесят новое сопротивление инерции $\zeta Mj_1 = \zeta M\omega_1^2 X$, соответственно новому периоду T_1 .

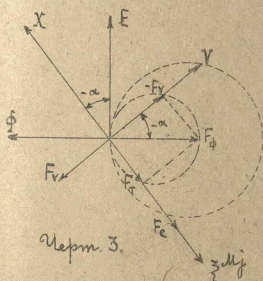
К станюе Т. А. Остроунова.



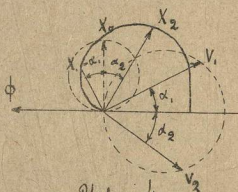
Черт. 1.



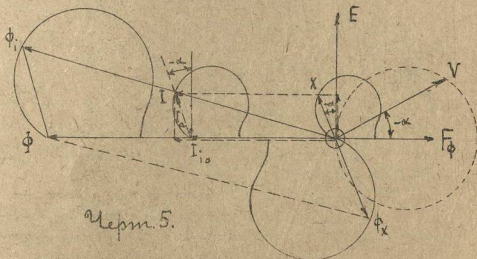
Черт. 2.



Черт. 3.



Черт. 4.



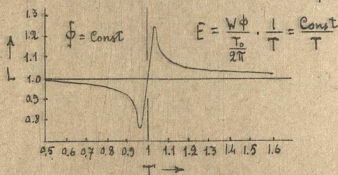
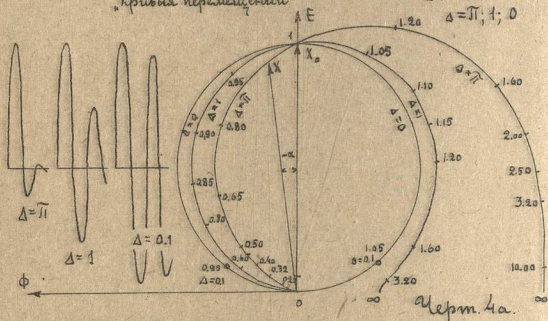
Черт. 5.

К статье Т. А. Остроухова.

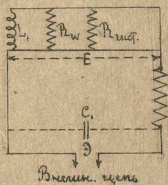
"Кривые перемещений"

$$X_0 = \frac{T_0}{2\pi} \cdot \frac{K\phi}{X} = \text{Const.}$$

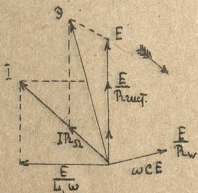
$$\Delta = \pi; 1; 0$$



Черт. 5а.



Черт. 6



θ - полная эд.с.; E - рабочая эд.с.
 $R_д$ - омы. сопр. телера; $R_{ист}$ - индуктивного сопр.; C - емкость обмоток телера (трудно учитывается)

Итак:

$$F_e = \zeta M \omega_0^2, \quad F_T + F_e = \zeta M \omega_1^2,$$

$$\frac{F_T}{F_e} + 1 = \left(\frac{T_0}{T_1} \right)^2 = \frac{1}{T^2},$$

где $T = \frac{T_1}{T_0}$ „относительный период“. Далее, как видно из диаграммы (черт. 3),

$$F_T = F_v \tan \alpha,$$

кроме того,

$$\frac{F_v}{F_{v0}} = \frac{\lambda \omega_1 X}{\lambda \omega_0 X} = \frac{T_0}{T_1} = \frac{1}{T}, \quad \frac{F_{v0}}{F_e} = \frac{\lambda \omega_0 X}{\zeta X} = \omega_0 \cdot \frac{\lambda}{\zeta},$$

где F_v относится к наблюдаемому периоду T_1 , а F_{v0} к собственному периоду T_0 , при одной и той же амплитуде X . Поэтому

$$\frac{1}{T^2} = 1 + \frac{F_T}{F_v} \cdot \frac{F_v}{F_{v0}} \cdot \frac{F_{v0}}{F_e} = 1 + \frac{1}{T} \cdot \omega_0 \cdot \frac{\lambda}{\zeta} \cdot \tan \alpha.$$

Отношение $\frac{e}{\lambda}$ выразим через декремент затухания $\Delta = \frac{\lambda T_0}{2\zeta M}$, причем для незатухающих колебаний

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\zeta M}{c}} \text{ или } c = \zeta M \omega_0^2;$$

$$\frac{\lambda}{c} = \frac{\Delta T_0}{2\pi^2}.$$

Окончательно:

$$\frac{1}{T^2} = 1 + \frac{1}{T} \cdot \frac{\Delta}{\pi} \cdot \tan \alpha,$$

$$\tan \alpha = \frac{\pi}{\Delta} \frac{1 - T^2}{T}.$$

Путем таких последовательных преобразований мы получили интересовавшую нас величину угла, составляемого двумя системами векторов—электромагнитной и механической.

Чтобы закончить дело, остается рассмотреть геометрическое место

конца вектора перемещений— „кривую перемещений“—и, соотв. „кривую тока“—геометрическое место конца вектора тока.

Из формул:

$$V = \omega_1 X, X = \frac{V}{\omega_1} = \frac{F_{\phi}}{\lambda \omega_1} \cos \alpha = \frac{k \Phi}{\lambda \omega_1} \cos \alpha$$

вытекает, что при резонансе $T_1 = T_0$, $T = 1$, $\tan \alpha = 0$, т.-е. $\alpha = 0$; поэтому при резонансе

$$X_0 = \frac{k \Phi}{\lambda \omega_0}.$$

При отсутствии резонанса X будет пропорционально как V , так и T , поэтому геометрическим местом конца вектора X/T будет окружность с диаметром X_0 . Для получения вектора X , необходимо все радиусы-векторы этой окружности (черт. 4) умножить на соответствующие относительные периоды T . „Кривая перемещений“ имеет своеобразный вид, тем менее отличающийся от окружности, чем меньше декремент Δ .

Вычисляя X по T , находим последовательно

$$\begin{aligned} X &= \frac{k \Phi}{\lambda \omega_0} \cdot \cos \alpha \cdot T = \frac{k \Phi}{\lambda \omega_0} \cdot \frac{T}{\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}} = \frac{k \Phi}{\lambda \omega_0} \cdot \frac{T}{\sqrt{1 + \frac{(1-T^2)^2}{T^2} \cdot \left(\frac{\pi}{\Delta}\right)^2}} = \\ &= \frac{k \Phi}{\lambda \omega_0} \cdot \frac{T^2}{\sqrt{T^2 + (1-T^2)^2 \left(\frac{\pi}{\Delta}\right)^2}} = \frac{T_0 k \Phi}{2 \pi \lambda} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{T^2} + \frac{(1-T^2)^2}{T^4} \cdot \left(\frac{\pi}{\Delta}\right)^2}}. \end{aligned}$$

Из этих формул вытекает, что при $T = 0$, т.-е. при весьма быстрых колебаниях тока, $X = 0$, а при $T = \infty$, т.-е. при весьма медленных,

$$X = \frac{T_0 k \Phi \Delta}{2 \pi^2 \lambda}.$$

Так как в технических телефонах декремент Δ бывает порядка 0.1, как это выяснилось из опытов, то

$$\frac{\pi}{\Delta} \simeq 31,4; \quad \frac{\Delta}{\pi} \simeq 0,03;$$

поэтому мы с точностью до 3% от X_0 можем кривую перемещений считать окружностью, что значительно упрощает некоторые формулы.

Чертеж 4а (стр. 276) дает „кривые перемещений“, вычисленные для значений $\Delta = \pi$, $\Delta = 1$, $\Delta = 0$, причем положено

$$X_0 = \frac{k \Phi}{\lambda \omega_0} = \text{const.}$$

Кривая перемещений для случая $\Delta = 0,1$ проходит чрезвычайно близко от кривой $\Delta = 0$ и поэтому отдельно не изображена целиком, а отмечены только две ее точки, соответствующие периодам $T = 0,95$ и $T = 1,05$. Цифры, стоящие при различных точках кривых, обозначают периоды, которым они отвечают. Для наглядности, слева изображены кривые затухания свободных колебаний для принятых значений декремента Δ . Числа, по которым построены эти „кривые перемещений“, приводятся в отдельной табличке.

Таблица к черт. 4а.

T	$\frac{1-T^2}{T}$	$\Delta = \pi$		$\Delta = 1$		T	$\frac{1-T^2}{T}$	$\Delta = \pi$		$\Delta = 1$	
		$-\alpha$	$\frac{x}{x_0}$	$-\alpha$	$\frac{X}{X_0}$			α	$\frac{X}{X_0}$	α	$\frac{X}{X_0}$
0.25	3.751	75°	0.064	85°	0.021	1.05	0.098	—	—	7°	1.004
0.32	2.805	70°	0.107	84°	0.030	1.10	0.191	—	—	37°	0.943
0.40	2.100	65°	0.172	81°	0.076	1.15	0.268	—	—	40°	0.880
0.50	1.500	56°	0.277	78°	0.104	1.20	0.367	20°	1.127	49°	0.787
0.65	0.889	42°	0.486	70°	0.219	1.60	0.975	44°	1.150	72°	0.496
0.80	0.450	24°	0.721	55°	0.462	2.00	1.500	56°	1.109	78°	0.415
0.85	0.312	—	—	44°	0.607	2.50	2.100	65°	1.074	81°	0.375
0.90	0.211	—	—	34°	0.750	3.20	2.887	71°	1.047	84°	0.350
0.95	0.103	—	—	18°	0.902	10.00	9.899	84°	1.005	88°	0.320
1.00	0.000	0°	1.000	0°	1.000	∞	∞	90°	1.000	90°	0.314

Кривой, подобной кривой перемещений, будет кривая соответствующего магнитного потока—геометрическое место концов вектора $\Phi_x = KX$. Так как вектор Φ , принятый нами за постоянное, является геометрической суммой векторов Φ_ϕ и Φ_i , то, соединяя начало диаграммы с различными точками этой кривой, мы будем получать векторы по-

тока Φ_i , которые, будучи уменьшены в $\frac{L_0}{w}$ раз, дадут векторы потока (черт. 5). Таким образом „кривая тока“—геометрическое место конца вектора I ,—будет подобна (отвлекаясь от взаимного расположения) кривой перемещений, причем радиусы-векторы I_a ее, откладываемые от конца вектора $I_{i0} = \frac{w\Phi}{L_0}$, определяются такой последовательностью равенств:

$$F_\phi = k\Phi, \quad -F_v = F_\phi \cos \alpha,$$

$$V = -\frac{F_v}{x}, \quad X = \frac{V}{\omega_1} = \frac{T_0 V}{\omega},$$

$$\Phi_x = KX, \quad J_a = \frac{w\Phi_x}{L_0},$$

или, подставляя,

$$\begin{aligned} I_a &= \frac{w}{L_0} \cdot K \cdot \frac{T_0}{\omega} \cdot \frac{k\Phi}{\lambda} \cdot \cos \alpha = \frac{Kk w}{L_0} \cdot \frac{T_0}{\lambda \omega} \cdot \cos \alpha \cdot \Phi = \frac{\Theta w}{L_0} \cdot \frac{T_0}{\lambda \omega} \cos \alpha \cdot \Phi = \\ &= \frac{\Theta}{L_0} \cdot \frac{T_0^2}{\lambda \omega^2} \cdot \cos \alpha \cdot E, \end{aligned}$$

ибо $Kk = \frac{d\varphi}{dr} \cdot \frac{df}{d\varphi} = \frac{df}{dr} = \Theta$, и $E = w\omega\Phi$ (см. стр. 271—273). Отсюда слагающая тока I по направлению электродвижущей силы E

$$I_w = I_a \cos \alpha = \frac{\Theta}{L_0} \cdot \frac{T_0^2}{\lambda \omega^2} \cdot \cos^2 \alpha \cdot E,$$

а по перпендикулярному направлению Φ

$$I_i = I_{i0} + I_a \sin \alpha.$$

Далее, фиктивное (энергетическое) сопротивление телефона в работе

$$R_w = \frac{E}{I_w} = \frac{1}{\frac{\Theta}{L_0} \cdot \frac{T_0^2}{\lambda \omega^2} \cdot \cos^2 \alpha},$$

и рабочая самоиндукция, обозначая через L_0 самоиндукцию при спокойной мембране $L_0 = \frac{4\pi w^2}{\rho}$,

$$L_1 = \frac{E}{I_1 \frac{2\pi}{T_1}} = \frac{1}{\frac{2\pi I_{i0}}{T_1 E} + \frac{2\pi I_a}{T_1 E} \sin \alpha} = \frac{1}{\frac{1}{L_0} + \frac{\Theta}{L_0} \cdot \frac{T_0}{\omega \lambda} \cos \alpha \cdot \sin \alpha} =$$

$$= \frac{L_0}{1 + \Theta \cdot \frac{T_0}{\omega \lambda} \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha},$$

или, вводя символ относительной самоиндукции $L = \frac{L_1}{L_0}$,

$$\frac{1}{L} = \frac{L_0}{L_1} = 1 + \Theta \cdot \frac{T_0}{\omega \lambda} \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha.$$

Формулы, выражающие R_w и L , дают возможность, зная величины T_0 и Δ , определить по данному периоду T_1 и соответствующим R_w и L , величину $\Theta \cdot 1/\lambda$, важную в некоторых вопросах.

Вид уравнения, определяющего самоиндукцию телефона L , чрезвычайно неудобен для вычислений в общем случае, т. к. содержит два параметра $\frac{\pi}{\Delta}$ и $\frac{T_0}{2\pi} \cdot \frac{\Theta}{\lambda}$ в весьма сложной форме. В телефоне, который был у меня под руками, они имели приблизительные значения $\frac{\pi}{\Delta} = 31,4$ ($\Delta = 0,1$) и $\frac{T_0}{2\pi} \cdot \frac{\Theta}{\lambda} = 0,5$ и в этом частном случае ход самоиндукции в зависимости от периода изображен на черт. 5а. Что касается вида этой кривой при других значениях параметров, то при возрастании декремента Δ , при убывании $\frac{\pi}{\Delta}$, максимум и минимум кривой расходятся в стороны от линии $T = 1$ и убавляются по величине; при возрастании же параметра $(\frac{T_0}{2\pi} \cdot \frac{\Theta}{\lambda})$ все вертикальные масштабы кривой пропорционально увеличиваются вверх и вниз от линии $L = 1$. При этом *легко может случиться*, что минимум кривой спустится ниже линии $L = 0$, что будет собою характеризовать емкостное, а не индуктивное действие телефона в цепи переменного тока. Предельное значение параметров приблизительно (при малом Δ) таково

$$\frac{T_0}{2\pi} \cdot \frac{\Theta}{\lambda} > 2.$$

Не вдаваясь в дальнейшие подробности, отмечу важный в практике случай, когда при данном периоде T , L становится равным 0; при этом периоде телефон обладает только ваттным сопротивлением и не

производит сдвига фазы тока. Только в этом случае способ параллельных омов не допускает возражений.

Мощность работы телефона выразится так:

$$W = I_w \cdot E = \frac{\theta}{L_0} \cdot \frac{T_0^2}{\lambda \omega^2} \cdot \cos \alpha^2 \cdot E^2.$$

Первый множитель этого выражения зависит от электромагнитной стороны телефона, второй от механических свойств мембраны, третий от периода колебаний и четвертый от величины приложенной переменной электродвижущей силы.

Само собой очевидно, что расчет работы телефона, включенного практически в конкретную цепь переменного тока, надлежит производить по общим правилам расчета общих цепей переменного тока (см. схему черт. 6), причем можно ввести и потери в железе (гистерезис и проч.).

Обозначения на черт. 6 (стр. 276):

$\mathcal{E}$ —полная электродвижущая сила,

E —рабочая „ „

R_0 —омическое сопротивление обмоток тел,

$R_{гист.}$ —гистеретическое сопротивление,

C_1 —емкость обмоток телефона (трудно учитывается).

Энергия же звука, изданного телефоном в секунду, выразится очевидным образом так:

$$w = \int_0^t F_v \frac{dX}{dt} dt = \frac{1}{2} \lambda V^2.$$

Теперь нам остается попытаться расширить сделанные ограничения. Потери энергии на гистерезис учесть не трудно по формуле Штейнметца, принимая во внимание амплитуду Φ магнитного потока; точно также и вихревые токи легко учитываются. Запоздывание намагничивания мы также можем ввести в диаграмму, изобразивши его соответствующим вектором, если нам известны характеризующие его величины; этим самым уничтожается совпадение по фазе векторов I и Φ , причем они расходятся на определенный угол. Наконец, припоминая ход разсуждений, мы усматриваем, что синусоидальность всех второстепенных—не руководящих—величин была результатом того, что везде мы ограничивались в разложениях (стр. 271) лишь первым членом, что допустимо лишь в случае, не осуществимом на практике, бесконечно

малых колебаний. При фактических колебаниях и члены с квадратом аргумента будут играть некоторую роль, но важно, сколь она мала сравнительно с ролью первого члена. Желая знать, в каких пределах будут синусоидальны колебания, мы должны лишь условиться, какими относительными размерами вторых членов мы можем пренебречь, и какие уже будут считаться измеримыми, а затем вставить в соответствующие разложения эти члены. Размерами второго члена разложения будет обуславливаться второй обертоном (с периодом $\frac{1}{2} T_1$), обязанный самому телефону¹⁾. Поэтому, чем громче говорит телефон, тем менее разборчива речь благодаря усиливающимся обертонам. Вместе с тем, на этот обертон потребляется лишняя энергия, увеличивающая потери.

Если мембрана телефона обладает кроме основного тона еще рядом обертонов с периодами $T_{01}, T_{02}, \dots$, то для получения полной картины явления нам придется сложить геометрически все векторы, построенные на диаграмме в предположении, что данный обертоном есть единственный основной тон (ср. стр. 274). При этом вместе с периодом $T_{01}, T_{02}, \dots$ будут меняться величины $\lambda, \zeta, \xi, \Delta, \alpha$.

Если возбуждающая эдс E обладает обертонами, то снова строя ряд диаграмм, соответствующих периодам обертонов и надлежащим частным амплитудам эдс, мы восстановим символически всю картину явления в целом.

Изложенная теория может при специальной обработке послужить основанием для постройки электромагнитного эталона звука, что является назревшей задачей научной техники.

Казань.

Октябрь 1922 г.

Косвенный метод измерения очень малых упругостей газов.

Проф. А. Г. Белявского.

Как известно, для измерения упругости газов, разреженных до больших степеней, манометры с жидкостями малой плотности неприменимы: одни из них обращаются в пар, а трудно кипящие углеводороды выделяют из себя пузырьки газа в разреженное пространство. В этих случаях приходится основывать измерение на законе Бойля-Мариотта и довольствоваться приближенным результатом способа Мак-Леода.

Прибор Мак-Леода состоит из стеклянного шара, в верхней части которого припаяна длинная, вертикальная, очень малого диаметра

¹⁾ Не трудно усмотреть, что мы имеем здесь дело с т. н. суммовым тоном.

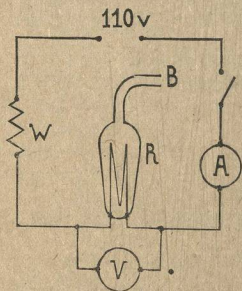
(капиллярная) стеклянная трубка, снабженная делениями. В нижней части шар оканчивается более широкой трубкой, содержащей ртуть. Уровень ртути в этой трубке лежит ниже отверстия боковой трубки, припаянной в верхней части упомянутой выше широкой трубки. Эту боковую трубку соединяют с тем пространством, давление в котором желательно измерить. Уровень ртути в нижней трубке можно поднимать и опускать. Когда воздух выкачан, уровень ртути поднимают, она заполняет весь шар и вгоняет газ его наполнявший в капиллярную трубку прибора, объем которой составляет 0,000001 объема шара. Таким образом можно непосредственно измерять по разности уровней ртути (в капилляре и боковой трубке) в миллион раз увеличенную упругость газа, разреженного насосом.

Существует еще ряд приборов, построенных в более позднее время. Таковы приборы Voege, Pirani, Hering'a и Reiff'a.

Подробности о приборе Мак Леода и о других вакууметрах для малых давлений можно найти в специальных статьях, посвященных им¹⁾.

Для цели и практики эти способы мало применимы. Гораздо более ценными являются электрические методы.

Автору пришлось столкнуться с этим вопросом при исследованиях



Черт. 1.

работы ртутного выпрямителя, существенной частью которого является, как известно, пустотный стеклянный или металлический цилиндр.

Вначале степень разрежения выпрямителя определялась автором по напряжению у вспомогательной вольтовой дуги (у выпрямителей с посторонним возбуждением) или по внутреннему сопротивлению выпрямителя. Неудобство этого способа заключается в том, что при нем необходим особый измерительный анод и кроме того о степени разрежения сосуда мы можем судить только во время его работы.

В настоящее время в электро-технической лаборатории Донского Политехнического Института для этой цели употребляется другой более простой и удобный прибор, осуществленный средствами лаборатории.

Прибор этот основан на свойстве железной проволоки при высоком разрежении сильно изменять сопротивление при изменении степени

1) Mc.Leod. Phil. Mag. (4) 48, p. 110. 1874. Baly a. Ramsay. Phil. Mag. (5) 38, p. 314. 1894. Voege. Physik. Zeitschr. 7, p. 498. 1906. Pirani. Verb. d. d. Phys. Ges. p. 686. 1906. Hering. Ann. d. Phys. (4) 21, p. 319. 1906. Reiff. Phys. Zeitschr. 8, p. 124. 1907. Brush. Phil. Mag. (5) 44, p. 415. 1897.

разрежения. На черт. 1 изображена схема этого прибора. R —железная проволока, заключенная в сосуде похожем на лампу накаливания. Трубка R соединяется резиновой трубкой с сосудом, степень разрежения которого желательно знать. Сопротивление R (в приборе, осуществленном в лаборатории, оно взято равным 25 Ω) может быть подобрано так, что увеличение его при высокой степени разрежения равно 80—100%. Последовательно с железной проволокой включается большее сравнительно с R сопротивление w (в приборе оно взято равным 600 Ω), и все это приключается к цепи с постоянным напряжением в 110 V. Так как сопротивление w берется значительно больше сопротивления R , то изменение сопротивления w даже на 100% не оказывает большого влияния на силу проходящего в цепи тока, и силу тока практически можно считать постоянной.

Параллельно с сопротивлением R включается вольтметр, показания которого, благодаря приблизительно постоянству силы тока в цепи, можно считать пропорциональными изменяющемуся сопротивлению железной проволоки; а по изменению сопротивления железной проволоки можно судить о степени разрежения сосуда, с которым такой вакууметр соединен. Если вольтметр градуирован на степень разрежения, то прибор с достаточной точностью может служить для контроля разрежения на любом расстоянии от выпрямителя, например, на распределительной доске, что представляет большие удобства для практики.

Новочеркасск.

Электротехническая Лаборатория
Донского Политехнического Института.

5 июня 1923 года.

О Б Э Л Е К Т Р И Ч Е С К О М Т О К Е .

Проф. А. К. Котельникова.

Доложено на 13 заседании Научно-Исследовательской Кафедры по Электротехнике
в Киеве 25 февраля 1923 г.

Для того, чтобы глубже проникнуть в явление электрического тока, необходимо анализировать не его стационарное состояние, в котором появляется много побочных факторов, а момент его возникновения и затем уже, проследивши шаг за шагом нарастание явления, перейти к стационарному состоянию.

Воспользуемся для этой цели уравнениями распространения вдоль линии потенциала и тока; в общем виде они могут быть написаны следующим образом:

$$-\frac{dE_x}{dx} = \frac{df(x)}{dx} \cdot I_x; \quad -\frac{dI_x}{dx} = \frac{d\varphi(x)}{dx} \cdot E_x,$$

где E_x и I_x — векторы потенциала и тока, $f(x)$ — сопротивление главной линии, $\varphi(x)$ — проводимость ответвления (утечка и емкость) всей линии.

Для упрощения полагаем, что $\varphi(x) = 0$ и $\frac{df(x)}{dx} = \rho + j\omega\lambda$, где ρ — характеризует омическое сопротивление $\left\{ \begin{array}{l} \text{в любой точке двойной} \\ \text{линии.} \end{array} \right.$
 λ — характеризует самоиндукцию

Тогда имеем

$$-\frac{dE_x}{dx} = (\rho + j\omega\lambda) I_x; \quad -\frac{dI_x}{dx} = 0;$$

откуда

$$-E_x = C_1 + (\rho + j\omega\lambda) x I_x,$$

$$-I_x = C_2.$$

Для определения произвольных постоянных полагаем $x = 0$. Тогда

$$C_1 = -E_0.$$

При $x = \infty$ второе слагаемое второй части первого уравнения должно было бы равняться бесконечности, а потому необходимо признать, что $I_x = 0$, т.е. для бесконечной линии произвольная постоянная второго уравнения равна нулю.

Следовательно, для бесконечной линии

$$E_x = E_0; \quad I_x = 0.$$

Для определения потенциала и тока в конечной линии возьмем уравнение

$$E_x = E_0 - (\rho + j\omega\lambda) x I_x; \quad I_x = C.$$

Не требуется особых доказательств того, что всякую конечную линию можно рассматривать, как коротко-замкнутую, так как оба провода на конце линии сходятся в одной точке, в которой разность потенциалов равна нулю. Поэтому, полагая $x = l$, имеем

$$E_l = E_0 - (\rho + j\omega\lambda) l I_l = 0;$$

откуда

$$I_l = \frac{E_0}{(\rho + j\omega\lambda) l}.$$

Таким образом, для конца линии имеем

$$E_l = E_0 - E_0; I_l = \frac{E_0}{(\rho + j\omega\lambda) l},$$

а для произвольной точки конечной линии

$$E_x = E_0 - (\rho + j\omega\lambda) x I_x; I_x = 0 + \frac{E_0}{(\rho + j\omega\lambda) l}.$$

Следовательно, в каждой точке рассматриваемой линии имеются две волны потенциала и тока:

Прямая волна, идущая от начала к концу линии так, как будто бы линия была бесконечна

$$E_x = E_0; I_x = 0.$$

Обратная волна, идущая от конца к началу линии,

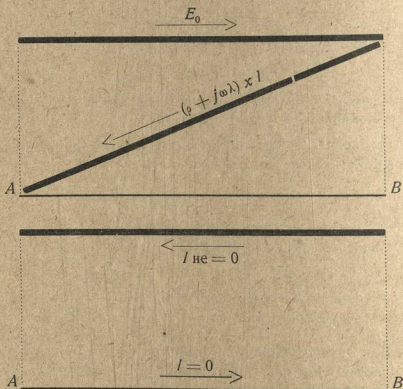
$$E_x = -(\rho + j\omega\lambda) x I_x; I_x = \frac{E_0}{(\rho + j\omega\lambda) l}.$$

Полученные уравнения дают возможность представить следующую картину явления. Образующаяся в генераторе (или каком-либо другом источнике энергии) разность потенциалов между двумя проводами (E_0) распространяется вдоль линии, не изменяясь до ее конца. При этом о токе в обычном смысле, т.е. как о явлении, сопровождающемся не только магнитным полем, но и падением напряжения, а также теплом Джоуля, не может быть речи, так как для этой волны потенциала линия как бы не замкнута (бесконечна) и не будет замкнута до тех пор, пока эта волна не дойдет до конца линии.

Перейдем ко второй волне. Только тогда, когда две разноименные волны потенциала встретятся (замкнутся), появляется то, что обычно принято называть электрическим током. Этот ток, возникнув в конце линии, идет, не изменяясь, к ее началу и сопровождается выделением тепла Джоуля. Одновременно с этим током идет и обратная волна напряжения, постепенно уменьшаясь от конца к началу линии, и, интерферируя с падающей волной напряжения, создает обычную картину

падения напряжения от начала к концу линии. Графически получающееся явление можно представить в виде черт. 1¹⁾.

Рассмотрим этот процесс с физической точки зрения. Электрические положительные и отрицательные заряды (как бы мы их себе ни представляли, в виде ли электронов или как-нибудь иначе) находятся в каждом материальном теле, но в состоянии, недоступном нашим органам восприятия (естественным или искусственным), причем это скрытое состояние и является как бы нормальным, заставляющим предполагать, что именно в этом состоянии заряды образуют нечто самодовлеющее, цельное, не влияющее на окружающее пространство.



Черт. 1.

Когда это нечто подвергается некоторым определенным воздействиям, то оно расщепляется на то, что мы называем зарядами (ядра, электроны), являющимися двумя составляющими этого нечто. Это расщепление и происходит в источнике электрической энергии, каковы бы они ни были (гальванические элементы, термоэлементы, генераторы, трансформаторы и проч.); математически мы учитываем это явление, вводя ту силу, которую Феррарис называет электродвигательной силой, отнесенной к единице длины η . Расщепление на разряды в проводнике, сопровождается соответственным расщеплением в диэлектрике, причем,

1) A — источник энергии. B — конец линии: наверху — прямая и обратная волна напряжения, внизу — прямая ($I = 0$) и обратная ($I \neq 0$).

конечно, на это расщепление затрачивается определенное количество энергии.

I. Предположим сначала, что линия в конце разомкнута. Расщепленные положительные и отрицательные заряды, образующие вокруг себя однообразно напряженное пространство, стремясь к равновесию, распространяются, каждый заряд по своему проводу, как обыкновенные электрические заряды. При этом передвижении и только во время этого передвижения вокруг этих зарядов образуется магнитное поле совершенно независимо от рода источника электрической энергии. Как только накопление новых расщепленных зарядов прекратится, передвижение их прекращается, и магнитное поле исчезает. Возможно, что образование магнитного поля связано с переходом поверхностей уровня из сферических в цилиндрические (или линий смещения из наклонных к проводу в перпендикулярные к нему). Вместе с тем как на положительном, так и на отрицательном проводе устанавливается один и тот же (по абсолютной величине) потенциал $+V$ и $-V$.

Этим и заканчивается первая часть явления, характеризующаяся уравнениями:

$$E_x = E_0; I_x = 0.$$

До сих пор мы предполагали, что линия разомкнута. Но явление происходило бы точно так же, если бы линия была замкнутой, пока волны потенциала не встретятся.

II. Положим теперь, что линия замыкается на короткую, т. е. концы линии соединяются. Тогда как положительные, так и отрицательные заряды получают импульс к дальнейшему распространению вследствие нарушения установившегося равновесия, причем, так как они представляют собою результат насильственно расщепленного нечто, то при встрече они опять соединяются, переходя в нейтральное состояние. При этом магнитное поле нейтрализовавшихся зарядов исчезает вследствие прекращения их движения, энергия же, потраченная на расщепление, выделяется в виде тепла Джоуля.

Таким образом, мы имеем два одновременных процесса:

движение зарядов в противоположные стороны,
их нейтрализация.

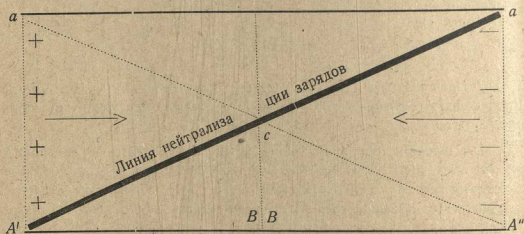
Если бы нейтрализация разноименных зарядов зависела исключительно от их стремления к воссоединению, то она происходила бы мгновенно, и точка встречи была бы точкой прекращения их движения. Но так как регулятором этой нейтрализации является сопротивление провода, причем количество нейтрализовавшихся зарядов и освобожденной при этом теплоты ему прямо пропорционально, то не все заряды нейтрализуются в точке встречи, а часть их продолжает движение,

непрерывно (с математической точки зрения) нейтрализуясь, до той точки цепи, где действует электродвигательная сила. При этом исчезающие магнитные кольца нейтрализующихся зарядов порождают то расщепление зарядов, которое называется обратной электродвижущей силой. Она образуется в каждой точке провода и суммируется аналогично тому, как образуется и суммируется электродвижущая сила в витках обмотки генератора. Равенство этих сил дает стационарное состояние явления.

Магнитные кольца не нейтрализующихся зарядов составляют магнитное поле тока, причем это поле постоянно, так как сумма абсолютных величин зарядов, передвигающихся в противоположные стороны, остается постоянной по всей линии.

Схематическое изображение стационарного состояния этого процесса видно на черт. 2¹⁾.

III. Остается рассмотреть последний случай, когда источник энергии начинает работать при замкнутой линии. Работа источника энергии



Черт. 2.

(род этого источника безразличен) производит расщепление нейтральной комбинации положительных и отрицательных зарядов как в проводнике, так и в диэлектрике. Параллельно с нарастанием расщепленных зарядов идет распространение их в линии до точки встречи, нейтрализация и выделение тепла Джоуля; в то же время нарастает и реакция линии (обратная электродвижущая сила), при равенстве которой с эдс'илой источника энергии получается стационарное явление.

¹⁾ Чертеж представляет собою развернутую цепь. A' — положительный полюс источника энергии, A'' — отрицательный полюс, BB — конец линии, $A'aa$ — область положительных зарядов, $A'aA''$ — область отрицательных зарядов. Заряды находящиеся в областях $A'cA''$ и aca , производят противоположные действия, напр., на измерительные приборы, а потому на них действуют только заряды, расположенные в областях $A'ac$ и $A''ac$.

Прежде, чем перейти к заключению, необходимо заметить, что мы не берем на себя смелость высказывать какую-либо новую гипотезу о сущности электрического тока. Наша задача — анализировать это явление, основываясь с одной стороны на несомненных экспериментальных данных, с другой — на результате математического исследования одного из простейших случаев тока. Исследование приводит нас к заключению, что ток (совокупность тех явлений, которую принято называть электрическим током) представляет собою сложное явление, и при возникновении его не все его составляющие появляются одновременно.

Основным фактом, из которого вытекают все явления электрического тока, следует считать расщепление нейтральной комбинации положительных и отрицательных зарядов как в проводнике, так и в диэлектрике.

1. С момента этого расщепления появляются потоки положительных и отрицательных зарядов в противоположные стороны, представляющие собою не что иное, как установление равновесия.

2. Движущиеся положительные и отрицательные заряды возбуждают вокруг провода магнитные поля, которые могут существовать только во время передвижения зарядов.

3. Эти потоки, хотя и возбуждают вокруг проводника магнитные поля, но не дают ни тепла Джоуля, ни падения напряжения.

4. Тепло Джоуля является результатом воссоединения зарядов и освобождения энергии, потраченной на их расщепление; количество его пропорционально сопротивлению провода, которое служит регулятором нейтрализации зарядов.

5. Параллельно с нейтрализацией зарядов идет исчезновение магнитных колец, вызывающих обратную электродвижущую силу, устанавливающую стационарное состояние явления.

6. Падение напряжения вдоль линии есть результат перехода положительных зарядов в область, занятую отрицательными, и обратно; местом возникновения этого явления (обратной волны напряжения) следует считать точку встречи разноименных зарядов и начала их нейтрализации.

7. Если сопротивление равно нулю (сверхпроводник), то не может быть ни нейтрализации зарядов, ни тепла Джоуля, ни падения напряжения: — остается только электрический ток, состоящий из потоков положительных и отрицательных зарядов, и соответствующее магнитное поле. Поэтому существование постоянного магнитного поля без какой-нибудь затраты энергии можно объяснить особой формой проявления свойств сверхпроводника.

8. Теоретически можно себе представить состояние провода, противоположное сверхпроводнику, допускающее нейтрализацию бесконечно большого количества зарядов. Это состояние, зависящее по всей

вероятности не только от самого проводника, но и главным образом от состояния диэлектрика, должно дать громадное выделение тепла и, может быть, еще не достигнутую температуру.

Все эти выводы справедливы и для постоянного тока так как он отличается от переменного только бесконечно малым числом периодов.

В о Ф р а н ц и и.

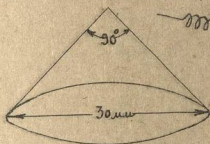
Проф. П. К. Мейера.

Новый усилитель звуков.—В конце 1922 г. в Парижской Академии был сделан доклад о новом усилителе звуков, изобретенном инженером Герито (Guéritot), служащим у фирмы Гомён. Прибор недавно поступил в продажу под названием „L'amplificateur Gaumont“.

Идея, руководившая Герито, была та, что в громкоговорящих телефонах применялись упругие пластинки довольно больших размеров, чтобы приводить в колебание большие массы воздуха, и, так как их собственный период заключается в акустических пределах, воспроизводимые звуки были сильно искажены; чтобы избежать такого искажения, Герито предложил употреблять вместо мембраны слабо упругую систему, имеющую возможно меньшую массу при большой поверхности. Осуществление этой идеи основано на действии магнитного поля на подвижной проводник, обтекаемый переменным током.

Жесткая мембрана обыкновенного телефона заменена в новом приборе гибким конусом из тонкого шелка, на который намотана очень тонкая алюминиевая проволока. Шелковая мембрана вместе с проволокой весит в любительской модели не более нескольких дециграммов и представляет размеры, указанные на черт. 1 (стр. 293). Крайми мембрана укреплена на железном кольце, имеющем внутреннюю винтовую нарезку (черт. 2). Она помещается в воздушном зазоре сильного электромагнита, зазоре, представляющем конический слой тех же размеров, что и мембрана, так что через нее, нормально к ее поверхности, проходит сильный магнитный поток (черт. 3). Если через тонкую обмотку конуса пропустить ток, то каждый элемент этой обмотки подлежит действию силы, направленной перпендикулярно и к направлению тока в элементе, и к направлению магнитного поля в том-месте, где находится элемент, т.-е. сила эта направлена по соответствующей образующей конуса. Все элементарные силы складываются в одну равнодействующую, направленную по оси конуса. Равнодействующая будет менять величину и сторону своего действия в зависимости от изменения силы и направления переменного тока, обтекающего обмотку конической мембраны.

Вследствие этого мембрана меняет свою форму, вызывая этим сжатие и разрежение тонкого слоя воздуха, заключенного между мем-

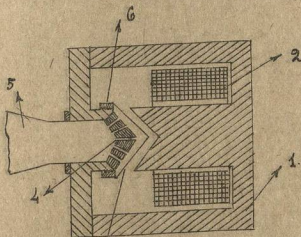


Черт. 1.



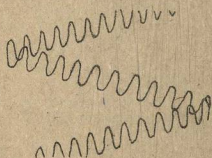
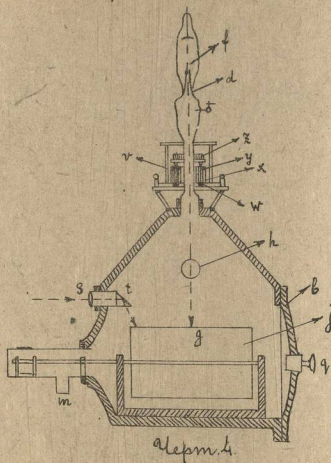
Черт. 2.

1. Часть покрытая тонкой проволокой
2. Цилиндрическое кольцо с внутренней винт. нарезкой



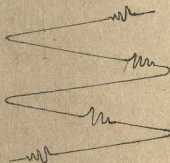
Черт. 3.

1. Электромагнит
2. Возбуждения
3. Вибрирующий конус
4. Каналы
5. Фланец
6. Кольцо с нарезкой для регулировки положения конуса.



Черт. 5.

Записи не затухающих колеба-
ний порядка 3600 в сек. через
наложение на колебания поряд-
ка 112 в сек.



Черт. 6.

Записи затухающих колеба-
ний разряда конденсатора
(6.10 в сек.) через наложение
на колебания част. 500 в сек.

браной и полюсным наконечником, на который она надета. Эти сжатия и разрежения, ритм коих совпадает с ритмом вызывающего их тока, передаются столбу воздуха, заключенному в рупоре, и дальше—массе внешнего воздуха через каналы, просверленные в железном наконечнике, на который надета мембрана. Если токи, обтекающие обмотку мембраны, суть микрофонные токи, возбужденные звуками человеческого голоса, то звуки эти будут воспроизведены колебаниями мембраны.

Описанная модель (как мы сказали, любительская) мембраны весит 3 дециграмма (шелковый конус и проволока) и дает возможность слышать человеческую речь, почти совершенно чистую, во всех концах большого зала. Цена такой модели около 60 руб. золотом. Существует другая модель, других размеров, которую слышно на расстоянии 800 метров.

В любительской модели сопротивление обмотки электромагнита— 3 ома, и требуется для возбуждения ток 2 ампера. В радиотелефонном приемнике эта модель употребляется в соединении с системой из 4 пустотных усилителей (катодных лампочек).

Катодный осциллограф для низких и средних частот А. Дюфура.— В журнале „Revue Générale d'Electricité“ (от 30 дек. 1922 г.) описан прибор Дюфура, названный катодным осциллографом для низких и средних частот, являющийся усовершенствованием брауновской трубки.

Принцип метода. Тонкий пучок катодных лучей действует на фотографическую пленку, помещенную в самой трубке. Внешнее переменное поле, магнитное или электрическое, отклоняет пучок, и его отклонения записываются на фотографической пленке. Проф. А. Абраам применял трубку для записи колебаний частоты свыше 10^6 .

Схема прибора. Герметически закрытый бронзовый колокол (черт. 4), снабженный боковой крышкой *b*, составляет продолжение стеклянной катодной трубки *d* и несет надстройку *v*, заключающую части различных цепей. Чувствительная пленка укреплена на цилиндре *j*, вращающемся вокруг горизонтальной оси. Не отклоненный катодный пучок должен попасть на чувствительную пленку в *g*, и, для предварительной регулировки, можно привести в эту точку, при помощи движения сплошного крана *q*, вставленного в крышку *b*, флуоресцирующий экран. Окошечки *h* (с другой стороны находится второе), закрытые стеклами, позволяют произвести регулировку, наблюдая светящееся пятно, которое производят катодные лучи, падая на экран. Катодные лучи проникают через диафрагму *f*, затем, в виде очень тонкого пучка, подвергаются в *z* действию изучаемого переменного поля (поля солениода при изучении кривой тока или поля конденсатора при изучении кривой напряжения). В коробке *v* помещаются еще и другие цепи, именно *x*, *y* и магнит *w*. Мера времени производится при помощи записи на чувствительной пленке ряда искр, производимых колебаниями камертона, имеющего частоту 200 колеб./сек. Запись эта осуществляется

при посредстве оптического приспособления *st*, заключающего 4 призмы полного внутреннего отражения. Воздух выкачивается через трубку *m*.

Осуществление движений и контактов (замыканий и размыканий цепей). К предыдущему прибору присоединяется специальный механизм, называемый „disjoncteur“, роль которого довольно сложная: 1) он обеспечивает движение цилиндра—носителя пленки; 2) он строго ограничивает движение цилиндра одним оборотом, устраняя возможность наложения кривых; 3) он ограничивает также одним оборотом запись искр, даваемых камертоном; 4) он производит замыкание и размыкание вспомогательного тока, который, при помощи соответственного реле, вызывает изучаемое явление в течение промежутка времени, соответствующего одному обороту. К сожалению, не указано, каким образом „disjoncteur“ связан с цилиндром, и как именно приводит его в движение. Говорится только, что „disjoncteur“ приводится в движение электрическим мотором и вращается со скоростью 10 обор./сек приблизительно, как и цилиндр.

Изучение явлений быстро меняющегося поля. Быстрота вращения цилиндра была бы слишком мала для того, чтобы запись могла достаточно развернуться и позволить наблюдение деталей записанных кривых. Поэтому пользуются, кроме поля *Z*, зависящего от изучаемого явления, вспомогательным полем *У*, производимым цепью *u*, частоту которого можно менять. Цепь *z* располагают так, чтобы изучаемые отклонения происходили не параллельно оси цилиндра, но в перпендикулярном направлении, тогда как направление движения катодного пучка под влиянием поля *У* совершается параллельно оси цилиндра. Тогда колебания, вызываемые изучаемым полем *Z*, налагаясь на те, которые возбуждает вспомогательное поле *У*, растянутся гораздо больше и становятся ясными (черт. 5 и 6).

Вятка. 6. VI. 1923.

Вопросы методики слухового радиоприема.

А. А. Пистолькорс.

I.

Задачи обучения. Обучение приему на слух представляется делом в значительной степени ответственным. Ответственность главным образом состоит не в том, чтобы научить принимать, а в том, чтобы научить принимать с минимальной затратой энергии при наилучших результатах. Это требование, как читатель увидит дальше, в деле радиотелеграфного приема имеет совершенно особенное значение.

Предварительно необходимо поэтому ознакомиться с самой сущностью процесса приема.

Требования к работе приемщика. Чтобы внести больше ясности в постановку вопроса, постараемся вполне определенно сформулировать те необходимые и достаточные требования, предъявляемые нами к радиотелеграфисту приемщику, которые должны быть положены в основу всех наших дальнейших рассуждений.

Задачей приемщика является полный и безошибочный прием (запись) депеш от передающей станции в том виде, как эта последняя их передает. Таким образом на обязанности приемщика лежит (не считая настройки и прочих подготовительных операций): 1) автоматический прием передаваемой ему депеши и 2) регистрация дефектов приема, происшедших не по вине передающего (атмосферные разряды, собственная оплошность приемщика и т. д.) в том случае, когда эти дефекты могут быть исправлены после соответствующего запроса передававшей или какой-либо другой станции.

Процесс приема. Для осуществления поставленной задачи радиотелеграфист:

а) слушает в телефон, выделяя из всех наличных ощущений звуки определенного тона, тембра и ритма;

б) при этом центrostремительные нервы под влиянием соответствующего раздражения передают возбуждение в нервные центры, в результате чего мы имеем нервный разряд, с помощью центробежных путей переходящий в рефлективное движение, которое в данном случае является движением руки приемщика, записывающей соответствующий воспринятому знак. Следует отметить, что все здесь описанное нормально должно происходить без участия сознания.

в) регистрация дефектов приема может быть также механизированная, если условиться каждый такой дефект отмечать знаком (длинное тире, подчеркивание), который облегчит впоследствии его разыскание.

Психологический анализ. Если подойти к анализу сформулированной таким образом работы, то легко заметить, что основным ее моментом является механическая полусознательная запись того, что слышно в телефоне. Работа эта в психологическом отношении представляет собою явление приблизительно того же порядка, что и игра на рояле или каком-нибудь другом инструменте, работа на пишущей машине и т. д. Все подобного рода явления могут быть определены, как явления сложного волевого рефлекса или полурефлекса. Бессознательные движения, имеющие место при этом, относятся к категории „привычных движений“¹⁾. Для ясного понимания дальнейшего нам не-

¹⁾ Как известно, в психологии все волевые (центробежные) движения разделяются на движения произвольные или волевые акты и произвольные; к последним относятся рефлексы, движения инстинктивные и привычные.

См. напр. Соколов, „Педагогическая психология“, Петроград, 1917. Глава 21. „Воля“. Джемс, „Психология“. СПб. 1905 г. Стр. 74—75.

обходимо несколько подробнее остановиться на том, что в психологии понимается под названием „привычных движений“.

Что такое „привычные движения“? Точнее привычные движения можно формулировать, как движения бессознательные, бывшие раньше сознательными. Так например, когда мы только учимся писать, наше сознание направлено исключительно на то, как взять перо, как его поддерживать, как выводить линии и т. д. Содержание письма тогда не имеет для нас никакого значения; оно на последнем плане. С течением времени, однако, механизм письма переводится в движения бессознательные. Вместе с этим освобождается сознание для понимания содержания, которое выступает теперь на первый план.

С физиологической точки зрения привычка есть не что иное, как образование в мозгу определенного пути разряда, по которому известные приносящие нервные токи стремятся всегда впоследствии проходить. Самые сложные привычки с этой точки зрения являются простой цепью разрядов в нервных центрах, образующейся благодаря существованию в них системы рефлекторных путей, которые так устроены, что рефлекс последовательно передается от одного пути к другому, причем впечатление, вызванное одним сокращением мышц, служит стимулом для другого сокращения, пока, наконец, последнее впечатление не замкнет цепи¹⁾.

Практическое значение привычки. Огромное практическое значение привычки так общеизвестно, что на нем не стоит долго останавливаться. Отметим лишь, что она упрощает наши движения, делает их более точными и уменьшает вызываемую ими усталость. Привычка уменьшает до минимума сознательное внимание, с которым совершаются наши действия. „Лицо, хорошо владеющее каким-нибудь искусством, достигает цели наименьшей затратой мышечного усилия; движения следуют одно за другим, повинаясь мгновенному импульсу. Меткий стрелок прицеливается и застреливает птицу, еще не успев вполне определить ее“. „Пианист бросает беглый взгляд на музыкальные иероглифы—и мигом из под его пальцев начинают струиться потоки звуков“²⁾.

Привычка и сознание. В чистом своем виде привычка совершенно почти не затрагивает сознания, так как она в сущности обусловлена рядом ощущений, на которые не направлено внимание. Лишь тогда, когда в нормальной цепи рефлективных токов внезапно наступит перерыв или расстройство, это нарушение установившегося текущего процесса доходит до сознания. Возьмем, например, процесс вязания, процесс вполне механический. Вязальщица вполне может вести оживленный разговор, продолжая вязать, но ощущая при этом нормальный ход

¹⁾ Джемс, „Психология“, стр. 109, 111.

²⁾ Там же стр. 113.

этого бессознательного процесса; однако всякое нарушение процесса вязания тотчас привлекает ее сознательное внимание.

Роль привычки и сознания в работе приемщика. Все приведенные выше положения вполне соответствуют тому, что мы имеем в случае радиотелеграфного приема. И здесь имеет место внешний импульс в форме известного сочетания звуков при данном ритме и тоне, и здесь под влиянием центростремительных нервных путей нервным центрам передается определенное раздражение, и здесь мы имеем ряд бессознательных рефлективных нервных токов, заканчивающихся движением руки приемщика, записывающего соответствующий знак. Станным может показаться утверждение, что в основе работы радиотелеграфиста лежат бессознательные процессы, но между тем это так и если этого нет, то оно может и должно быть так. И наблюдения над работой опытных слушателей только подтверждают этот факт. Процесс чтения принимаемого имеет у них значение второстепенное. Это процесс параллельный, в котором сознание находит выход к проявлению своей деятельности. Если же чтение не имеет места (как напр. иногда в случае приема иностранной радиопресссы), то при не особенно большой скорости передачи самое состояние принимающего может быть чисто промежуточным между состоянием сна и бодрствованием, что, однако, нисколько не вредит правильности приема.

Пример из практики. Приведу пример, до некоторой степени иллюстрирующий сказанное. На одной из станций, принимавшей иностранную прессу, станционные часы по случаю порчи были временно заменены другими, которые оказались с боем. Бой часов конечно мешал приему, хотя помеха не должна была быть особенно сильной, потому что часы били глухо, а станция работала с усилителем, и слышимость была хорошая. Интересно, однако, как один весьма опытный приемщик Л. формулировал, в чем собственно состояло особенно сильное, мешающее действие часового боя. По его словам, принимая иностранную прессу он мог „почти спать“, во всяком случае находился в полудремотном состоянии; но вот начинается бой часов, явление новое, пока непривычное, которое нарушает нормальный ход бессознательного процесса, „будит“ радиотелеграфиста. На сцену теперь выступает сознание, которое, с одной стороны, осмысливает причину нарушения, с другой стороны, стремится принять участие в корректировании самого процесса приема. Это сразу так повышает количество расходуемой приемщиком нервной энергии по сравнению с той, которая была нужна при бессознательном процессе, что на время может выбить приемщика совершенно из колеи, заставив его сделать пропуск. Во всяком случае этот переходный момент являлся чрезвычайно тяжелым.

Важно отметить также тот факт, что опытный приемщик никогда не сможет вам объяснить точно, как именно он принимает,

Все это подтверждает то положение, что в основе слухового радиотелеграфного приема лежат бессознательные процессы.

Замедляющее действие сознания. Но мало того; следует отметить, что участие сознания в подобных рефлексивных процессах не только излишне, но и вредно. В самом деле, из психологии известно, что участие сознания (большого мозга) действует на рефлекс замедляющим и ослабляющим образом¹⁾. В деле же радиотелеграфного приема участие сознания может играть не только пассивную, но и активную резко отрицательную роль, как это будет видно из дальнейшего.

Роль других моментов в процессе приема. Переходя теперь к остальным моментам работы приемщика, отметим, что все они относятся к группе умственно познавательных процессов. Важнейшую роль здесь играют определенные звуковые ощущения и связанные с ними восприятия соответствующих букв (от приемщиков здесь требуется, во всяком случае, нормальное развитие органов слуха).

В зависимости от технического состояния радиосвязи и от входящих обстоятельств (состояние атмосферы) от приемщика может требоваться наличие большей или меньшей доли внимания именно к работе принимаемой станции, способность к выделению ее на фоне других звуковых ощущений. Однако в нормальных условиях и при рациональной постановке дела роль этого (апперцептивного) внимания сводится к нулю.

Можно обратить еще внимание на самый процесс записывания, но он принадлежит к числу самых распространенных видов рефлексивных движений. Следует однако заметить, что процесс записывания отнюдь не является процессом самостоятельным и параллельным процессу восприятия букв. Записывание знака есть только последнее звено в цепи сложного рефлексивного процесса, причем не исключается возможность того, что окончание одного и начало следующего процессов совпадают по времени. Говорить об объеме или узости сознания в данном случае очевидно не приходится.

Что касается скорости (темпа) передачи, то максимальная допустимая скорость приема зависит всецело от субъективных свойств приемщика, и лица, для которых этот максимальный предел лежит слишком низко, приемщиками быть не могут.

II.

Ближайшие задачи обучения. Переходя теперь к вопросу рациональной постановки дела обучения слуховому приему, мы должны постараться выделить главное от второстепенного, определить то, что должно стоять в центре внимания обучающего. Таким главным момен-

¹⁾ Соколов, „Педагогическая Психология“, стр. 218.

том в искусстве радиоприема является самый процесс механического приема. В этом нас убеждает не только нарисованная выше картина анализа, но и непосредственный опыт. Так, экспериментальные исследования Липмана над лицами, приступающими к изучению слухового приема, установили „постоянное повышение трудности при ускорении темпа, а также в связи с усилением нарушений, между тем как ослабление раздражений, благодаря влиянию упражнения, не создает иногда увеличения трудности. Влияние упражнения сказывается также и в приспособлении к работе, при нарушениях: „субъект развивает способность отвлекаться от этих мешающих раздражений“ ¹⁾). Таким образом задачей обучения является создать в приемнике способность к особого рода волевым рефлексам, иначе говоря, привить ему некоторую весьма сложную привычку.

Как образуются привычки. Тут является вопрос: как вообще создаются привычки? Если исходить из приведенного выше физиологического определения, явление привычки обусловлено пластичностью органических веществ, входящих в состав нашего тела. Вот почему привычки легче образуются в раннем возрасте, когда эта пластичность больше. Привычка закладывается с первых же действий, благодаря сохранению следов от них в нашей мускульной и нервной системе ²⁾). Один и тот же приходящий нервный ток стремится произвести нервный разряд или цепь разрядов по одному и тому же центробежному пути, по которому этот разряд произошел в первый раз. С каждым повторением это автоматическое стремление усиливается, и можно, пожалуй, сказать, что механичность действия возрастает в геометрической прогрессии при увеличении числа повторений в прогрессии арифметической.

Значение ошибок. Таким образом привычка создается довольно легко и быстро при наличии достаточного повторения, но это справедливо лишь в том случае, когда процесс повторения совершенно однообразен, иначе говоря, если мы при воспроизведении движения, долженствующего стать рефлексивным, не делаем ошибок. Всякая ошибка значительно усложняет дело. Если один и тот же приносящий нервный ток под влиянием каких-нибудь причин получит разряд в новом направлении, то для последующих приходящих токов будут уже иметься два возможных пути разряда. Это делает уже налаживавшийся привычный рефлекс неустойчивым и заставляет обучающегося направлять главное внимание не на восприятие, а на ход рефлексивных процессов, что, как сейчас увидим, нежелательно.

Начало обучения. Самое начало обучения слуховому приему имеет огромное значение. Начинающему приходится проделывать ряд новых для него и потому трудных и сложных процессов и притом в

¹⁾ „Радиотехник“ № 15, стр. 558—559.

²⁾ Джемс, „Психология“ стр. 110; Фонсегриф, „Элементы психологии“, Серг. Пос., 1901 г. Изд. I, стр. 127.

ограниченное время. Ему прежде всего приходится установить ту или иную ассоциативную связь между звуковым ощущением и его значением, как буквы или знака. Установив такую связь, он должен заботиться об ее воспроизведении всякий раз, когда он воспринимает именно данное ощущение, а кроме того, нужно еще успеть во время и правильно записать воспринятое. Как и всегда в таких случаях, обучающимся непроизводительно расходуется много нервной энергии, что, способствуя утомлению, отрицательно влияет на процесс обучения. Необходимо заметить, что в начале обучения самый ход нервных рефлексов удлиняется ввиду наличия промежуточного этапа в сознании (ощущение—образ буквы в сознании—воспроизведение этого образа на бумаге); в дальнейшем этот этап выпадает. В интересах обучения следует добиваться, конечно, минимальной затраты энергии в процессе обучения при максимальной продуктивности.

Распределение внимания. Необходимым представляется прежде всего упростить механизм работы сознания, направить внимание на вполне определенное и при том минимальное число объектов. В частности более желательным представляется фиксирование внимания именно на первую часть работы—на восприятие сигналов. Во-первых, это необходимо потому, что здесь от учащегося требуется различение таких тонкостей, с которыми ему раньше, может быть, совершенно не приходилось иметь дела; между тем правильное восприятие сигнала является основой не только всего обучения, но и самой работы радиотелеграфиста. Во-вторых, как было указано выше, наиболее предпочтительный путь в цепи рефлективных процессов устанавливается с самого начала (после первой же правильно сделанной записи новой буквы), и разрядные токи будут стремиться проходить по нему даже без участия сознания. Наоборот, последнее может повлиять отрицательно при наличии каких-либо случайных ассоциаций (например влияния смысла).

Но если работа сознания в этой, второй части не является необходимостью, то нужно и можно сэкономить нервную энергию, пользуясь всеми доступными средствами и вспомогательными приемами.

„Запечатления“. Здесь приобретает особое значение „запечатление“, т. е. та нервная модификация, которая является первым членом ряда нервных изменений, обуславливающих процесс заучивания¹⁾. С этой точки зрения рекомендуется усиление так называемого активного участия обучающегося, например путем одновременного произнесения вслух названия знака в момент записи (или, точнее, немедленно после восприятия); это будет способствовать правильности и механичности записи, так как добавляет еще один привычный и потому бессознательный импульс в нужном для нас направлении; в то же время работа

¹⁾ Титченер, „Учебник Психологии“. Универс. курс. Москва, 1914. Ч. II, стр. 79.

сознания несколько отвлекается в другую сторону—на самый процесс произнесения, что также является желательным¹⁾.

Влияние усталости. Далее, преследуя все ту же цель наибольшей продуктивности, мы должны обратить внимание на отрицательное влияние усталости. Поэтому необходимо:

1) Назначать прием на слух по возможности на первые часы занятий, или вообще на такие часы, когда внимание свежее всего.

2) Как уже сказано, начало обучения всегда сопровождается большей затратой энергии, чем это имеет место в дальнейшем; в связи с этим самую продолжительность занятий по приему на слух необходимо увеличивать постепенно в течение первых месяцев, доводя ее до максимальной нормы—3 часов в день.

3) Играет роль и самый характер повторения. Занятия 3 часа подряд будут гораздо менее продуктивны, чем те же 3 часа с промежутками: кроме влияния утомления здесь сказывается способность ассоциативных тенденций работать и в промежутках между занятиями²⁾.

Распределение материала. Для того, чтобы облегчить самую работу внимания, нужно придерживаться общих принципов педагогики, а именно: соблюдать строгую последовательность и постепенность и избегать всяких затяжек или топтания на месте. С этой целью представляется желательным разбить весь алфавит, а также и цифры на группы, руководствуясь теми или другими определенными признаками³⁾, и вести обучение в таком порядке:

1) Изучение отдельных групп: а) последовательно каждой буквы или знака и б) комбинаций из этих знаков внутри групп.

2) Изучение комбинаций групп (сперва из двух, потом из 3-х и более⁴⁾).

3) Комбинация знаков из двух групп (напр. относящихся только к I и II группам).

4) То же для букв из 3-х и большего числа разных групп и т. д., пока постепенно не будет охвачен весь алфавит.

При таком способе изучения алфавита (по группам) достигается громадная экономия работы сознания и вообще нервной энергии. Несомненно, что учащемуся легче работать, если он знает, что ему будут предъявлены сочетания лишь в пределах небольшого числа знаков, а

1) Само собой разумеется, что произнесение в слух записываемых знаков может иметь место лишь в самом начале обучения, когда скорость передачи настолько незначительна, что дает возможность произнести принятую букву до подачи следующей. В дальнейшем название знака можно произносить про себя.

2) Титченер, ч. II стр. 78.

3) Напр. к первой группе отнести все знаки, состоящие только из точек, ко второй только из тире, к третьей из тире с последующими точками и т. д.

4) Напр. сгх 5—ТМТО—сеис—ООММ—и т. д.

не всего алфавита. Затем соответственным подбором материала можно добиться того, что центр внимания учащегося будет перенесен на восприятие, что, как сказано выше, является весьма желательным. Наконец, соблюдая строгую постепенность и последовательность при переходе от знака к знаку и от группы к группе, можно до минимума облегчить работу внимания и тем самым свести на нет возможность ошибок, которые, как указано, резко осложняют дело обучения.

Пример. В качестве иллюстрации рассмотрим способ, практиковавшийся автором и давший очень хорошие результаты¹⁾. Все знаки были разбиты на группы по способу Ганзена. Обучение было начато с первой группы (знаки из точек); в результате, между прочим, обычно довольно частое смешение знаков И С и Х Б в данном случае не имело места. Каждую неделю проходила новая группа. Переход к следующей группе соединялся с повторением пройденной и происходил таким образом: в сочетании из знаков уже известной предыдущей группы вводился каждый день новый знак новой группы (напр. ТМОА—ММАА и т. д.; на другой день: ШТОУ—МОТУ²⁾). Учащийся, встречая новый знак, не задумываясь записывает его правильно, так как ему предварительно известно, что сегодня добавляется такой-то знак. Таким образом мы имеем правильную запись при минимальном участии сознания (см. выше). Это, так сказать, первый период, когда правильно намечается и закладывается новый путь рефлексивных процессов; но через 2—3 дня, когда накопится материал новой группы, необходимо приступить уже к работе по перенесению внимания на правильное восприятие новых знаков. Для этого составляем сочетания или из знаков предшествовавшей группы и двух или более новых (напр. ШМТА—ОММУ—ШУММ и т. д.), или из одних только новых знаков.

Следует заметить, что при изучении алфавита по группам нет надобности вести обучение в очень медленном темпе. В указанном случае, напр. через две недели, в течение которых заканчивалось изучение группы, можно было давать ее со скоростью 40 знаков в минуту.

Необходимость плана преподавания. Трудность задачи здесь заключается в том, чтобы, проходя в данный момент новую группу, не забывать и пройденного материала, соответствующим повторением добиваясь равномерного его усвоения. Кроме того пройденные уже группы нужно использовать для дальнейшего: комбинаций групп и знаков из разных групп. Все это требует предварительной проработки плана преподавания, который должен не только учесть все сказанное, но и уложить самый ход обучения в рамки отведенного времени. Единственно при наличии плана можно избежать затяжек или топтания на месте, что является не только простой потерей времени; всякая задержка

¹⁾ Приводимый пример отнюдь не имеет руководящего значения.

²⁾ А, У, Ж и т. д. относятся к новой группе.

сейчас же учитывается учащимися и, понижая степень внимательности, неблагоприятно влияет на их отношение к делу.

К созданию плана преподавания необходимо подходить, однако, очень осторожно и, собственно говоря, план, приближающийся к идеальному, может быть получен во всех своих деталях только после целого ряда опытов и планомерно веденных в широком масштабе экспериментальных исследований.

Основные положения плана. Теоретические предпосылки, если они и имеют место, будут носить поэтому довольно общий характер. В качестве таких руководящих положений можно, пожалуй, выставить следующее.

1) Наиболее трудные и легко спутываемые (напр. вследствие краткости или сходства) знаки желательно проходить в начале курса, так как тогда запечатление происходит резче и кроме того больше будет времени для повторения. Поэтому более легкие знаки следует проходить позднее.

2) Следует избегать деления всех знаков на какие-либо резко обособленные категории, например, изучать цифры отдельно от букв.

3) При переходе от одной группы к другой, от одной буквы к следующей необходимо широко пользоваться возможными ассоциациями (по сходству или по контрасту и т. д.).

4) Самые сочетания, даваемые сегодня, завтра и т. д., должны быть различны и различно расположены, хотя бы они были составлены из знаков одних и тех же групп. Иначе у учащихся могут образоваться посторонние ассоциативные связи исключительно в силу частого повторения одних и тех же сочетаний (что легко вызывает их запоминание, хотя бы частичное).

Допустим ли смысловой прием. Наметив таким образом общие черты плана занятий, мы должны теперь разрешить один вопрос, имеющий, по мнению автора, огромную важность, а именно: насколько допустимо при обучении пользоваться словами и предложениями, т. е. вообще группами или сочетаниями групп, имеющими тот или другой смысл.

Прежде всего необходимо отметить, что участие сознания в рефлексорных процессах удлинит их. Создается, как было указано выше, промежуточный этап. В данном случае процесс протекает еще сложнее; он распадается теперь на следующие моменты: а) звуковое ощущение, б) образ соответствующей буквы в сознании, в) запоминание ряда букв, г) осмысливание их в слово, д) запись целого слова.

Ясно, что уже сама по себе такая работа гораздо сложнее механического приема.

Но дело обстоит еще хуже. Рассмотрим, в чем состоит процесс смыслового приема, какой мы имеем налицо в громадном большинстве случаев у нас в действительности. Дело в том, что ведь чтение принимаемых слов лишь у немногих (очень опытных) приемщиков протекает параллельно процессу приема. Большей частью оно вторгается в самый процесс, придавая ему неровный, порывистый характер. Обыкновенно по первым словам фразы приемщик начинает уже догадываться о смысле всей фразы и, следовательно, строит предположения о дальнейших словах. Первые буквы следующих слов либо дают ему положительный ответ на его предположения, либо заставляют его внести в эти предположения те или другие поправки, после чего вновь начинается погоня за смыслом дальнейшего. Таким образом радиотелеграфист записывает тот или другой знак под совместным действием двух импульсов: одного внешнего — от слухового ощущения, другого внутреннего — результата описанной работы сознания. Действие этих двух импульсов может складываться, что бывает редко, но может и в значительной мере различаться; а это резко усложняет работу записывания знака. У начинающих же приемщиков влияние смысловых ассоциаций проявляется особенно сильно, так сильно, что способно ослабить внимание к внешним слуховым ощущениям. Когда же оказывается, что звуковой сигнал не соответствует ожиданию, приемщик, в стремлении осмыслить новое положение и перестроить соответствующим образом свои предположения, так отвлекает внимание в эту сторону, что часто не успевает принять следующих сигналов.

У телеграфиста, достаточно работавшего, естественным образом превалирует подсознательная часть работы, превалируют импульсы слуховых впечатлений, почему он может сравнительно спокойно отдаться чтению принимаемого. Следует обратить внимание на то, что все указанные процессы происходят с весьма значительной быстротой и требуют таким образом затраты большого количества нервной энергии.

Нужно иметь в виду, что, поскольку это влияние смысла при обучении не учитывалось, почти все наши, даже самые хорошие радиоработники должны были в той или иной мере пройти указанные выше стадии, прежде чем окончательно стать на достигнутую ими степень совершенства, более или менее приближающуюся к приему совершенно механическому. Этот переходный период длится годами, а некоторые иногда и совсем не могут окончательно из него выйти.

Если учесть все то огромное количество нервной энергии, которое при этом непроизводительно затрачивается, то, кажется, станет ясной одна из основных причин наблюдающегося общеизвестного вредного действия радио на работников, которое выражается в излишней нервной и других явлениях, сопровождающих изнашивание организма.

При этом следует заметить, что как раз лица с повышенной

психической деятельностью более других подвержены этому злу, что понятно из предыдущего.

Всех вышеуказанных соображений кажется автору достаточно для того, чтобы категорически отвергнуть вообще рациональность т. наз. „смыслового“ приема¹⁾, а тем более допустимость его использования при обучении. Ученикам можно давать осмысленные предложения лишь тогда, когда опасность превалирования смысловых ассоциаций над инерцией рефлексивного процесса будет совершенно устранена, т.е. в конце курса; лишь тогда чтение принимаемого станет действительно чисто параллельным процессом и будет играть в деле приема ту роль, которую оно и должно играть—чисто пассивную.

Практика на станции. До сих пор мы говорили о той стороне процесса слухового приема, которая лучше всего поддается изучению в классной обстановке с помощью зуммера. Другие навыки, как способность отвлекаться от сторонних нарушений, привычка к слабой силе принимаемых звуков и т. д., приобретаются лучше всего лишь путем работы на практической станции²⁾. Для продуктивности работы на станции необходимо, чтобы обучающийся приступал к ней после солидной подготовки на зуммере. Принимая с последнего хорошо 100 букв в минуту, учащийся на станции свободно примет 60 букв при наличии нарушений, а важно обратить внимание на то, чтобы все задания в течение курса давались учащимся по силам, чтобы исключить возможность ошибок, которые легко и скоро могут превратиться в привычные ошибки.

Продолжительность курса. В тесной связи с только что рассмотренным стоит вопрос о продолжительности курса. Общепринятая норма в 400 часов нуждается еще в обосновании путем проверки на опыте. Из того, что сказано выше, ясно, что всякая спешка в деле обучения может крайне вредно отразиться на его результатах. Лично автор на основании указанных соображений и собственного 3-х летнего опыта считает минимальным сроком один нормальный учебный год чистой продолжительностью 9 месяцев, включая сюда и работу на практической станции; все это, однако, лишь при условии рациональной постановки дела обучения.

Прием на иностранном шрифте. Из других вопросов, с которыми приходится встречаться обучающемуся, коснемся обучения записи приема на иностранном (латинском) шрифте. Большой ошибкой было бы начинать это обучение после изучения приема на основном (русском) шрифте. Тогда обучающемуся приходится ломать уже установившуюся

1) Интересно сравнить напечатанную в № 3 „Техника Связи“ заметку А. Ш. „Стенография для радиотелефона“, стр. 109—110.

2) Здесь подразумевается групповой прием на включенные последовательно в усилитель телефоны, причем управление приборами, равно как и выбор принимаемого материала, находится всецело в руках руководителя.

цель рефлексивных процессов, что вредно отражается на привычных уже рефlekсах и очень затрудняет образование новых навыков. Обучение иностранному шрифту нужно вести параллельно обучению приему на основном шрифте. Нужно лишь резко отграничивать по времени эти две области, чтобы избежать возможности смешения.

Прием на машинку. На некоторых станциях практиковался также способ приема на пишущую машинку. Не входя в рассмотрение рациональности самого способа, укажем лишь, что он требует совершенно иных рефлексивных движений, чем те, которые необходимы для обыкновенной записи. Отсюда понятно, почему приемщики жаловались на чрезвычайную усталость первое время, когда им приходилось перейти к этому способу.

Не вдаваясь в подробности, отметим, что для облегчения обучения и самого труда здесь должна применяться возможная механизация, в частности, напр., работа всеми пальцами обеих рук (по американскому „слепому“ методу).

Возраст учащихся. Еще один вопрос, который может нас интересовать, это вопрос о возрасте обучающихся. В связи с тем, что сказано выше об условиях, благоприятствующих образованию привычек, ясно, что существует некоторый предельный возраст, старше которого обучение проходит с большим трудом и даже может вовсе не дать никаких результатов. Официально установлен предельный возраст в 25 лет. По наблюдениям автора цифра эта в среднем довольно хорошо согласуется с действительностью. Лица значительно старше этого возраста в лучшем случае настолько отстают от остального контингента учащихся, что требуют образования специальных групп.

Закключение. Заканчивая на этом настоящую статью, автор хотел бы подчеркнуть, что затронутому вопросу до сих пор уделялось мало внимания в нашей специальной печати. А между тем он крайне важен, потому что все время сохраняет свое жизненное значение. А самая работа в направлении рационализации дела обучения требует координирования имеющихся сил и средств, выработки форм, учета достигнутых результатов, вообще широкого охвата всех достижений коллективного опыта не только преподавателей, но и самих радиоработников.

Совершенно особенное значение имеет эта работа в связи с постановкой вопроса о рационализации самого труда радиотелеграфиста, являющегося лишь одним из звеньев общего вопроса о рационализации труда,—вопроса, приобретающего такое важное и широкое значение в условиях настоящего времени.

Владикавказ. 26 Мая 1923 года.

ИЗ ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

Обращение к массам.— Американские инженеры связи разрабатывают в настоящее время в деталях метод устного обращения к большому стечению публики (public address), понимая под этим словом не просто толпу или аудиторию, но всех граждан данного государства, а если перейти к пределам—все население какой угодно территории. Что раньше возлагалось на прессу, пользующуюся всеми усовершенствованиями печатного дела, телеграфа и перевозочных средств, то теперь возлагается на технику мгновенной передачи и усиления самой человеческой речи.

Соответственно условиям каждого данного случая, обращение к массам может происходить на открытом воздухе, или, в закрытом помещении; в одном месте, или быть передаваемым по телефону или радио, через станции широкого пользования, в несколько мест.

Первым звеном схемы является микрофон—передатчик. Для целей обращения оратора к массам сначала употреблялся конденсаторный передатчик; при этом одну обкладку конденсатора служит тонкая стальная пластинка 6, 2 см. диаметром, мембрана передатчика; другою—твердый диск; прослойкою—слой воздуха, толщиной в 0,02 мм; собственная частота такого передатчика ок. 8000, и воздушное усиление очень велико, а потому в области звуковых частот его чувствительность не зависит от частоты; его неудобство—слишком малая емкость, 400 μF , заставляющая принимать особые меры для уменьшения

и сохранения неизменной емкости проводов. Конденсаторный передатчик вытесняется угольным, в котором с обеих сторон мембраны, подобной описанной выше, находятся два слоя угольных зерен (pushpull transmitter). Его чувствительность столь же не зависит от частоты, как и конденсаторного, но она мала, приблизит. в тысячу раз меньше чувствительности обычного угольного микрофона; однако практики довольствуются ею: в данном случае передатчик вообще слабо действует; он не только не может находиться около рта говорящего, но должно быть допускаемо движение оратора на расстоянии $1\frac{1}{2}$ —2 метра. Это первое звено установки получает мощность порядка 10^{-8} ватта.

Вторым звеном является ламповый усилитель до нескольких десятых ватта. Эта мощность может быть далее передаваема по телефонным линиям к телефонным приемникам или на передающие радиостанции широкого пользования.

В третьем звене производится дальнейшее ламповое усиление до 40 ватт.

Оба последние звена находятся в помещении оператора, который следит за электрической схемой по своему контрольному аппарату; переключает передатчики, если по ходу церемонии ораторы появляются в нескольких различных местах; изменяет степень усиления, если напр. передается музыкальная оркестровая пьеса (громкость которой в различных тактах может изменяться, согласно грубому измерению, в 50000 раз); изменяет степень усиления

при изменении условий, в которых находятся различные группы слушателей, уменьшает напр. в подветренную сторону. В последней своей манипуляции оператор руководствуется сведениями, передаваемыми ему по телефону особыми агентами.

В случае собрания на открытом воздухе оратор и передатчик помещаются во втором этаже особого решетчатого сооружения (башня); оператор и все усилители—в первом, причем его контрольный аппарат защищен от внешних звуков; усиленный ток идет на верх сооружения, метров 6 и более над головою оратора, где размещаются громкоговорящие „прожекторы“, обращенные в разные стороны, бросающие лучи звука в секторы кругом находящейся толпы. Этим достигается эффект, очень помогающий в психологии слушания: присутствующие слушают, будучи обращены к оратору; происходит координирование видения со слышанием. Практика показала, что очень многие, присутствуя при таком обращении к массам, думают, что вся установка не действует, что они слышат оратора; и только выключение установок доказывает им, что они не могут слышать оратора.

Прожектор представляет собою электромагниты, обтекаемые током голоса, действующие на железный якорек, колебания которого передаются мембране из пропитанной материи, волнистой—для достижения больших амплитуд. После мембраны следует рупор, деревянный рупор квадратного сечения, около 4 метров длиною, или рог из фибры, той или иной формы. Те 40 ватт, о которых мы упоминали выше, и распределяются между всеми прожекторами. О значении этой мощности, когда ею передаются звуковые частоты, можно судить по тому, что ее хватило бы на все $12 \cdot 10^6$ телефонных установок С. А. Штатов (всего в мире, по Hickmann'у, $17 \cdot 10^6$ телефонных установок).

Для правильного действия уста-

новки обращения к массам важны не только верные расчеты и детальные предварительные репетиции электрической стороны дела, но и акустической со всеми ее отражениями, эхо, припеваниями, диффракцией, резонансом, а также и психологической. В последнем отношении мы указали уже на одно обстоятельство. Замечено еще другое: если оратор говорит разговорною речью, в его голосе много низких тонов (при крике тона повышаются); при слишком большом усилении речь передается в этих тяжелых тонах; слушатель с далеких мест будет по силе звука слышать оратора кричащим, а потому несоответствующий тембр будет сбивать его с понимания речи. В этом случае слишком большое усиление оказывается вредным.

Примерами успешного выполнения системы обращения к массам являются: речь президента Гардинга в марте 1921 г. перед 125000-ной толпой (установка могла бы дать возможность слышать внутри круга в $1\frac{1}{2}$ килом. диаметром). Речи при церемонии Дня Перемирия (1921 г.) слушали 100000 в Арлингтоне (ок. Вашингтона), 35000 в Нью-Йорке и 20000 в Сан-Франциско; по поводу устройства этой передачи была изучена частотная характеристика линии Нью-Йорк—С. Франциско (5440 клм), оказавшаяся прямолинейной. В 1921 году все перепития футбольного состязания в Чикаго были передаваемы несметным толпам на улицах Нью-Йорка.

Статьи: Green and Maxfield „Public address systems“, Martin and Clark „Public address system“. Journal of A. I. E. E. April 1923.

Телефонный приемник.—Сложное действие телефона стараются разъяснить, уподобляя его действию электродвигателя или трансформатора. Но приходится иметь в виду, что при определении коэффициента полезного действия телефона как

раз то необходимо выразить и измерить — звуковую мощность, — что в упомянутых машинах пренебрежимо ничтожно (гудение трансформатора и звук пущенного в ход двигателя). Ничтожно звуковая мощность остается и в телефоне; поэтому определение его кпд сопряжено с большими затруднениями.

Аналитическое исследование телефона начато А. Пуанкаре (1907 г.); в последнее время ему были посвящены работы Лихте и Карстена (1921 г.). Ганнеман и Хехт в ряде работ¹⁾ излагают свое экспериментальное исследование телефона, причем трактуют его действия помощью эквивалентного телефонообразному приемнику электрического контура и векторной диаграммы, в которой соединяются механические и электрические векторы²⁾. Сравнительно просто измерение ваттного (r) и безваттного (L) сопротивления телефона при различных круговых частотах (ω). Обстоятельные опыты Вагнера³⁾ показывают, что при приближении к частоте резонанса телефонного аппарата L быстро увеличивается; около резонанса столь же быстро падает и после прохождения через него может даже стать отрицательной величиной (телефон, как емкость); затем вновь нарастает, чтобы с дальнейшим увеличением ω медленно убывать. Это поведение L в самых, правда, лишь общих своих чертах согласно с теорией Пуанкаре. Быстрое возрастание L соответствует тому соотношению фаз при частотах немного меньших резонансной, при котором мембрана движется к полюсам магнита в то время, когда ток голоса усиливает поле магнитов, что очень увеличивает самоиндукцию; быстрое падение L соответствует изменению разности фаз на 180° . Дальнейшее

уменьшение L происходит от возрастания паразитных токов (в полюсах магнита и мембране). С увеличением тока L растет, вследствие увеличения μ .

Что касается до r , то оно имеет острый максимум около резонанса, немного увеличивается с током и быстро растет с частотой. Это r включает в себе омические потери в обмотке, потери в железе на гистерезис и паразитные токи и потери на механическую работу. Резкое увеличение r при резонансе происходит от резкого увеличения амплитуды мембраны при этом периоде, а след. и механической работы; остальное вышеупомянутое изменение r объясняется потерями в железе; скинэффект совершенно не заметен на опыте.

Вагнер рассматривает действие паразитных токов, только как вредное: во-первых, они всегда мешают движению мембраны по закону Ленца; во-вторых, „опыт Элигу Томсона“, производимый ими, отталкивает мембрану от магнитов, и следовательно, если за одну половину периода помогает ее движению, то за другую — мешает. Вагнер приходит к значительному усовершенствованию (до 50%), заменив железо в магнитах и мембраны электросталью, которая, как известно, включает в себе около 4 % Si , десять % Mn и C и сотые % P , S , Si и потому, имея большее удельное сопротивление, более противится развитию паразитных токов. Конечно, эта замена удорожает массовое изготовление телефонов.

Опыты Вагнера не дали кпд телефона, ибо оказалось, что кривые r и L , полученные при отсутствии мембраны, и при мембране, вплотную прижатой к полюсам, так ложатся, что геометрические средние между ними совпадают с кривыми r и L , полученными со звучащим телефоном; таким образом разницы в свойствах телефона при мембране звучащей и расположенной неподвижно на расстоянии среднем

1) W. Hahnemann и H. Hecht. Phys. Zft. 20, s. 104. 1919; 23, s. 322. 1922; Ann. d. Phys. 60, s. 454. 1919.

2) Ср. выше ст. Остроумова, стр. 269.

3) K. W. Wagner. ETZ. 1911, ss. 80, 110, 121. Ср. Кэнг. „Радиот.“ № 12, стр. 105. 1920. В этой статье упоминаются американские работы о телефоне.

между 0 и ∞ определить не удалось.

Ганнеман и Хехт определили действительный КПД телефона, т.е. отношение мощности, даваемой телефоном в слуховой канал уха, к электрической мощности, поглощаемой им от цепи, таким образом: Они строили резонансные кривые телефона и вычисляли по ним коэффициент затухания аппарата; эти определения делались с открытым слуховым отверстием телефонной раковины, с закрытым и, наконец, с ухом, прижатым к ней, как при обыкновенном слушании в телефон¹⁾; если вычесть из коэффициента затухания, полученного в третьем случае, таковой же, полученный интерполяцией между двумя первыми, то получим полезное затухание, а из него акустически—механический КПД, из которого сравнительно понятной обработкой получается то, что мы выше назвали действительным КПД телефона. Авторы получили для частоты резонанса эту величину равную нескольким %, а для частот нерезонансных, при известных допущениях,—нескольким десяткам процента.

Интересно отметить, что, при закрытом и открытом отверстиях телефона, его резонансные частоты различны; приложение уха производит резонанс при некоторой средней частоте; отсюда понятно замеченное многими явление неожиданного изменения силы звука при небольшом удалении телефона от уха. Изменение расстояния телефонной раковины от мембраны также изменяет и резонансную частоту, и затухание. Г. и Х. наблюдали две резонансные частоты в телефоне с открытым отверстием и при расстояниях раковины от мембраны в 1 и 0,5 мм (но не в 2 мм); они рассматривают поэтому мем-

брану и столб воздуха позади ее, как две связанные колеблющиеся системы, тесно связанные; при опытах с телефоном в безвоздушном пространстве наблюдался один период и притом больший, чем с воздухом; упругость воздуха прибавляется к упругости мембраны.

Г. и Х. свои измерения производили с током чрез телефон в 10^{-4} А; звук был довольно громкий. Едва слышимый звук при 1000 периодах они получили при $1,1 \cdot 10^{-9}$ А (мощность $2,1 \cdot 10^{-15}$ ватт); полагая КПД тем же, какой был наблюден при сильном звуке, для этой частоты, т.е. 0,009, авторы получили для порога слышания величину $1,9 \cdot 10^{-17}$ ватт. Если бы эта величина совпала с той, которую для порога слышания получил в своем известном опыте М. Вин (1903 г.), то это было бы хорошим подтверждением найденного Ганнеманом и Хехтом КПД телефона. Но Вином порог слышания был определен в $1,6 \cdot 10^{-19}$ ватт. Однако авторы находят на основании своего весьма остроумного проверочного опыта в опыте Вина ошибку, понизившую порог прилб. в 15 раз; Вин не принял во внимание, что ухо получает не только те звуковые лучи, которые непосредственно попадают в его отверстие в $\frac{1}{3}$ см², но еще много добавочной мощности, отражаемой раковиной уха и головою.

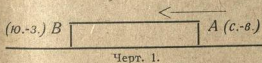
Резонансные явления в телефоне так интересны при проверке теории его и так удобны для измерения характеризующих его величин; но всегда при воспоминании о них является вопрос, каким образом телефон с чувствительностью (по мощности) в 100 миллионов раз большую для одного тона, чем для другого, как это замечал еще Вин в 1901 г., может передавать, мало искажая, человеческую речь? Вагнер разрешает этот вопрос, становясь на сторону теории формант, по которой наши буквы для сохранения своей индивидуальности должны только заключать в себе

1) В обоих первых случаях энергия на звук практически не тратится; лишь при существовании пластичного тела, поглощающего работу, как ушная перепонка, происходит поглощение энергии в телефоне на звуковые волны.

известные периоды, не требуя определенного соотношения амплитуд.

Антенна бегущей волны (горизонтальная антенна).—Этот собиратель энергии электромагнитных волн существенно отличается от того, что мы обычно называем антенною, которая, по обычным нашим представлениям, от каждой подошедшей к ней фазы волны отсасывает энергию только один раз, в течение одного мгновения.

Вообразим себе, что на восточном берегу Сев. Америки мы протягиваем горизонтальную проволоку, около Нью-Йорка, в юго-западном направлении; в конце ее *B* (черт. 1)



радиоприемный аппарат будет принимать станции Франции, Англии, Германии, Норвегии, расположенные к сев.-востоку, и тем лучше, чем более длинную протягиваем мы проволоку. Является представление, что эл.-магн. волна, возбуждая некоторую эдс в конце *A*, и продолжая распространяться по воздуху вместе с распространением этой эдс по проводу, всё усиливает ее; усиливает простым наложением, если обе скорости распространения одинаковы, и с некоторым интерференционным осложнением, если волна по проволоке отстает. Явление близко подобно волнам на море, когда они распространяются по направлению ветра и всё нарастают по высоте своего гребня, или также волне на тонком льде, если бегущий придает себе ту же скорость, с которою распространяются волны по этой ледяной корке. Разумеется, это объяснение действия горизонтальной антенны предполагает фронт падающей эл.-магн. волны не вертикальным, но опрокидывающимся, имеющим горизонтальную составляющую эдс. Таким образом действие на приемник у точки *B* будет больше, чем у *A*, и будет

увеличиваться с удлинением провода *BA*, но до некоторого предела, если вышеозначенные скорости не равны между собою. Этот предел наблюдался при $AB=7$ или 8 км при приеме Науэна, Лиона и Ставенгера, когда антенна была сделана из изолированной проволоки. Когда же, в окончательной своей форме, антенна была сделана из голой проволоки, подвешенной на столбах на высоте 30 фт, наиболее выгодной длиной ее была найдена 14,4 км.

Эти данные относятся к горизонтальной антенне, построенной Radio Corporation of America в Райверхид недалеко от 200 квл отправительной станции в Новом Брауншвейге, и являющейся атлантическим „ухом“ этой компании. Ценными особенностями такой антенны являются: ее „глухота“ к волнам, идущим перпендикулярно ее длине¹⁾ (напр. от Н. Брауншвейга); ее аperiodичность, допускающая многократный прием; ее невозбудимость волнами, идущими со стороны *B*. Однако для выполнения этого последнего свойства необходимо конец *A* заземлить чрез соответствующее сопротивление, дабы предотвратить возможность действия на приемник в *B* волны, идущей со стороны *B* и попадающей опять в *B* после отражения в *A*; в условиях данной местности это было особенно важно, т. к. там атмосферные возмущения идут по большей части с юго-запада; антенна оказалась необычайно иммунизированной от атмосферных помех. Конец *B* был просто заземлен. Но опыт показал, что достигается значительное увеличение скорости распространения волн в проводе (приближение к скорости в воздухе) и уменьшение его коэффициента поглощения при замене обоих заземлений вторым проводом, протянутым на тех же столбах на высоте

¹⁾ Этот факт и рассматривается, как опровержение теории действия горизонтальной антенны, как бесконечного множества „статических“ антенн, соединенных проводом, по которому текут токи заряда.

18 фт. Конец А при этом должен быть опять же снабжен сопротивлением, не допускающим отражения.

Были произведены опыты с более короткими антеннами, в $\frac{1}{4}$ и $\frac{1}{7}$ проходящей волны; для сохранения за этими антеннами резко выраженного направляющего приема необходимо было уменьшить скорость распространения волн по ним (что вообще увеличивает направленность) до $\frac{1}{3}$ и 0,143 скорости света.

Исследование антенн Rad. C. of A. производили H. Beverage, Ch. Rice и E. Kellog. Последним дана математическая теория в духе вышеказанного взгляда на горизонтальную антенну, как собиратель энергии с бегущей волны.

Journal A. I. E. E. March, April, May 1923.

Законы электромагнетизма. —

Херинг в J. A. I. E. E. May 1923 сообщает, что он открыл следующие три легко доказуемых закона относительно магнитного поля вокруг тока: 1) если пренебречь диаметром провода, то поток вне провода, образующего круговую цепь, на ампер и единицу длины величина постоянная, независимая от радиуса цепи; 2) если диаметр прямолинейного провода круглого сечения (обратный провод отодвинут далеко) уменьшится в a раз, то появившееся добавочное магнитное поле не зависит от первоначальной величины диаметра; 3) для проводника, удаленного от других проводников, произведение напряжения поля у поверхности проводника, на 1 ампер, на диаметр проводника есть величина постоянная.

Новая телеграфная азбука. — В вашингтонской академии наук 26-го апреля с. г. Джордж Сквайер сделал доклад о своем изобретении новой телеграфной азбуки, позволяющей ускорить работу по сравнению с азбукой Морзе в $2\frac{1}{2}$ раза. Принципиально, новая азбука со-

стоит из „точек“ и „тире“ одной и той же продолжительности по времени; эти знаки, как и промежутки между ними, отличаются лишь различными интенсивностями примененной для передачи синусоидальной волны. Телеграфирование приближается по своему принципу модулирования к телефонированию и речи.

El. World, April 28, 1923.

Радиолюбительство. — Е. Александерсон, главный инженер Radio Corporation of America, в журнале „Radio“ (May 1923) излагает свои соображения о радиотехнике. „Мысли радиоинженера, говорит он, — из наиболее широких во всем братстве инженеров, т. к. в своей повседневной работе он встречает и обменивается идеями со столь большим числом других инженеров различных специальностей. В области любительства прогресс за немногие последние месяцы прямо феноменален. Открытие первой станции широкого пользования представляет собою историческое событие в развитии радиотехники; популярность этих станций растет с каждым днем колоссально. Нетрудно отыскать причину этого. Главная радость любителя — это, конечно, записать что-либо, получить разбираемую депешу; удовольствие от участия в общей связи, ведь, и есть главный рычаг,двигающий человечество по пути прогресса. Чувство, которое ощущает молодой человек при своей первой записи разбираемой депеши, вероятно, подобно восторгу, наполнявшему грудь первобытного дикаря, когда он получил первый дымовый сигнал. Но на каждого, знающего телеграфную азбуку, приходят тысячи незнающих ее, и из рядов этих тысяч пришли многие, которые приобрели за последние месяцы свои приемники для слушания станций широкого пользования“.

Относительно государственного значения радиолюбительства автор

говорит: „У нас теперь величайшие возможности в способах уведомления — пропаганды — и, если мудро воспользоваться, — национализации оперы и сцены. Из радио широкого пользования, если его верно направить, может произойти единение нашей страны более тесное, чем даже теперь, ибо радиопередача новых известий происходит без промежутка времени. Речь президента С. П. слушают в С.-Франциско раньше, чем она достигает уха более отдаленных рядов слушателей его аудитории в Вашингтоне. Воззвание к народу может стать делом нескольких моментов, а не месяцев или дней“.

Статья Александерсона рассматривается, как возражение тем американским педагогам, которые полагают, что юношество в своем увлечении радиолубительством тратит время непроизводительно.

Природа атмосферных разрядов. — *P. A. Yamti и E. B. Эпплтон* сделали недавно в Королевском Обществе в Лондоне доклад по вопросу об атмосферных разрядах, в котором изложили результаты своих исследований на испытательной станции в Альдерсхоте.

Метод-исследований заключается во включении сопротивления у основания антенны, так что последняя становится аperiодической, и затем в наблюдении мгновенных разностей потенциалов между концами этого сопротивления посредством недавно сконструированного Западной Электрической Компанией осциллографа с катодным пучком. Это — прибор типа с накаленным катодом с анодным потенциалом в 300—400 V и чувствительностью в 1 мм на 1 V. Экран фосфоресцирует, так что след, бегущий со скоростью 10^4 см/сек, может быть наблюдаем вследствие остаточного свечения. Катодный луч отклоняется в двух взаимно перпендикулярных полях двух конденсаторов, причем один включен параллельно сопротивлению антенны, непосредственно или через усилитель,

другой получает переменную эдс от триодного генератора. Таким образом форма атмосферных колебаний может быть наблюдаема. Принимались большие предосторожности, чтобы боковые посторонние эффекты не влияли на вид кривой.

Опыты были произведены между 27/1 и 12/II обычно между 19 ч и 23 ч гринв. вр. В течение 10 дней было наблюдеено 590 разрядов, из них 516 с достаточной аккуратностью для зарисования вида колебаний с определенной достоверностью. Из 590 колебаний 292 были аperiодические, причем 254 отрицательные, т.е. заставляющие отрицательное электричество протекать вниз по антенне к земле. Средняя продолжительность этих колебаний была 4250 микросекунд, крайние значения были 100 μ s и 0,05 s. Средняя величина электрического поля, действующего на антенну, была 0,125 V на 1 мт. Вообще говоря разряды возрастают и ослабевают примерно с одинаковой скоростью, причем кривая имеет иногда острый, иногда пологий максимум. В 298 случаях колебания были квази-периодическими. Обычно наблюдается одно обратное колебание, но иногда два, три и даже четыре полных колебания. В этом случае наблюдают период и амплитуду колебания; сила поля примерно та же, что и для аperiодических разрядов. По продолжительности первого полупериода средняя частота была найдена 385 пер. в сек., частота поразительно малая по сравнению с радиочастотами. В противоположность аperiодическим колебаниям, периодические в подавляющем большинстве случаев положительные, т.е. первый удар дает обычно положительный ток от антенны в землю.

Изучение атмосферных колебаний даст возможность ознакомиться с ними и указать методы избавления от их мешающих действий.

Electrician, 11 May 1923.

C. Гор.

О неравномерном распространении радиосигналов.—В настоящее время имеется обильный материал, из которого явствует, что слышимость сигналов далеко неравномерна. Из Лондона радиотелефон слабо слышен в Йоркшире, сильнее на севере Шотландии, где он слышен сильнее программы Ньюкэстля. Сутгэмптон и Портсмут легко слышат радиоконцерты из Манчестера, а из Лондона с трудом. Мало того, имеются места, где сигналы вовсе не слышны, напр. Дидкот и Ньюбюри, названные слепыми пятнами „blind spots“. Америка также имеет свои слепые места и голландская армия подтвердила существование площади в 4 кв. мили, в пределах которой радиосигналы не слышны.

Повидимому, влияют геологические условия, очертания местности, присутствие воды и атмосферные условия. Ослабление колебаний гораздо заметнее при коротких волнах. Поэтому, напр., английские радиолюбители лучше принимают сигналы из Парижа и Гааги, чем из Англии. Electrician, 12/1 1923.

C. Гор.

Передача под землей.—Питтсбургская радиостанция, принадлежащая бюро шахтных работ С.-А. С. Ш., с целью спасения жизни пробовала установить радиосообщение через землю посредством радиотелефона. Бюро нашло, что сигналы станции в 29 км от шахты принимались приемником внутри шахты. Около 15 мт от приемной станции в шахте была трещина в поверхности и проводка электрического освещения в железной трубке в 15 см, что, разумеется, очень помогало приему. Сигналы были слышны, хотя и очень слабо.

Electrician, 9/11 1923.

C. Гор.

Мощная радиостанция в Польше будет открыта для работы летом текущего года. Она начата была постройкой 4 августа 1921. Стоимость

ее определена в 2.000.000 долларов.

Энергия подается помощью собственной силовой установки, состоящей из Дизеля в 750 HP и паровой турбины в 750 HP, причем каждый связан с электрическим генератором.

Колебания получаются помощью двух машин высокой частоты Александерсона в 200 kW.

Антенна образует два крыла, каждое из коих опирается на пять стальных башенных мачт в 120 мт высотой, изготовленных в Польше. Оба крыла соединены между собой проводом в 45 мт длины.

Передатчик расположен к западу от г. Варшавы близ городской черты, приемник в местечке Гродзиск, в 30 км к юго-зап. от Варшавы. Приемник и передатчик соединены проволоочной связью с центральным бюро в Варшаве.

Wireless Age, March 1923.

C. Гор.

Управление на расстоянии при помощи радио.—25 ноября 1922 года в Париже был осуществлен полет управляемого по радио аэроплана без пилота. Аппарат Вуазена в 300 HP поднялся с аэродрома, делал круги над аэродромом в течение нескольких часов и затем снизился. Аппаратом управления по радио руководили инженеры Демарсей, Буш и Першерон.

В марте тек. года военное судно С.-Ам. Соед. Шт., управляемое по радио, произвело успешно маневрирование.

Экспорт радиоаппаратов из Америки возрастает. Так за октябрь 1922 г. полная сумма его была 207535 долларов весом 114309 фн, из них в Англию 70391 дол., Квебек и Онтарио на 35728 дол., Аргентину на 32092 дол., Бразилию на 7072 долл. и в Японию на 11299 дол., остальное в 20 других стран.

Wireless Age, January 1923 г.

Отчет о деятельности Российского Общества Радиоинженеров (РОРИ) за 1921 г.

Доложено секретарем РОРИ годовому собранию РОРИ 28 марта 1922 г.

За отчетный год РОРИ имело всего 40 общих собраний (из них одно годовое собрание Общества и одно торжественное — по случаю 100-го заседания РОРИ). Заседания Общества происходили в первую половину года частью в помещении Радиоотдела секции Электросвязь Главэлектро ВСНХ (Б. Чернышевский пер., д. 6), частью в доме, занимаемом Военной Радиотехнической Лабораторией (Б. Молчановка, 9). С августа РОРИ благодаря содействию Всероссийской Радиоассоциации, получило, наконец, собственное помещение — большую залу квартиры № 5 дома № 20 по Мертвому переулку, где в дальнейшем, как правило, и происходили все последующие собрания Общества.

Общество к началу 1922 года имело 2 отделения: одно — в Петрограде (ПОРОРИ) — отчет о деятельности которого см. „ТиТбп“ № 18, и второе — в Нижнем-Новгороде (НОРОРИ), открытое семью действительными членами Общества, постоянно проживающими в Н.-Новгороде. Председателем НОРОРИ избран д. ч. учр. РОРИ М. А. Бонч-Бруевич, врем. секретарем — ч. сов. ревн. РОРИ М. М. Вербицкий. Отделение к началу 1922 года кроме упомянутых 7 действ. членов, включало еще 19 членов — соревнователей.

В апреле месяце отчетного года РОРИ официально вошло, как радиосекция, во Всероссийскую Ассоциацию Инженеров (ВАИ), устав которой утвержден Народным Комиссариатом Юстиции.

Действительным членом РОРИ А. И. Парфиановичем, постоянно проживающим в Туркестане, было открыто 20 мая 1921 г. Туркестанское Радиотехническое Общество, согласовывающее свою деятельность с РОРИ. Отчет об его деятельности за 1921 г. прилагается ниже.

Все члены РОРИ приняли живейшее участие в происходившем в октябре 1921 г. 8-ом Всероссийском Электротехническом съезде. 80% всех докладов, прочитанных в подсекции Радиотехники и проводочной Электросвязи последнего, принадлежали членам Общества. Председателем подсекции был избран председатель РОРИ, проф. М. В. Шулейкин, а почетным председателем ее же был поч. член РОРИ и председатель ПОРОРИ проф. А. А. Петровский.

При учреждении 10 июня 1921 г. Всероссийской Радиоассоциации (см. „ТиТбп“ № 12) РОРИ вошло самостоятельным членом учредителем в последнюю наряду с другими девятью старейшими русскими радиолaborаториями.

Весь президиум как Всерадиас, так и обоих отделений ее (Московского и Петроградского) состоял из почетных и действительных членов РОРИ.

За истекший год Общество понесло тяжелую утрату в лице скончавшегося действительного члена Общества: Н. С. Кузьмина (некролог его см. „Радиотехник“ № 15).

Всего за истекший год было избрано 43 лица в члены соревнователей Общества, из которых 13 были

в том же году избраны действительными членами РОРИ.

Президиум Общества состоял из: председателя — М. В. Шулейкина, товарища председателя — А. В. Водара, секретаря — В. И. Баженова и казначея — А. А. Савельева. Совет РОРИ, кроме упомянутых лиц, числил в своем составе: С. М. Айзенштейна, В. М. Лебедева и Д. Д. Заклинского. Кандидатами в члены Совета числились (они же члены ревизионной комиссии): Г. А. Золотовский, Н. В. Дренякин, К. Ф. Престин.

Годовой членский взнос был 1000 рублей.

Перечень заседаний и докладов РОРИ в 1921 г.

1 февраля. В. М. Лебедев: „Особенности радиотелефонного разговора“. С. М. Айзенштейн: „О последних новинках германской радиолитературы“. Доклад ревизионной комиссии по рассмотрению годового отчета за 1919 г.

8 февраля. С. Н. Ржевкин: „О заявке на новое русское изобретение „радиотелескоп“ С. Н. Какурина“. Произведены выборы в члены соревнователи И. В. Муращенко и П. С. Кузмичева.

15 февраля. Годовое собрание. Секретарем Общества прочитывается отчет о деятельности Общества за 1920 г. (см. „Рад.“ № 15). Произведены выборы председателя, секретаря, членов совета и кандидатов к ним и ревизионной комиссии. М. В. Шулейкин: о найденном им „Графическом способе расчета радиосетей“.

22 февраля. Обсуждался вопрос о взаимоотношениях с вновь образующимся „Всероссийским Радиотехническим Обществом“ при Электрот. Моск. Практ. Инст. Связи. П. В. Шамаков: „Об изменении электромагнитного поля в пространстве“. А. С. Грамматчиков: „Проект радио-

обслуживания водных путей в Сибири“.

1 марта. А. Т. Углов о своих и А. В. Дикарева работах и изысканиях по радио, а именно: о работах по 1) гетеродинам, 2) поездным радиостанциям, 3) усилителям 6 и 9-кратным, 4) авиационному радиотелефону, 5) усилению обычного проводного телефонного разговора, 6) применению усилителей к проволочной телеграфии, 7) практическим испытаниям радиотелефонных станций его системы. Установлен членский взнос на 1921 год в размере 500 р.

6 марта. Избраны в члены соревнователи: Меньшиков Ю. Н., Парфианович А. И., Мясин. М. Ф. А. И. Парфианович: „Туркестанский радиотелеграф“. С. М. Айзенштейн: „Этапы строительства мощных радиостанций“. В. М. Лебедев: о новой выработанной форме пустотных ламп и о многократном телефонировании по проводам помощью токов высокой частоты“.

22 марта. И. М. Николаев: „Положение радиотехники в Германии“. Д-р Ружичек (на немецком языке) „Die Fortschritte der Deutschen Radiotechnik seit des Krieges“, который был затем реферирован по русски С. М. Айзенштейном.

29. Марта. Избраны в члены соревнователи: А. Л. Минц, И. М. Николаев, Ружичек и П. В. Шамаков; в действительные члены: А. И. Парфианович, Ю. Н. Меньшиков. В. М. Лебедев: „Телефонирование многократное по проводам помощью токов большой частоты“. Принято увеличение членского взноса на 1921 г. до 1000 руб.

12 апреля. Избраны в действительные члены: Д-р Ружичек, И. М. Николаев, П. В. Шамаков — Федоров-Лукоянов: „Симурафон“. Инж. Витторский: „Расчет магнитной системы дугового генератора“.

19 апреля. Сообщение секретаря о включении РОРИ во „ВАИ“ (Все-

российскую Ассоциацию Инженеров, как радиосекцию последней.—Инж. Домбровский: „О выборе мощности передающей радиостанции“. С. Н. Ржевкин: „О применении ламповых усилителей к измерениям весьма малых величин“.

26 апреля. С. В. Геништа: „О выборе длины волны при расчетах радиосвязи“. М. В. Шулейкин: „О теории квант и приложении ее к спектральному анализу“.

12 мая. А. А. Савельев: „О машинах высокой частоты“.

24 мая. Продолжение доклада Савельева.—М. В. Шулейкин: „О триодном волномере“.

31 мая. М. В. Шулейкин: „Теория триода“.

14 июня. С. Я. Турлыгин: „К вопросу о расчете мачт с точки зрения их механической прочности и устойчивости“.

21 июня. С. Н. Ржевкин и Б. А. Введенский: „Прерывистый триодный генератор“. Избран в члены сореви. П. Н. Беликов.

28 июня. А. Л. Минц: „Метод получения незатухающих колебаний способом частых искр“.

5 июля. К. В. Теодорчик: „О методе биений для измерений малых самоиндукций и емкостей“. Б. А. Введенский: „О начальной магнитной проницаемости при радиочастотах“.

12 июля. По случаю исполнившейся полугодовщины смерти д. ч. РОРИ Н. С. Кузьмина прочитан некролог его и почтена память его вставанием. Доклад секретаря библиотечной комиссии В. И. Скворцова.—В. И. Баженов: „Характеристика строительства новейших американских военных радиостанций“.

19 июля. В. М. Лебедев: 1) „О ходе работ по устройству радиотелефонного сообщения вдоль линии высокого напряжения Москва—Богородск“. 2) „Об опыте измерения действующих высот антенны Ходынской, Шаболовской и Сокольниче-

ской радиостанций.

2 августа. М. В. Шулейкин: „Принцип относительности“.

9 августа. Избраны в д. ч. РОРИ А. Л. Минц; в ч. сор. С. Я. Турлыгин. Продолжение доклада М. В. Шулейкина: „О принципе относительности“.

16 августа. Проф. Б. В. Ильин: „О результатах измерения силы приема радиосигналов в РСФСР во время солнечного затмения 8-го апреля 1921 г.“.

23 августа. М. В. Шулейкин: „О работе альтернатора высокой частоты на радиосеть“. Сообщение М. В. Шулейкина о возможности использования радиопеленгаторных установок для направления курса следования кораблей во время тумана и т. под. без наличия маячных огней.

30 августа. Д. А. Виккер: „О работах по определению коэффициента самоиндукции и взаимной индукции различного рода катушек и соленоидов“.

6 сентября. Заседание посвящено вопросу о сравнении дугового генератора и машины высокой частоты для целей радиотелеграфии. (по предл. Тех. Сов. НКПиТ).—П. В. Шмаков: „О схеме американских радиостанций“.

13 сентября. Д. А. Виккер: „Технический расчет модуляции в радиотелефонии“.

27 сентября. М. В. Шулейкин: „О некоторых явлениях в триодном генераторе“.

11 октября. В. И. Баженов о работе своей и М. В. Шулейкина на тему: „Аналитическое исследование потерь в системе антенна-противовес-грунтовые воды“. Избраны в чл. сор. РОРИ: И. И. Косоногов, Н. Б. Делоне, Л. И. Мандельштам и Р. В. Львович.

18 октября. Избраны в д. ч. РОРИ П. Н. Беликов; в ч. сор.—А. Л. Пинкевич.—С. М. Айзенштейн: „О конструкции машин высокой

частоты системы автора". М. В. Шулейкин: "Теория и расчет антенн Александерсона".

25 октября. Избраны в д. ч. РОРИ: И. И. Косоногов, Н. Б. Делоне, А. Л. Пинкевич, Л. И. Мандельштам и Р. В. Львович. — А. Л. Минц о своей и М. В. Шулейкина работе: "Графический метод расчета радиосетей и его практическое применение". Сообщение В. И. Баженова о приведенном им из Одессы описании абака для построения формулы Томсона по способу Бека. Сообщение М. В. Шулейкина о найденном им упрощенном способе расчета коэффициента α , вход в формулу Кляцкина в его статье (см. № 9 "ТиТбп").

1 ноября. А. Т. Углов: 1) "Радиотелефония по системе докладчика", 2) "Опыты докладчика по многократному телефонированию по проводам". В. И. Баженов: "О работах по радио 8-го Всер. Электр. Съезда".

8 ноября. М. В. Шулейкин: "Распространение электромагнитной энергии и дальность радиопередачи". Сообщение об открытии Нижегородского отделения РОРИ.

15 ноября. Избраны в ч. соревн. РОРИ: Д. А. Виккер и Г. М. Коношков. — А. Ф. Шорин: "Сравнительный экономический расчет различных систем радиостанций и проволочного телеграфа на дальность действия в 1000—3000 клм".

22 ноября. А. А. Григорьева: "Усилительные лампы с двумя и многими сетками и расчет их".

29 ноября. Дискуссия по предложению НКПиТ о выделенных приемных радиостанциях и о взаимоотношении между Люберецкой и Богородской радиостанциями. Сообщение председателя об успехах заграничного радиолюбительства и его влиянии на промышленность.

6 декабря. М. В. Шулейкин: "О чистоте моря".

13 декабря. И. Г. Кляцкин о своей и М. В. Шулейкина работе: "Исследование сетей Александерсона".

27 декабря. Юбилейное 100-е собрание Российского Общества Радиоинженеров. Заседание состоялось в зале заседаний Всероссийской Ассоциации Инженеров. Прочитаны доклады: председателя Общества, секретаря РОРИ. Заслушаны приветствия от Совета Нижегородской Радиолaborатории, от члена Коллегии НКПиТ, И. М. Николаева, от Всероссийской Ассоциации Инженеров, от Военной Электротехн. Академии, от Электротехнического Института Связи. Затем следовала организованная Советом Общества серия двадцатиминутных докладов членов Совета РОРИ, имевших назначением познакомить присутствовавших в числе более 100 человек, в большинстве не радиоинженеров, с современным состоянием прогресса в различных областях радиотехники. Прочитаны были следующие доклады: 1) А. А. Савельева: "Исторический обзор развития радиотехники"; 2) М. В. Шулейкина: "Проекты радиофикации в различных государствах"; 3) проф. В. П. Вологодина: "О построении машин большой частоты в Нижегородской Радиолaborатории"; 4) С. М. Айзенштейна: "Развитие передатчиков"; 5) В. М. Лебедева: "Развитие приемников"; 6) В. И. Баженова: "Применение радио в различных областях"; 7) М. А. Бонч-Бруевича: "Успехи радиотелефонирования".

Секретарь РОРИ В. Баженов.

Отчет о деятельности ПОРОРИ за 1922 г.

1) Тяжелая трехмесячная болезнь председателя имела следствием длительную остановку деятельности ПОРОРИ в начале 1922 г. Годовое собрание состоялось лишь 13 мая. На нем были переизбраны: председатель ПОРОРИ — проф. А. А. Петровский, секретарь — Л. С. Термен, члены совета — Н. Н. Циклинский, В. В. Лермантов и И. Г. Фрейман,

кандидат в члены совета — В. С. Габель.

К моменту годового собрания ПОРОРИ имело в своем составе 31 члена, из них три почетных: В. Я. Ивановский, А. А. Петровский и А. А. Реммерт, 20 действительных и 10 соревнователей.

В течении года вновь вступили в состав бывшие уже раньше членами ПОРОРИ инж. А. Ф. Шорин (учредитель) и М. А. Жилинский (действ.); кроме того был избран и утвержден действительным членом инж. С. И. Зилитинкевич. В члены соревнователей вступило 7 лиц.

Таким образом к настоящему моменту ПОРОРИ имеет 40 членов; из них 3 почетных (те же), 23 действительных (из них 12 учредителей) и 14 соревнователей.

2) Позднее начало годичной работы не помешало обществу развить свою деятельность интенсивнее, чем в предшествующие годы. Общие собрания, в начале происходившие с перерывом в 2 недели, сделались еженедельными. Повысилась и деятельность совета; в течение настоящего года совет имел 10 заседаний. Число же общих собраний достигло 28, из которых одно годовое. На этих собраниях было заслушано 32 доклада и произведено 9 демонстраций. Наибольшее число докладов сделал проф. А. А. Петровский (7 докладов), затем инж. В. А. Гуров, С. И. Зилитинкевич и Л. С. Термен (по 4 доклада). Из посещавших ПОРОРИ иногородних членов докладчиками выступали А. Ф. Шорин и С. М. Горленко. Наконец, обстоятельный доклад о результатах своей заграничной командировки прочел секретарь РОРИ инж. В. И. Баженов.

Наибольшее число докладов относилось к электронным аппаратам и применениям их (11 докладов); на втором месте оказались доклады теоретического характера (6 докладов). Из вышеуказанного числа кроме заседаний в помещении ПОРОРИ (В. О. 4 линия, д. 5, кв. 4) было устроено одно заседание в помеще-

нии Политехнического Института в Лаборатории Л. С. Термена и одно в Государственном Радиовом Институте, состоящем при Академии Наук (улица Рентгена, б. Лицейская, № 1), сопровождавшиеся демонстрациями и осмотром лабораторий.

Посещаемость заседаний значительно возрасла, а именно на всех 28 заседаниях ПОРОРИ присутствовало 268 членов и 172 гостя (против 132 членов и 56 гостей, посетивших заседания предыдущего года); что дает 9,6 члена и 6,1 гостя на заседание (вместо 7,8 членов и 3,3 гостя на одно заседание предыдущего года) и указывает на несомненный рост интереса к радиотехнике.

Для лучшего ознакомления широкой публики с последними новостями, в программу годового собрания ПОРОРИ был введен популярный доклад о радиотехнике, который сделал инж. В. А. Гуров; для иллюстрации он исполнил на сконструированном им совместно с инж. В. И. Волынкиным инструменте, „виолоне“ несколько музыкальных произведений под аккомпанимент рояля.

3) Крупным событием следует считать начало вступления в непосредственный контакт с заграничными обществами. Это произошло через члена ПОРОРИ Л. Д. Исакова, который, находясь в течение 8 месяцев в заграничной командировке, завязал сношения с профессором Хоу президентом радиосекции Института Инженер-электриков в Лондоне, с майором Эрскин-Меррей, президентом радио общества в Лондоне, с академиком генералом Феррье, президентом общества друзей радиотехники в Париже, и с обществом технической физики в Берлине; секретарь РОРИ инженер В. И. Баженов, имевший четырехмесячную командировку в Германию летом 1922 года, завязал сношения с обществом технической физики в Берлине, с Голландией и с Институтом Радиоинженеров в Нью-Йорке. Все иностранные организации

обнаруживают живейший интерес к успехам русской радиотехники и несомненное желание ближе ознакомиться с работами русских ученых и инженеров.

4) Обязанности библиотекаря ПОРОРИ в этом году исполняла Н. А. Петровская. Библиотека, имевшая к 1 мая 1922 г. 243 номера, исключительно пополнялась бесплатными книжными вкладами, причем она получила значительное число иностранных брошюр, монографий и каталогов фирм Хут и Телефункен, частью через посредство организационного комитета III Всероссийского Съезда Физиков в Нижнем-Новгороде, частью через секретаря РОРИ В. И. Баженова. Всего в библиотеке ПОРОРИ к 24 января 1923 г. насчитывается 357 номеров.

В настоящее время библиотека ПОРОРИ продолжает регулярно безвозмездно получать от НКПиТ журнал „Техника Связи“ и через Нижегородскую Радиолaborаторию журнал „Телеграфия и Телефония без проводов“.

Всем учреждениям, а также и прочим организациям и частным лицам, сделавшим книжные вклады, президиум ПОРОРИ выражает живейшую признательность.

5) В сентябре месяце 1922 г. ПОРОРИ приняло деятельное участие в организации секции технической физики на III Всероссийском Съезде Ассоциации Физиков 16—21 сентября в Нижнем-Новгороде.

Председатель ПОРОРИ проф. А. А. Петровский был избран одним из товарищей председателя съезда, энергичное отношение Петроградских радиоспециалистов выразилось тем, что в секции технической физики из 14 докладов 13 имели радиотехнический характер, причем 10 из них были сделаны Петроградцами (см. отчет о съезде „ТиТбп“, 1922 г., № 16, стр. 679—682).

6) Членский взнос в ПОРОРИ в 1922 г. был назначен в 10 руб. (дензнаками 1922 г.) для лиц, внесших его до 1 июня, и 20 руб. — для

лиц, внесших после этого срока. Экстренно возникавшие расходы покрывались из специального расходного фонда.

Для проверки кассы, имущества и отчетности была избрана на 1922 г. ревизионная комиссия в составе: Г. Н. Макаревский, В. И. Волюнкин, Л. Н. Салтыков, которая и представляет по этим вопросам отдельный отчет.

Председатель ПОРОРИ

Проф. А. Петровский.

Список общих собраний ПОРОРИ и докладов за 1922 г.

29 апреля. Инж. В. А. Гуров: „О виолоне“, с демонстрацией прибора и исполнением ряда музыкальных произведений.

13 мая (годовое). Проф. Боровик: „Особый эффект в дуге переменного тока“.

24 мая. Инж. Л. Б. Слепян: „Об организации выделенного приема в Петрограде и Москве“. Информация проф. А. А. Петровского: „О быстрой передаче сигналов“ (по докладу гр. Арко).

7 июня. Л. С. Термен: „О видении на расстоянии“. Информация проф. А. А. Петровского: Последние новости из журнала „Electrician“.

14 июня. Л. Д. Исаков: „О новостях заграничной радиотехники“.

21 июня. Инж. Н. Н. Циклинский: „К вопросу о расчете радиостанций“. Проф. И. Г. Фрейман: „О терминологии в технике пустотных приборов“.

28 июня. Проф. А. А. Петровский: „Работа Bureau of Standards в области направленной радиотелеграфии“.

5 июля. Л. С. Термен: „Сигнальные приспособления, основанные на токах большой частоты“.

26 июля. Инж. В. А. Гуров: „Реле-генераторы системы Тэрнера в радиотелеграфной технике“.

2 августа. Инж. Г. А. Кьяндский: „Определение наивыгоднейшей дли-

ны волны отправительных радиостанций". Обсуждение доклада Фреймана: "О терминологии в технике пустотных приборов".

9 августа заседание было посвящено текущим делам и организационным вопросам.

16 августа. Инж. С. И. Зилитинкевич: "Классификация электронных приборов". Инж. Бойко: "Фотоэлементы, их конструкция и физические свойства".

23 августа. Продолжение доклада инж. С. И. Зилитинкевича: "Классификация электронных приборов".

30 августа. Г. А. Кьяндский: работа инженера Обухова: "Наивыгоднейшая волна и применение ее к определению коэффициента рассеяния электромагнитных волн; наивыгоднейшая высота антенны". Проф. А. А. Петровский: "Аналогия между системой тел и соединением конденсаторов".

6 сентября. Проф. А. А. Петровский: "Анализ работы радиоприемника".

27 сентября. Проф. А. А. Петровский: "О III-м Съезде Всероссийской Ассоциации Физиков". Л. С. Термен: "Приемно-усилительный аппарат и прием сигналов времени на ленту хронографа".

4 октября. Инж. А. Ф. Шорин: "О многократном телеграфировании по проводам". Проф. А. А. Петровский: "Построение векториальной диаграммы и измерение физических постоянных радиоприемников с простой схемой".

11 октября. Инж. В. А. Гуров: "О быстропишущем приеме". Л. С. Термен: "Получение осциллограмм при помощи пустотных приборов".

18 октября. П. Н. Тверской: "Электрическое поле атмосферы".

25 октября. В помещении физической лаборатории Физико-технического Института демонстрации Л. С. Термена: 1) Осциллографические наблюдения спада тока и их применения к анализу частот. 2) Электростатическое притяжение проводника полупроводником при прохож-

дении тока. 3) Фотоэлектрический ток и его усиление. 4) Осциллографическое наблюдение звуков. 5) Аппарат для измерения диэлектрической постоянной по наблюдению спада тока.

1 ноября. Проф. В. И. Коваленок и инж. П. А. Азбукин: "Теория однофазного трансформатора".

8 ноября. Демонстрация изданий фирмы Хут и Телефункен.

22 ноября. В помещении Государственного Радиового Института, состоящего при Академии Наук. Проф. В. Г. Хлопин: "Радий, радиоактивные явления и о добыче радия в России". После докладов осмотр лабораторий Радиового Института.

29 ноября. Инж. В. А. Гуров: "Системы радиотелефонирования".

6 декабря. Дискуссия по предыдущему докладу инж. В. А. Гурова.

11 декабря. Экстренное собрание. Секрет. РОРИ В. И. Баженов: "О результатах заграничной поездки".

20 декабря. Инж. С. И. Зилитинкевич: "Физическое обоснование усилителей с сопротивлением". Информация его же: "Новости заграничной литературы".

24 декабря. Информация С. М. Горленко: "Новости заграничной литературы о мощных электронных лампах".

Председатель ПОРОРИ

проф. А. Петровский.

19 $\frac{14}{1}$ 23.

Отчет о деятельности

Туркестанского Радиотехнического Общества "ТУРКРАДИО" за 1921 г.

Доложено председателем Туркраздио годовому собранию Туркраздио 3 февраля 1922 г.

История Туркраздио.

20 мая 1921 года в Ташкенте в помещении Радиодивизиона Туркфронта состоялось учредительное собрание Туркраздио. Учредителями были

Парфиянович, Косиков, Гурьянов, Струнников, Лазарев, Ермаков, Клу-ген, Ефимов, Торопков и Рязанцев.

Туркрадио постановило своей целью объединение всех радиотехнических сил Туркестана, изучение условий работы радиотелеграфа в Туркестане и сопредельных странах, Индии, Китае, Персии и Афганистане, развитие в Туркестане радиотехники и беспроводных сношений и распространение радиотехнических знаний.

Туркрадио числится при Научном Совете Народного Комиссариата Просвещения Туркесреспублики и находится под покровительством Российского Общества Радиотехников РОРИ, Туркестанским отделением коего оно, повидимому, и сделается по мере своего развития.

Состав Туркрадио.

К 1 января 1922 года Туркрадио насчитывает 14 действительных членов и 60 человек соревнователей.

Совет Общества: председатель — А. И. Парфиянович, заведующий радиотелеграфом Туркомпочтеля и действительный член Российского Общества Радиотехников, товарищ председателя — К. М. Косиков, начальник Ташкентской мощной радиостанции, член совета — Н. Я. Гурьянов, командир радиодивизиона Туркфронта, секретарь совета — С. И. Струнников, помощник начальника Радиоотдела Туркомпочтеля и лаборант Туркестанского Государственного Университета.

За отчетное время „Туркрадио“ понесло утрату двух членов соревнователей: начальника Полевой радиостанции Кузнецова, убитого басмачами вместе с 5 радиотелеграфистами во время Гиссарской экспедиции, и заведующего радиоскладом Туркфронта С. Е. Григорьева, унесенного эпидемией тифа.

Деятельность Туркрадио.

Деятельность Общества за отчетное время выразилась в организа-

ционной работе по выработке устава, регистрации общества, устройства при нем небольшой радиолaborатории и радиобиблиотеки и в собраниях, на которых обсуждались различные научно-технические вопросы, интересующие Туркестанских радиотехников. Всего состоялось 3 собрания, на которых были заслушаны следующие доклады:

Парфиянович: 1) „Об организации „Туркрадио“ с проектом его устава“, 2) „Обзор Московских мощных радиостанций“, 3) „Об установке в Ташкенте выделенной приемной радиостанции“, 4) „О комбинированной циркулярной передаче в Туркесреспублике“, 5) „Обзор успехов мировой Радиотехники в 1921 году“.

Гурьянов: 1) „О опытах докладчика по применению усилителей к проволочной телефонии“, 2) „О состоянии радиосети РСФСР в 1921 г. и о радиотелеграфе Китая“.

Рязанцев три доклада о двигателях внутреннего сгорания, применяемых в радиотелеграфе.

Лазарев: „О некоторых опытах и соображениях докладчика по борьбе с грозowymi разрядами“.

Щекин и Добкин: „О постановке высшего радиотехнического преподавания в России“.

Ефимов: „О некоторых особенностях установки вычной радиостанции в Самарканде“.

Все доклады сопровождалось оживленным обменом мнений.

Работы, выполненные отдельными членами Туркрадио.

Парфиянович — организация радиотелеграфа Туркомпочтеля. Руководство последней реорганизацией радиотелеграфа Туркфронта.

Косиков совместно с Лазаревым — капитальный ремонт Ташкентской мощной радиостанции и устройство на ней автоматической передачи радиовестника „Туркроста“ при помощи аппарата Уитстона.

Гурьянов — переформирование Радиоотдела Туркфронта в Радио-

дивизион УСКА Туркфронта. Организация совместно с Парфияновичем при Туркрадио небольшой радиолaborатории.

Клуген—организация отделения радиосвязи и радиоразведки, при УСКА Туркфронта.

Кокшаров — частичное выполнение капитального ремонта Кушкинской мощной радиостанции.

Струнников совместно с Парфияновичем—организация при Туркрадио небольшой радиобиблиотеки.

Ермаков совместно с Гурьяновым и Струнниковым обучил радиотелеграфному делу семь афганских граждан по просьбе Афганского Правительства.

Новичков совместно со Струнни-

ковым—установка в Ташкенте приемной радиостанции особого назначения.

Елфимов—установка в Полторацке радиостанции полевого типа.

Горянский—установка приемной радиостанции в Намангане.

Шишков — установка приемной радиостанции в Джаркенте.

Ульяновский—установка приемной радиостанции в Аулиэата.

Скорыходов — установка приемной радиостанции в Пишпекке.

Председатель „Туркрадио“

А. Парфиянович.

Секретарь *Струнников.*

Х Р О Н И К А.

„Тибп“ № 20 — оказался замечательным, между прочим, в том отношении, что собирает в себе сведения о работах по радиотехнике, ведущихся в 9-ти различных городах нашей страны: от Петрограда до Ташкента и от Владикавказа до Вятки. Сведения, конечно, не полные и относящиеся не к одному и тому же времени, но всё же получился как бы маленький съезд или, как всякий съезд, смотр силам (случайно, без ведома авторов) по радиоспециальности, разбросанным по всей Республике. Это очень интересно для читателей, а следовательно и важно для журнала. Конечно, много еще имеется в различных местах нашей страны успехов в области радио, которые до сих пор не получили своего запечатления на страницах „Тибп“. Редакция обращается к авторам, не участвующим еще в нашем журнале, с покорнейшей просьбой поделиться с читателями „Тибп“ результатами своих работ по исследованию в радиолaborаториях и по производству в интересующей нас всех области.

Работа Г. А. Остроумова представляет собою первый в нашей литературе, по крайней мере—в нашем журнале, подход к исследованию действия телефона. Она заключается в себе мало указаний на то, что за последнее время сделано в этой области за границей, где этим вопросом теперь много интересуются.

Некоторое дополнение в этом направлении сделано другим автором на стр. 310—313, что представляет собою очень желательную для настоящего времени коллективную работу.

Старый и глубокий вопрос о природе электрического тока, составляющий предмет статьи профессора А. А. Котельникова, помещенной в настоящем выпуске, нам часто и напрасно не кажется животрепещущим, потому что закон Ома внешним, поверхностным образом закрыл его от нашего взгляда. Этот вопрос дебатировался в „Тибп“ в статьях проф. В. Ф. Миткевича (№ 15, стр. 468—480) и проф. И. Г. Фреймана (№ 16, стр. 624—633).

Статья А. Пистолькорса относится к организации труда радиотелеграфиста. Автор подходит с точки зрения рационального преподавания, исходя из психологических особенностей предстоящей для обучающегося работы. Напомним статью А. И. Шарапова („ТиТбп“ № 17, стр. 754—761), в которой излагаются методы отбора лиц, годных для работы радиотелеграфиста, основывающиеся на эргологическом исследовании этой работы.

Кристаллический детектор-гетеродин. — Гетеродин, позволяющий каждой маленькой приемной станции, имеющей лишь детектор, обреченной на „затухающие“, принимать депеши, посылаемые незатухающими отправителями, без того, чтобы на передающей станции производилась какая-нибудь фальсификация затухающих колебаний — это представляет собою громадное упрощение дела радиосвязи. Такой гетеродин, устройство которого неоднократно уже описывалось в нашем журнале, побывал, наконец, на одной небольшой радиостанции. Радиотелеграфисты ее взяли за прибор и, при совершенно самостоятельном пользовании им, слышали всё то, что раньше для них было недоступно, хотя и не требовало никакого усиления. Имея всего семь сухих элементов, дававших лишь около 10 вольт, т. е. меньше, чем нормально требуется для детектора-гетеродина, радиисты пришли к выводу, что прибор годен для приема незатухающих каждым рядовым слушачем.

Приходилось слышать, что генератор Лосева, как основанный на детекторном действии, не может войти в употребление. Но мы живем в эпоху детектора; на малых станциях без него не обходимся; имея его в руках, пользуясь по случайности истории *одним* его свойством, совершенно игнорируем *другое* чрезвычайно ценное свойство — возбуждать незатухающие колебания, во

всяком случае не более неустойчивое, чем первое.

Заграница, видимо, не знает детектора-генератора, хотя изобретение Лосева возникло из сообщения об английских опытах, остановившихся, как кажется, на лабораторной стадии. Если бы это было не так, мы бы, конечно, видели в иностранных изданиях приемные схемы бесчисленных радиолюбителей Америки и Франции совсем иными. Возможно, что возникла бы борьба со стороны фирм, изготовляющих реле, спрос на которые уменьшился бы, поскольку они стали бы не нужны для гетеродина, вместе с выпрямителями, аккумуляторами и соответствующими приспособлениями; особенно имея ввиду, что не невозможно устройство и усилителя с помощью кристаллического детектора.

Во всяком случае у нас недалеко то время, когда многие десятки маленьких приемных станций перестанут быть наполовину глухими, и тем самым будет дана возможность незатухающим передатчикам работать с той простотой схемы, какая им свойственна.

„Уголок“ имени А. С. Попова. — В селе Турьинских Рудниках на Урале в среде сотрудников Горного Техникума (преобразован из Горного училища, основанного 40 лет тому назад) явилась мысль устроить при возникающем в этом учебном заведении электромеханическом отделении уголок памяти нашего изобретателя беспроволочного телеграфа.

Всех, сочувствующих этому симпатичнейшему начинанию, просят присылать приборы, книги, журналы, брошюры, как бы они ни казались незначительными жертвователю, могущие служить началом основания „Уголка А. С. Попова“, а также и могущие помочь оборудованию основываемого эл. мех. отд.

Если притечет помощь, то „дело электротехнического просвещения на родине великого нашего электрика, в стране, собирающейся

электрифицироваться, будет обставлено солиднее", пишут нам инициаторы.

Посылки просят направлять по адресу: с. Турьинские Рудники, Верхотурского у., Екатеринбургской губ., Горный Техникум. Владимиру Васильевичу Федорову, для Электротехнического кабинета.

Новые Научно-технические Институты. — Начинает свою работу институт по исследованию земной коры, могущий дать огромные результаты по раскрытию естественных богатств СССР. В настоящее время за-границей разрабатываются многие новые методы этого исследования, как напр. искусственное землетрясение; между ними — метод, основанный на наблюдении над распространением электромагнитных волн (разрабатывается проф. Петровским).

В Томске основан Институт по прикладной физике (директор проф. Вейнберг); его главные темы — изучение условий перехода твердого тела из упругого состояния в пластичное; поведение тел при действии сил, переводящих его за предел упругости; условия перехода спокойного движения жидкости в неспокойное.

По поводу исследования твердых тел интересно отметить, что американской ассоциацией Engineering Foundation (осн. 1914) предпринято, при материальной поддержке заинтересованных фирм, расширение исследования *усталости металлов* на железо при высоких температурах и на нежелезные металлы.

Из жизни Нижегородской Радиолaborатории.

В лаборатории М. А. Бонч-Бруевича. — Продолжались опыты с вновь сконструированной мощной лампой, причем удалось получить мощность в антенне до 28 киловатт. Измерения отдачи (произведенные

методом учета тепла, выделяемого на аноде лампы) показали, что КПД достигает 70%. В настоящее время, по видимому уже не представит особых трудностей постройка ламп мощностью в 100 kW.

В лаборатории А. Ф. Шорина. — В настоящее время закончены работы по экспериментальному анализу устанавливающегося процесса токов в быстродействующих аппаратах как по радиотелеграфу, так и по проводу. Снято значительное количество осциллограмм, очень подробно и картинно рисующих нарастание и разрывы тока, ряд собственных колебаний, характер детектирования и проч. Эти материалы предполагаются к печатанию на страницах „ТиТбп“.

Из работ по проволочной телеграфии закончены изготовлением две модели видоизменения аппарата Юза, работающего вместо выдвигания соответствующих болтиков непосредственными посылками тока через распределитель. Такого рода изменение дает удешевление и упрощение механической конструкции, а главное, дает возможность включения его на радиостанциях при различных системах работы, а именно с выделенным приемником, с радиозумом и при установке аппарата непосредственно на самой радиостанции. Такая система дает возможность включения аппаратов последовательно для осуществления циркулярной передачи по проводу.

Настоящие две модели предполагается испытать на линии Ярославль—Нижний в действительных условиях телеграфной работы.

Работа В. В. Татаринова: „Затухающие колебания электростатически связанных вибраторов“, помещенная в нашем журнале в сокращенном виде (№ 17 стр. 735—742), напечатана полностью в Archiv für Elektrotechnik 1923, B. XII, H. 1, ss. 16—25.

БИБЛИОГРАФИЯ.

Академик А. Ф. Иоффе. *Лекции по молекулярной физике*. Второе совершенно переработанное издание. Книги по физике под общей редакцией Росс. Асс. Физиков. Издание М. и С. Сабашниковых. Петроград 1923. 335 стр. Тираж 4000 экз.

У нас уже указывалась эта прекрасная книга по поводу выхода в свет ее первого издания. Во втором издании она представляет молекулярную физику еще в более обновленном, современном состоянии. То, что еще осталось от старого, рас-

сматривается под углом зрения строго критического отношения. В содержание книги внесены, кроме непосредственно к ней относящегося, основные понятия из механики и из термодинамики с ее статистическими обоснованиями.

Первая глава посвящена атомистической гипотезе и современному учению о строении атома (стр. 3—47).

Значение этой книги шире, чем соответствовать потребностям только русской научной литературы. Она несомненно будет отмечена и за границей.

Поправки и опечатки к „Титбп“ № 19.

В статье В. С. Розена:

Стран.	Строка	Напечатано	Следует читать
160	3 св.	12 мм/сек	12 мт/сек
160	22 св.	неподвижных и вращающихся контактов в 3 мм промежутке между соседними вращающимися контактами в 3,5 мм	неподвижных контактов в 3 мм промежутке между соседними вращающимися контактами в 3,5 мм
160	23 св.	5,5 мм/сек	5,5 мт/сек
160	15 сн.	23/15 мм	23,15 мм.

В статье С. И. Зилитинкевича:

168	13 св.	$E =$	$E_2 =$
169	11 св.	$v_{2\text{ сеп}} =$	$v_{2\text{ сф}} =$
169	3 сн.	$\int_{a_g}^{a_p}$	$\int_{r_g}^{a_p}$
171	6 св.	$\int_0^{\ln \frac{r_g}{a_f}} x^{1/2} l^x dx$	$\int_0^{\ln \frac{r_g}{a_f}} x^{1/2} e^x dx,$
			где e —основание натуральных логарифмов.
171	9 сн.	степени	степени e .

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

Гублит 135.

Издание Нижегородской Радиолaborатории.

Тираж 1000 экз.

Печатание „Титбп“ № 20 закончено 14 июля 1923 года.

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

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ТРЕСТ
== ЗАВОДОВ СЛАБОГО ТОКА. ==

П Р А В Л Е Н И Е:

Петроград, ул. Желябова, 9. — Москва, Милютинский пер., 10.

== П Р Е Д Л А Г А Е Т ==

ПО РАДИОТЕЛЕГРАФИИ и РАДИОТЕЛЕФОНИИ:

РАДИОСТАНЦИИ искровые, дуговые, ламповые, с машинами высокой частоты—различной мощности—сухопутные, судовые, авиационные.

Отдельные приемные радиостанции. Особенно рекомендуются недорогие приемные радиостанции частного пользования без всякого источника тока, для приема затухающих и незатухающих колебаний на антенну или рамку. вполне пригодные для приема речи и музыки.

Новейшие приемники с обратной связью, пригодные для антенн из железных проводов с большим затуханием—для волн до 10.000 метров и вновь выпущенный ламповый приемник на любую длину волны, НЕ УСТУПАЮЩИЙ ПО КАЧЕСТВУ ЗАГРАНИЧНЫМ.

Ламповые усилители и гетеродины.

Специальный ламповый усилитель для проволочной телефонии.

Телефония по проводам токами высокой частоты.

СОБСТВЕННЫЙ ЗАВОД катодных ламп усилительных и генераторных любой мощности.

Измерительные приборы для радиотехники.

Изготовление и ремонт всякого рода радиоимущества.

КОММЕРЧЕСКИЙ ОТДЕЛ:

Москва, Милютинский 10, телефон 65—43. || Петроград, ул. Желябова, 9.

ВЕСТНИК ВОЗДУШНОГО ФЛОТА. РЕДАКЦИЯ и КОНТОРА.

Телефон № 1-32-52.

Советская ул. (б. 5-я Тверская), д. № 3, (Краснопресн. Совета) ком. 48.

ОРГАН ГЛАВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ФЛОТА
И ГЛАВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Выходит каждые 2 месяца.

Прием подписки на журнал и все издания в конторе ежедневно от 11 до 17 ч.

Условия подписки с доставкой: на год для СССР—11 р. 50 к. зол.
„ 1/2 г. „ „ — 6 р. — к. „

Цена отдельного № 2 р. 30 к.

ВЫШЛИ В СВЕТ НОВЫЕ КНИГИ.

Красноенлет К. И. Трунов.—Обучение и тренировка пулеметной стрельбе для воздушного боя . . . 14 руб. зол.

Красноенлет К. И. Трунов.—Высший пилотаж . . . 19 „ „

Французское наставление по организации и применению воздушного флота в действующей армии. Ч. II-я. Истребительская авиация. (Перевод А. Н. Лапчинского). . . 35 „ „

То же. Ч. III-я. Бомбардировочная авиация. (Перевод Е. И. Татарченко). . . 31 „ „

То же. Ч. V-я. Движение авиационных соединений (авиационные переброски).

Петереский.—Международное соглашение о воздушных передвижениях.

При непосредственном обращении в редакцию пересылка бесплатно.

ГОТОВЯТСЯ К ПЕЧАТИ.

Проф. Б. М. Ловач-Жученко.—Авиационные двигатели. Ч. 2-я.

Инж. В. Д. Бессонов.—Авиационный мотор.

Наставление по борьбе с воздушным флотом средствами войсковых частей. Устав связи воздушного флота.

Описание самолета „Авро“. || Описание самолета „Мартинсайд“.

„А Э Р О“.

Ежемесячный иллюстрированный журнал всех видов авиации и воздухоплавания.

ЦЕНА на год для СССР—3 руб. 50 коп. золотом.

„ отдельного номера 35 коп. золотом.

В скором времени выдет из печати сборник „Добролет“.

Склады изданий „ТнТбп“.

1. НИЖНИЙ-НОВГОРОД. Радиолaborатория, Радионабережная, 8.
Телеф. 21-66, 16-66.
2. МОСКВА. Большая Дмитровка 22, кв. 10. Московское Бюро Радиолaborатории. Телеф. 41-81.
3. ПЕТРОГРАД. Большая Пушкарская, 67, кв. 3, С. Я. Волохов.
Телеф. 1-63-62.



НА СКЛАДАХ ИМЕЮТСЯ:

„ТнТбп“ №№ 12—20 по 40 коп. и „Радиотехник“ № 15 по 10 коп.

Цены указаны в золотой валюте; расчет производится по курсу дня отправки перевода.

„ЭЛЕКТРИЧЕСТВО“

СТАРЕЙШИЙ В МИРЕ ЖУРНАЛ ПО ВОПРОСАМ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА.
Единственный в России научно-технический и общественный журнал, освещающий все вопросы достижений и применения электричества и электротехнической промышленности.

В Январской книжке (№ 1, 1923 г.) журнала „ЭЛЕКТРИЧЕСТВО“, между прочим, помещены статьи:

Проф. Радцига — „Новейшие течения в постройке тепловых двигателей“, Академика Иоффе — „Электрическая природа материи“, проф. Чернышева — „Современное динамостроение“, проф. Коваленкова — „Современная проволочная связь“, Киселева — „Финансирование электрических предприятий“. Обзоры и рефераты новейших иностранных книг и журналов по электричеству. Жизнь электрических обществ и учреждений в России.

Продаются книжки до № 4 (апрель) за 1923 г.; выходит в свет №№ 5—6 (май—июнь).

Цена отдельной книжки во всех книжных магазинах и у газетчиков на ближайшее время установлена в 75 коп. по золотому курсу.

Подписная цена на 1 год в России — 12 рублей и за-границу — 20 рублей по золотому курсу.

Редакционно-Издательский Отдел ГЛАВЭЛЕКТРО ВСНХ.

МОСКВА, Ильинка, Юшков пер., д. 6, комн. 12, тел. 1-07-18, добав. 34 и 1-91-13.

