



№ 27. ДЕКАБРЬ 1924.

ТЕЛЕГРАФИЯ И ТЕЛЕФОНИЯ БЕЗ ПРОВОДОВ.



Типография Нижегородской Радиолaborатории имени В. И. Ленина.

Склады изданий „Титбп“.

1. НИЖНИЙ-НОВГОРОД. Радиолaborатория имени В. И. Ленина.
Радионабережная, 5. Телеф. 20-46, 16-66.
2. МОСКВА. Рождественский бульвар 15, кв. 7. Московское Бюро Радиолaborатории. Телеф. 41-81.
3. ЛЕНИНГРАД. Во всех крупных книжных магазинах.



НА СКЛАДАХ ИМЕЮТСЯ:

Титбп №№ 12, 14, 16, 17, 19—27.

Цена каждого номера с № 19 по № 27 **80** коп.

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

ЖУРНАЛ ВЫСЫЛАЕТСЯ

по получении должной суммы в виде денежного перевода
или ПОЧТОВЫХ МАРОК.

Рассылка наложенным платежом не производится.



„Т. и Т. б. н.“

ЖУРНАЛ

„ТЕЛЕГРАФИЯ И ТЕЛЕФОНИЯ БЕЗ ПРОВОДОВ“.

ИЗДАНИЕ НИЖЕГОРОДСКОЙ РАДИОЛАБОРАТОРИИ ИМЕНИ В. И. ЛЕНИНА.

Под редакцией профессора В. К. Лебединского.

ОСНОВАН в 1918 году.

№ 27. ДЕКАБРЬ 1924.

СОДЕРЖАНИЕ.

Опытное исследование законов незатухающих колебаний электро- статически связанных систем. С. Моругина.	442
Техника высоких частот—новый этап на пути развития электро- техники и проблем электрофикации. Инж. О. М. Штейнгауз.	455
О некоторых способах измерения модуляции на радиотелефонных станциях. Инж. А. Григорьева.	481
К вопросу об электропередаче с катодными лампами и выпрями- телями. Н. А. Никитин.	484
План транскеанской радиотелеграфии Александерсона и Тейлора. С. Горленко.	485
Диатермический аппарат с катодными лампами. С. Н. Ржевкин.	494
О трансформировании низкой частоты. Инж. В. В. Ширков.	503
О настройке распределенного заземления. В. Татаринов.	511
Опытное определение электрического поля антенны. В. Татаринов.	516
Люберецкая выделенная приемная радиостанция. В. И. Баженов.	519
Первая всесоюзная электрот. конференция связи. С. Горленко.	528
Опыты по передаче и приему на волне 35 мт. Перев. С. Гор.	531
Из иностранной литературы. К вопросу об отрицательном сопротивлении.— Распространение эл. волн над землею.—Французские радиолюбители.— Самый богатый радиолюбитель.—О молнии	540
Библиография	547
Хроника	552
Исправления.	555
Письмо в редакцию. О радиопередаче. А. Сузант.	556
Указатель ТИТбп №№ 23—27.	557

Д.с.р. 60/31

Институт Государств.
КРДВР
Публичная Библиотека
ИМЕНИ ЛЕНИНА
Отдел
Местности
№ 213

Опытное исследование законов незатухающих колебаний электростатически связанных вибраторов.

С. Моругиной.

Зимой 1923/24 года В. В. Татаринов предложил мне сделать опытную проверку найденных им законов незатухающих колебаний электростатически связанных контуров¹). В основу его теории положено представление о генераторе колебаний, как о некотором отрицательном сопротивлении, включенном в контур генератора. Такое представление вполне допустимо собственно лишь для слабых связей, а потому было интересно проверить, насколько согласуется теория с опытом при разных связях и затуханиях контура II (резонатора).

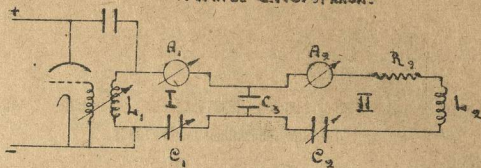
Приборы и схемы установки.

Схема установки приборов дана на черт. 1 (стр. 443). Контур I и II представляют собою контуры генератора и резонатора. В контур I была включена генераторная лампа мощностью около 250 ватт; напряжение на анод задавалось 720 вольт. A_1 и A_2 — два тепловые амперметра, позволяющие делать отсчеты с точностью до 0,01 ампера. c_1 и c_2 — два градуированных переменных конденсатора. c_3 — конденсатор связи. При слабой связи c_3 был один бумажный конденсатор С. и Г. емкостью в 108000 см, а при сильной связи — два параллельно соединенных конденсатора Шотта по 14700 см каждый. R_2 — безиндукционное сопротивление. Самоиндукции контуров L_1 и L_2 были определены измерением длин волн и емкостей по формуле Томсона. Они оказались $L_1 = 1,79 \cdot 10^{-4}$ генри и $L_2 = 1,55 \cdot 10^{-4}$ генри.

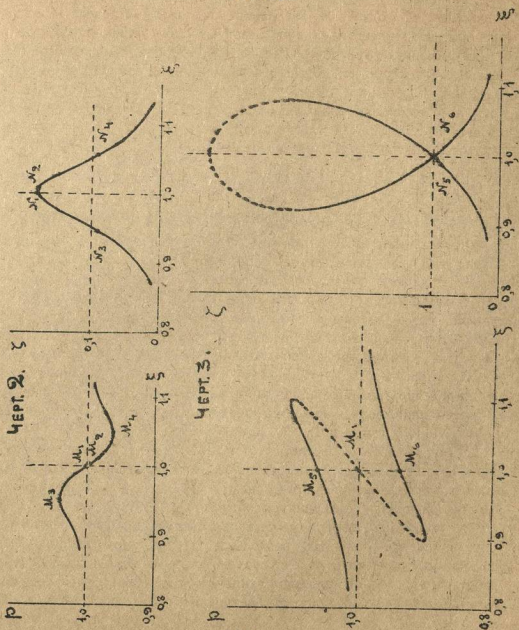
При изменении емкости c_2 изменяются как амплитуды токов в обоих контурах, так и частота полученных колебаний. Исследование законов этих изменений и представляло главную цель настоящей работы. При малой связи изменения частоты колебаний так незначительны, что не могут быть измерены обыкновенным волномером, и потому для этих измерений пришлось воспользоваться методом биений. Биения получались при помощи маленького генератора, не показанного на черт. 1, работавшего с одной приемной лампочкой типа ПР I и расположенного на расстоянии около полутора метров от генератора I. Между ними

¹ Archiv für Elektrotechnik. В. XII. Н. 1. 1923. Титбп № 17, стр. 735. 1922.

К СТАТЬЕ С. МОРУГИНОЙ.



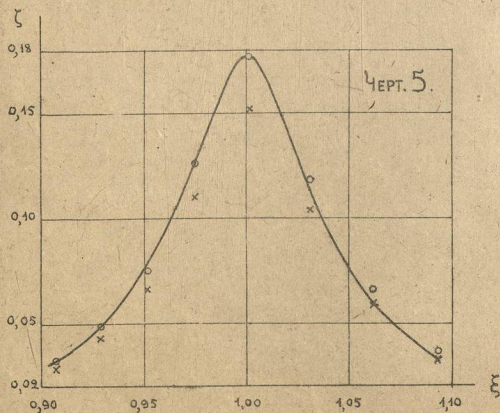
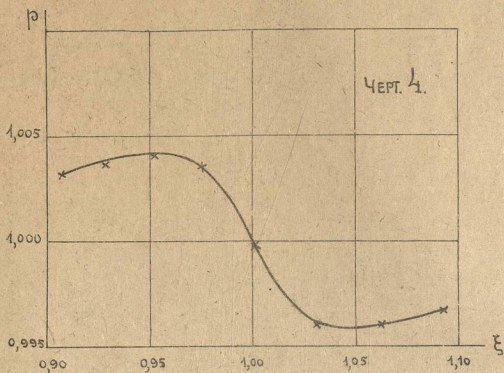
ЧЕРТ. 1.



ЧЕРТ. 2.

ЧЕРТ. 3.

К статье С. Моругиной



помещался обыкновенный приемник с детектором, в телефон которого и был слышен тон, даваемый биениями. Частота гетеродина считалась постоянной. При изменении настройки резонатора менялось число биений, а следовательно и тон слышимый в телефон приемника. Измерение высоты тона производилось при помощи монохорда и эталонного камертона, дававшего 435 колебаний в секунду. При больших связях частота колебаний определялась просто волномером Сименса и Гальске лабораторного типа.

Формулы, подлежащие проверке.

Согласно теории В. В. Татаринова частота и амплитуды токов электростатически связанных контуров определяются в зависимости от настройки резонатора следующими формулами:

$$\Phi(p, \xi) = p^2 - (1 + \xi - p \frac{p-1}{p-\xi}) p + \xi - p^2 = 0, \quad (1)$$

$$\Psi(\xi, \xi) = (\xi\xi - 1)^2 - (1 + \xi - p\xi)(\xi\xi - 1)(\xi - 1) + (\xi - p^2)(\xi - 1)^2 = 0. \quad (2)$$

Формула (1) дает кривую частот, формула (2) — кривую амплитуд. Буквы в этих формулах имеют следующее значение: $\xi = \frac{B_1^2}{B_2^2}$, где B_1 есть собственная частота контура II с последовательно включенными емкостями c_2 и c_3 , т. е.

$$B_2^2 = \frac{1}{L_2} \left(\frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3} \right),$$

и B_1 — собственная частота генератора при разомкнутом контуре II, которая остается во время эксперимента неизменной. Эта величина ξ есть независимая переменная в обоих уравнениях. $p = \frac{\omega^2}{B_1^2}$, где ω есть угловая частота колебаний всей системы, имеющая место в действительности. Она есть функция ξ . $p = \frac{4\alpha_2^2}{B_1^2}$, где $\alpha_2 = \frac{R_2}{2L_2}$. Это есть коэффициент, характеризующий затухание контура II. Он тоже остается неизменным во время эксперимента. Если обозначить через δ декремент затухания контура II при частоте B_1 , то $\delta = \pi\sqrt{p}$. Коэффициент μ характеризует связь и выражается через параметры контуров так:

$$\mu = \frac{1}{B_1^2 c_3 \sqrt{L_1 L_2}} = \frac{c_1}{c_1 + c_3} \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}. \quad (A)$$

$$\zeta = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{L_2 I_2^2}{L_1 I_1^2},$$

где α_1 есть отрицательный коэффициент затухания контура 1. Он изменяется с настройкой резонатора и потому ζ есть функция ε . Теоретические кривые, выражаемые уравнениями (1) и (2), имеют различный вид для случаев слабой связи ($\mu^2 < \rho [1 - \frac{\rho}{4}]$), критической связи ($\mu^2 = \rho [1 - \frac{\rho}{4}]$) и сильной связи ($\mu^2 > \rho [1 - \frac{\rho}{4}]$). Вид кривых для случаев слабой и сильной связи дан на черт. 2 и 3 (стр. 443).

Кривая частот при слабой связи имеет max. и min. в точках $M_3 (\varepsilon_3, \rho_3)$ и $M_4 (\varepsilon_4, \rho_4)$.

Точка M_1 соответствует резонансу обоих контуров ($\varepsilon_1 = 1$) и имеет ординату $\rho_1 = 1$, т.е. в этой точке действительная частота системы равна частотам обоих контуров. Этим обстоятельством я пользовалась для точной настройки обоих контуров в резонанс.

Точка M_2 соответствует max. кривой амплитуд (N_2), который немного сдвинут вправо от резонанса. При сильной связи обе кривые имеют по три действительных корня для точек близких к резонансу, но лишь два из них соответствуют устойчивым режимам системы. Части кривых, соответствующие неустойчивому режиму изображены на черт. 3 пунктиром. Моменту резонанса контуров соответствуют на кривой частот две точки M_5 и M_6 , дающие устойчивые режимы. Режим, соответствующий точке M_1 физически получен быть не может, как неустойчивый. Точкам M_5 и M_6 кривой частот соответствует одна двойная точка кривой амплитуд с ординатой $\zeta = 1$.

Вычисления этих теоретических кривых удобнее всего производить при помощи преобразования, предложенного В. В. Татариновым¹⁾. Преобразование это следующее; положим

$$\rho = y + 1; \varepsilon = y + 1 - z\sqrt{\rho}; \zeta = \frac{y}{z\sqrt{\rho}} \text{ и } \frac{\mu^2}{V\rho} = v. \quad (3)$$

Вводя эти новые величины в уравнения (1) и (2), получим вместо двух одно уравнение между y и z :

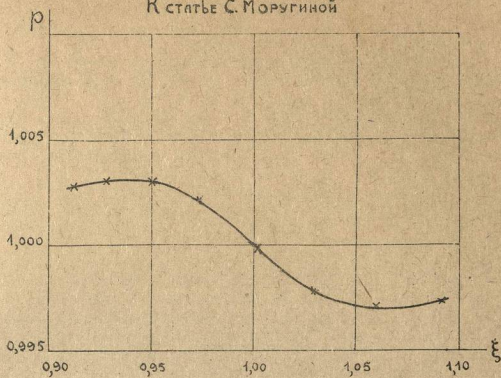
$$yz^2 - vz + y(y + 1) = 0 \quad (4)$$

с одним постоянным параметром v .

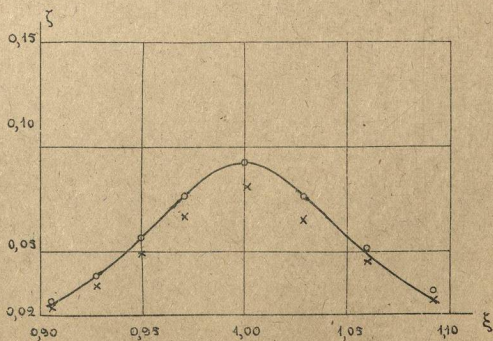
Для вычисления точек кривых (1) и (2) при помощи этих преобразований нужно знать какие нибудь два из трех параметров μ , v и ρ .

¹⁾ См. Archiv für Elektrotechnik, В. XII. Н. 1. 1923. Титбп № 17, стр. 735. 1922.

К статье С. Моругиной



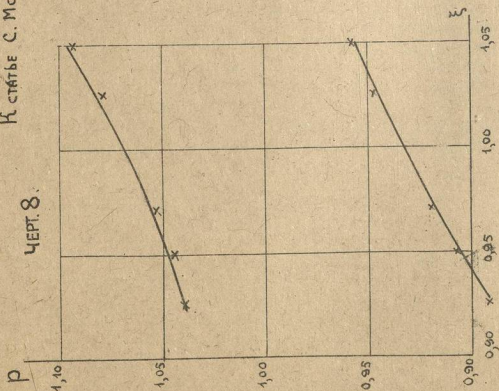
ЧЕРТ. 6.



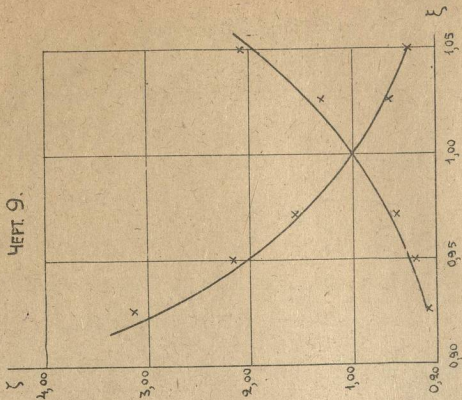
ЧЕРТ. 7.

К статье С. Моругиной.

ЧЕРТ. 8.



ЧЕРТ. 9.



Обратно, если кривые известны, то по ним можно определить эти параметры.

Параметр μ легко определить из формулы (А) по данным c_1 , c_3 , L_1 и L_2 . Что же касается параметра ν (или ρ), зависящего от сопротивления контура II при высокой частоте, то его я определяла из самых опытных кривых при разных добавочных сопротивлениях ($R_1 = 9,75$ ом и $R_2 = 14,45$ ом). Для этой цели я воспользовалась точками $\max. (\xi_3, p_3)$ и $\min. (\xi_1, p_1)$ кривой частот, для которых В. В. Татаринным дана следующая формула:

$$p_3 - p_1 = \nu + \frac{5\nu^3}{32} + \dots = \sim \nu. \quad (5)$$

Для настройки контуров в резонанс, как упомянуто выше, я пользовалась точкой M_1 и именно тем обстоятельством, что при точном резонансе частота колебаний не меняется при замыкании и размыкании контура II, ибо (в этой точке $\xi_1 = 1$ и $p_1 = 1$, т.е. $B_1 = B_2 = \omega$).

Для случая сильной связи параметр μ определяется по той же формуле (А). Параметр ρ из опытной кривой в этом случае определять не следует, так как здесь влияние затухания затушевывается действием сильной связи. Он должен быть определен из измерений при слабой связи.

Измерения при слабой связи.

При слабой связи наблюдения производились следующим образом. Прежде всего градуировался конденсатор c_2 на длины волн контура II. Для этой цели конденсатор c_2 устанавливается например на 65° , а генератор I и добавочный гетеродин приводились в колебания такой частоты, чтобы в телефоне приемника были слышны биения. При замыкании и размыкании контура II тон биений вообще меняется, но при настройке контуров I и II в резонанс он остается неизменным. Этим я пользовалась для точной настройки контуров, которая достигалась вращением ручки конденсатора c_1 . Соответствующая длина волны определялась волномером, слабо связанным с генератором.

Таким образом конденсатор c_2 был градуирован от 65° до 100° через 5° . Результаты градуировки даны в таблице 1 (след. стр).

После этого снимались кривые $\Phi = 0$ и $\Psi = 0$. Прежде всего монохорд с переменной длиной струны настраивался в унисон с эталонным камертоном, дававшим 435 колебаний в секунду, и записывалась соответствующая длина струны l_0 . Затем генератор Г настраивался так, чтобы резонанс его с контуром II пришелся около 80° — 90° конденсатора c_2 . Контур II точно настраивался в резонанс с контуром I описанным выше способом, а монохорд настраивался в унисон с тоном биений. Записывались градусы конденсатора c_2 , длина струны l_1 и токи I_1 и I_2 в кон-

ТАБЛИЦА 1.

c_2	λ_2	c_2	λ_2
65°	1138 мт	85°	1205 мт
70°	1155	90°	1220
75°	1172	95°	1235
80°	1189	100°	1250

турах I и II. Потом конденсатор c_2 устанавливался последовательно на 65°, 70°... 100°, а монохорд каждый раз настраивался на тон биений. При каждой установке отмечалась длина струны l и токи I_1 и I_2 . После этого для проверки, ввиду возможных изменений в работе генератора за время наблюдений, контур II снова настраивался в резонанс с контуром I, а монохорд в унисон с тоном биений. Записывались c_2 , l_1 , I_1 и I_2 . Результаты наблюдений приведены в таблицах 2 и 3 в четырех первых столбцах.

ТАБЛИЦА 2.

$R_2 = 9,75 \text{ ома}$; $L_1 = 1,79 \cdot 10^{-4} \text{ ген}$; $L_2 = 1,55 \cdot 10^{-4} \text{ ген}$; $\lambda_1 = 1190 \text{ м}$; $l_0 = 16,6$.

c_2	$l \text{ см}$	$I_1 \text{ амп}$	$I_2 \text{ амп}$	ξ	ρ	ζ
$c_2 = 80,02$	$l_1 = 8,95$	$I_1 = 1,73$	$I_2 = 0,724$	1	1	0,151
65°	5,9	1,97	0,378	1,093	0,9967	0,032
70°	5,5	1,92	0,498	1,062	0,9960	0,059
75°	5,5	1,87	0,646	1,031	0,6960	0,104
80°	8,6	1,73	0,726	0,001	0,9998	0,152
85°	20,5	1,84	0,656	0,975	1,0036	0,110
90°	24,4	1,92	0,532	0,952	1,0041	0,066
95°	21,0	1,94	0,432	0,929	1,0037	0,043
100°	17,9	1,96	0,360	0,907	1,0032	0,029
$c_2 = 80,02$	$l_1 = 8,95$	$I_1 = 1,73$	$I_2 = 0,726$	1	1	0,152

ТАБЛИЦА 3.

$R_2 = 14,45 \text{ ома}$; $L_1 = 1,79 \cdot 10^{-4} \text{ ген}$; $L_2 = 1,55 \cdot 10^{-4} \text{ ген}$; $\lambda_1 = 1189 \text{ м}$; $l_0 = 16,6$.

c_2	$l \text{ см}$	$I_1 \text{ амп}$	$I_2 \text{ амп}$	ξ	ρ	ζ
$c_2 = 80,02$	$l_1 = 8,95$	$I_1 = 1,84$	$I_2 = 0,552$	1	1	0,080
65°	6,2	0,95	0,342	1,092	0,9973	0,027
70°	6,05	1,92	0,438	1,060	0,9971	0,045
75°	6,55	1,89	0,520	1,029	0,9978	0,065
80°	8,8	1,83	0,554	1,001	0,9999	0,081
85°	13,2	1,88	0,522	0,973	1,0022	0,067
90°	16,2	1,91	0,456	0,950	1,0030	0,049
95°	16,2	1,93	0,380	0,928	1,0030	0,034
100°	15,3	1,95	0,322	0,906	1,0028	0,024
$c_2 = 80,01$	$l_1 = 8,8$	$I_1 = 1,84$	$I_2 = 0,556$	1	1	0,080

Обработка наблюдений.

При обработке наблюдений прежде всего вычислялись по опытным данным величины ξ , p и ζ . ξ вычислялось по формуле: $\xi = (\frac{B_2}{B_1})^2 = (\frac{\lambda_1}{\lambda_2})^2$, причем λ_1 и λ_2 определялись при помощи таблицы 1. Для вычисления $p = (\frac{\omega}{B_1})^2$ необходимо было сначала определить частоту системы $n = \frac{\omega}{2\pi}$. Если обозначим через n_1 число колебаний системы в момент резонанса контуров и через ν_1 число биений гетеродина и системы связанных контуров, когда эти последние настроены в резонанс ($\xi = 1$, $p = 1$), то частота гетеродина будет $n_1 \pm \nu_1$, смотря по тому, что выше настроено: гетеродин или система. Число биений ν_1 определялось по формуле $\nu_1 = \frac{435 \cdot l_0}{l_1}$. Зная частоту гетеродина легко было определить частоту системы при всех прочих настройках, вычитая (или прибавляя) из нее соответствующее число биений. Таким образом частота системы определялась по формуле:

$$n = n_1 \pm \frac{435 \cdot l_0}{l_1} \mp \frac{435 \cdot l_0}{l} = n_1 \pm 435 l_0 \left(\frac{1}{l_1} - \frac{1}{l} \right).$$

Величина p легко определялась по данным n и n_1 :

$$\begin{aligned} p = \left(\frac{\omega}{B_1} \right)^2 &= \left(\frac{n}{n_1} \right)^2 = \left[1 \pm \frac{435 l_0}{n_1} \left(\frac{1}{l_1} - \frac{1}{l} \right) \right]^2 = \\ &= \sim 1 \pm \frac{870 \cdot l_0}{n_1} \left(\frac{1}{l_1} - \frac{1}{l} \right). \end{aligned}$$

ζ определялось по формуле

$$\zeta = \frac{L_2 l_2^2}{L_1 l_1^2}.$$

Вычисленные таким образом величины ξ , p и ζ нанесены крестиками на черт. 4 и 5 для случая $R_2 = 9,75$ ома и на черт. 6 и 7 для случая $R_2 = 14,45$ ома. Соединяя плавной кривой нанесенные точки я получила экспериментальные кривые, которые на черт. 4, 5, 6 и 7 не вычерчены. По экспериментальным кривым я определяла описанным выше способом ν , значение которого для кривой черт. 4 получилось $\nu = 0,0082$, для кривой черт. 6 $\nu = 0,0060$. Коэффициент связи μ ,

остающийся неизменным для кривых при разных сопротивлениях, вычисленный по формуле (А) получился $\mu^2 = 3,81 \cdot 10^{-4}$. При известных значениях μ^2 и ν по формуле $\frac{\mu^2}{V_p} = \nu$ легко определялась величина V_p .

Для кривой черт. 4 $V_p = 0,0464$ и для кривой черт. 6 $V_p = 0,0645$. Подставляя полученные значения ν и V_p в формулы (3) и (4), я находила величины ξ , ρ и ζ для теоретических кривых, вычерченных сплошными линиями на черт. 4, 5, 6 и 7.

Совпадение теории с опытом для кривых частот оказалось полное, опытные же кривые амплитуд сместились вниз относительно теоретических, что можно объяснить присутствием в контуре I обертонов, которые действительно можно было обнаружить волномером. Опытные кривые амплитуд, вычисленные с поправками на обертоны, нанесены кружками на черт. 5 и 7.

Поправки на обертоны вычислялись на основании следующих соображений и допущений. Прежде всего мы допускаем, что обертоны, возникающие в контуре I вследствие присутствия в нем генерирующего механизма, не возбуждают соответствующих колебаний в контуре II, и во вторых предполагаем, что амплитуды обертонов не меняются при изменении настройки контура II. Слабая связь между контурами оправдывает эти два допущения. Если мы обозначим через I амплитуду основного колебания в контуре I и через $i_1, i_2, \dots$ амплитуды обертонов, то отклонения стрелки амперметра будут пропорциональны

$$I_1^2 = I^2 + \sum i_k^2.$$

Согласно теории $\zeta = \frac{L_2 I_2^2}{L_1 I^2}$, мы же определяли собственно некоторое ζ' по формуле

$$\zeta' = \frac{L_2 I_2^2}{L_1 I_1^2} = \frac{L_2 I_2^2}{L_1 (I^2 + \sum i_k^2)}.$$

Вследствие этого точки опытной кривой амплитуд получались ниже теоретической кривой. Для резонанса (при $\xi_1 = 1$) формула (2) дает

$$\xi_1 = \frac{L_2 I_2^2}{L_1 I^2} = \frac{\mu^2}{\rho} = \frac{\nu}{V_p}.$$

Так как μ^2 определяется формулой (А), а ρ вычисляется из кривой частот, то последнее уравнение позволяет определить $L_1 I^2 = L_2 I_2^2 \frac{\rho}{\mu^2}$.

Величина же ζ_1' , найденная из опыта, дает возможность найти Σi_k^2 . Действительно,

$$\zeta_1' = \frac{L_2 I_2^2}{L_1 (I^2 + \Sigma i_k^2)},$$

откуда

$$L_1 \Sigma i_k^2 = \frac{L_2 I_2^2}{\zeta_1'} - L_1 I^2,$$

или

$$L_1 \Sigma i_k^2 = \frac{L_2 I_2^2}{\zeta_1'} - L_2 I_2^2 \frac{\rho}{\mu^2} \text{ и } \Sigma i_k^2 = \frac{L_2 I_2^2}{L_1} \left(\frac{1}{\zeta_1'} - \frac{\rho}{\mu^2} \right).$$

Для кривой черт. 5 получилось $\Sigma i_k^2 = 0,43$, а для кривой черт. 7 $\Sigma i_k^2 = 0,48$. Найденные таким образом величины Σi_k^2 надо вычитать из значений I_1^2 , полученных из опыта.

Величина $\sqrt{\rho}$ дает возможность вычислить при данной частоте полное сопротивление контура II. Действительно, $\sqrt{\rho} = \frac{2 a_2}{B_1}$ и

$2 a_2 = \frac{R_2}{L_2}$, откуда $R_2 = L_2 B_1 \sqrt{\rho}$. Для кривой черт. 4 получилось $R_2 = 11,4$ ома, для кривой черт. 6 $R_2 = 15,8$ ома. Откуда увеличению введенного в цепь контура II сопротивления на 4,7 ома соответствует вычисленное по формуле сопротивление 4,4 ома.

Измерения при сильной связи.

Для измерений при сильной связи снова пришлось градуировать конденсатор c_2 на длины волн контура II, потому что был изменен конденсатор связи c_3 . Контур II, состоящий из самоиндукции L_2 и последовательно соединенных конденсаторов c_2 и c_3 , связывался слабой индуктивной связью с генератором колебаний. Градуировка производилась следующим образом. Конденсатор c_2 устанавливался например на 65° , и генератор настраивался в резонанс с контуром II по максимуму тока в последнем. Длина волны определялась волномером, слабо связанным с генератором. Потом конденсатор c_2 устанавливался последовательно на 70° , $75^\circ \dots 95^\circ$, и каждый раз повторялась описанная операция. Результаты градуировки даны в таблице 4 (след. стр.).

После этого снимались кривые частот и амплитуд. Для этого конденсатор c_1 устанавливался на некоторое определенное деление и определялись границы затягивания и перескакивания, что достигалось вращением ручки конденсатора c_2 . Затем конденсатор c_2 устанавливался на такое деление, чтобы система оказалась в затянутом состоянии,

остающийся неизменным для кривых при разных сопротивлениях, вычисленный по формуле (4) получился $\mu^2 = 3,81 \cdot 10^{-4}$. При известных значениях μ^2 и ν по формуле $\frac{\mu^2}{V_p} = \nu$ легко определялась величина V_p .

Для кривой черт. 4 $V_p = 0,0464$ и для кривой черт. 6 $V_p = 0,0645$. Подставляя полученные значения ν и V_p в формулы (3) и (4), я находила величины ξ , ρ и ζ для теоретических кривых, вычерченных сплошными линиями на черт. 4, 5, 6 и 7.

Совпадение теории с опытом для кривых частот оказалось полное, опытные же кривые амплитуд сместились вниз относительно теоретических, что можно объяснить присутствием в контуре I обертонов, которые действительно можно было обнаружить волномером. Опытные кривые амплитуд, вычисленные с поправками на обертоны, нанесены кружками на черт. 5 и 7.

Поправки на обертоны вычислялись на основании следующих соображений и допущений. Прежде всего мы допускаем, что обертоны, возникающие в контуре I вследствие присутствия в нем генерирующего механизма, не возбуждают соответствующих колебаний в контуре II, и во вторых предполагаем, что амплитуды обертонов не меняются при изменении настройки контура II. Слабая связь между контурами оправдывает эти два допущения. Если мы обозначим через I амплитуду основного колебания в контуре I и через $i_1, i_2, \dots$ амплитуды обертонов, то отклонения стрелки амперметра будут пропорциональны

$$I_1^2 = I^2 + \sum i_k^2.$$

Согласно теории $\zeta = \frac{L_2 I_2^2}{L_1 I^2}$, мы же определяли собственно некоторое ζ' по формуле

$$\zeta' = \frac{L_2 I_2^2}{L_1 I_1^2} = \frac{L_2 I_2^2}{L_1 (I^2 + \sum i_k^2)}.$$

Вследствие этого точки опытной кривой амплитуд получались ниже теоретической кривой. Для резонанса (при $\xi_1 = 1$) формула (2) дает

$$\xi_1 = \frac{L_2 I_2^2}{L_1 I^2} = \frac{\mu^2}{\rho} = \frac{\nu}{V_p}.$$

Так как μ^2 определяется формулой (4), а ρ вычисляется из кривой частот, то последнее уравнение позволяет определить $L_1 I^2 = L_2 I_2^2 \frac{\rho}{\mu^2}$.

Величина же ζ_1' , найденная из опыта, дает возможность найти Σi_k^2 . Действительно,

$$\zeta_1' = \frac{L_2 I_2^2}{L_1 (I^2 + \Sigma i_k^2)},$$

откуда

$$L_1 \Sigma i_k^2 = \frac{L_2 I_2^2}{\zeta_1'} - L_1 I^2,$$

или

$$L_1 \Sigma i_k^2 = \frac{L_2 I_2^2}{\zeta_1'} - L_2 I_2^2 \frac{\rho}{\mu^2} \text{ и } \Sigma i_k^2 = \frac{L_2 I_2^2}{L_1} \left(\frac{1}{\zeta_1'} - \frac{\rho}{\mu^2} \right).$$

Для кривой черт. 5 получилось $\Sigma i_k^2 = 0,43$, а для кривой черт. 7 $\Sigma i_k^2 = 0,48$. Найденные таким образом величины Σi_k^2 надо вычитать из значений I_1^2 , полученных из опыта.

Величина $\sqrt{\rho}$ дает возможность вычислить при данной частоте полное сопротивление контура II. Действительно, $\sqrt{\rho} = \frac{2 \alpha_2}{B_1}$ и

$2 \alpha_2 = \frac{R_2}{L_2}$, откуда $R_2 = L_2 B_1 \sqrt{\rho}$. Для кривой черт. 4 получилось $R_2 = 11,4$ ома, для кривой черт. 6 $R_2 = 15,8$ ома. Откуда увеличению введенного в цепь контура II сопротивления на 4,7 ома соответствует вычисленное по формуле сопротивление 4,4 ома.

Измерения при сильной связи.

Для измерений при сильной связи снова пришлось градуировать конденсатор c_2 на длины волн контура II, потому что был изменен конденсатор связи c_3 . Контур II, состоящий из самоиндукции L_2 и последовательно соединенных конденсаторов c_2 и c_3 , связывался слабой индуктивной связью с генератором колебаний. Градуировка производилась следующим образом. Конденсатор c_2 устанавливался например на 65° , и генератор настраивался в резонанс с контуром II по максимуму тока в последнем. Длина волны определялась волномером, слабо связанным с генератором. Потом конденсатор c_2 устанавливался последовательно на 70° , $75^\circ \dots 95^\circ$, и каждый раз повторялась описанная операция. Результаты градуировки даны в таблице 4 (след. стр.).

После этого снимались кривые частот и амплитуд. Для этого конденсатор c_1 устанавливался на некоторое определенное деление и определялись границы затягивания и перескакивания, что достигалось вращением ручки конденсатора c_2 . Затем конденсатор c_2 устанавливался на такое деление, чтобы система оказалась в затянутом состоянии,

волномером определялась длина волны и записывались силы токов в обоих контурах. После этого размыкалась цепь контура II, и определялась собственная длина волны генератора.

ТАБЛИЦА 4.

c_2	λ_2
70°	1122 мт
75°	1135
80°	1150
85°	1167
90°	1180
95°	1195

Затем опять замыкалась цепь контура II, причем генератор работал уже на другой ветви кривой в незатянутом состоянии, и опять определялась длина волны и записывались силы токов. Та же операция повторялась при установке конденсатора c_2 на другие деления в пределах затягивания.

Результаты наблюдений приведены в таблице 5 в четырех первых столбцах.

ТАБЛИЦА 5.

$L_1 = 1,79 \cdot 10^{-4}$ ген; $L_2 = 1,55 \cdot 10^{-4}$ ген; $\lambda_2 = 1150$ м; $\mu^2 = 0,00471$; $\sqrt{p} = 0,0059$.

c_2	I_1	I_2	λ	ξ	p	ζ
95°	1,541	2,940	1217	0,926	0,892	3,150
	2,145	1,245	1127		1,041	0,291
90°	1,705	2,707	1207	0,950	0,907	2,180
	2,135	1,452	1125		1,045	0,402
85°	1,828	2,464	1200	0,971	0,919	1,570
	2,114	1,717	1120		1,053	0,572
75°	1,899	2,329	1107	1,026	1,078	1,300
	2,010	1,769	1182		0,947	0,670
70°	1,725	2,672	1100	1,050	1,093	2,080
	2,041	1,464	1175		0,957	0,445

Обработка наблюдений.

Обработка наблюдений при сильной связи производилась так же, как и при слабой, только не нужно было вычислять частоту колебаний всей системы, так как в этом случае непосредственно определялась длина волны всей системы волномером. Теоретические кривые вычислялись по тем же формулам (3) и (4), причем ρ определялось так же по формуле (A), а ρ на основании измерений при слабой связи по формуле

$$V_{\rho} = \frac{R_2}{L_2 B_1}.$$

Теоретические кривые для случая сильной связи вычерчены на черт. 8 и 9 (стр. 448), а опытные нанесены крестиками. Совпадение теории с опытом в этом случае хуже, чем в случае слабой связи, но все же расхождение опытных данных с теоретическими почти не выходит из пределов возможных погрешностей измерений. Опытные кривые амплитуд оказались немного смещенными вправо, теоретические же почти совершенно симметричны.

Таким образом замена генерирующего механизма воображаемым отрицательным сопротивлением дает как при слабой, так и при сильной связи контуров картину явлений весьма близкую к действительности.

Нижегород.

Радиолaborатория имени В. И. Ленина.

Сентябрь 1924 г.

Техника высоких частот — новый этап на пути развития электротехники и проблем электрофикации.

(Опыт сопоставления электротехники высоких и низких частот).

Инж. О. М. Штейнгауза.

Доложено на пленарном заседании I-ой Всесоюзной Конференции по Электроснабжению 13-го июля 1924 г.

Современная радиотехника родит и сближает технику, а может быть, и науку, с практически неизведанной областью безбрежного все проникающего эфирного океана. Эта область до сих пор была нам известна лишь по наслышке, по теории и в лучшем случае по некоторым лабораторным опытам; теперь, благодаря радиотехнике, она становится близкой, доступной, почти осязаемой.

Если на мгновение отдать себе отчет в том, что область эфирного океана, в которую вводит нас радиотехника, является той элементарной

стихий, которая передает нашей планете огромную долю получаемой ею из мирового пространства энергии, то перед нами сразу встанут необятные перспективы, открываемые перед наукой и техникой в связи с современной радиотехникой.

Большая часть электромагнитной энергии, получаемой нами из мирового пространства, в том числе свет и лучистая теплота, весьма высокой частоты, и природа широко использует принцип свободных колебаний и резонанса. Мы увидим в дальнейшем, что и радиотехника оперирует электромагнитными колебаниями высокой частоты (хотя и далеко не столь высокой, как колебания света и теплоты) и принципом свободных колебаний и резонанса, в противоположность электротехнике сильных токов, имеющей дело с низкими частотами и избегающей естественных колебаний и резонанса.

Ход событий заставил радиотехников приблизиться к технике сильных токов, понизить частоту и разработать методы перехода от одних частот к другим. Грани между техникой высокой частоты и техникой низкой частоты начинают стираться и, быть может, недалеко то время, когда техника сильных токов в широкой мере начнет пользоваться непосредственно энергией высокой частоты и принципом резонанса. Тогда при дружной совместной работе радиотехников и силовых инженеров, отрешившихся от боязни свободных колебаний и резонанса и от рабской привязанности к ведущим ток проводам претворится в жизнь пока лишь блестящий афоризм о том, что ближайший период электротехники будет периодом техники высоких частот.

Однако, наступлению эры высокой частоты в электротехнике во всяком случае будет предшествовать длительный переходный период, в течение которого связь между техникой высоких и низких частот будет становиться все тесней. Она будет создаваться и питаться общими задачами, требующими для своего осуществления совместной, сознательно и твердо направляемой и организуемой, исследовательской работы деятелей той и другой области. Одной из таких первоочередных наметавшихся общих задач является проблема осуществления электропередачи на очень далекие расстояния постоянным током весьма высокого напряжения. Значение этой проблемы в связи с развитием электрофикации и с ростом расстояний, на которые приходится передавать электрическую энергию, увеличивается с каждым днем и в последние годы привлекает к себе внимание электротехников всех стран.

В быстрейшем и простейшем решении этой проблемы Россия заинтересована несравненно более, чем другие страны, которые, с одной стороны, имеют дело со значительно меньшими расстояниями, а с другой стороны, уже далеко ушли вперед по пути электрофикации трехфазным током. Рациональная передача энергии на очень большие расстояния, с какими приходится считаться у нас (порядка 500 и более километров) мыслима лишь постоянным током высокого напряжения, экономично и просто трансформируемого на местах потребления энер-

гии в трехфазный или переменный. Как видно будет из доклада, проблема эта связана также с вопросом электрофикации железных дорог. Рентабельность Днепростоя и других наших крупных электропередач будет зависеть от возможности передавать энергию на очень большие расстояния, т.-е. от вопроса об осуществлении простой и рациональной электропередачи постоянным током высокого напряжения.

Вполне понятно поэтому, что вопрос о планомерной организации совместной работы для решения общих проблем впервые во всей широте своей ставится в России.

1. Техника высоких частот имеет все данные для того, чтобы развиваться в новую мощную область электротехники.

В последние годы все чаще приходится встречаться с термином „техника высоких частот“. Техника высоких частот противопоставляется, или вернее—сопоставляется с техникой низкой частоты, т.-е. с электротехникой сильных переменных токов общепринятой частоты в 50 пер/сек. Научный орган германской радиотехнической мысли „Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie“ несколько лет тому назад присоединил к своему заголовку слова: „und Zeitschrift für Hochfrequenztechnik“ („и журнал техники высоких частот“). Причем до 1924 года оба заголовка печатались рядом и одинаковым шрифтом; с начала 1924-го года второй заголовок печатается отдельно и вдвое большим шрифтом, оставляя в тени первый заголовок. Издатели журнала, руководимого такими научными авторитетами, как Max Wien и J. Zenneck, как бы хотят этим оттенить, что народилась и крепнет новая отрасль электротехники—электротехника высоких частот, а радиотехника является лишь одной из областей применения техники высоких частот.

При взгляде на оборудование современной мощной электростанции энергии высокой частоты прежде всего бросается в глаза, что она мало чем отличается от привычного нам типа электростанции: в Науэне, в синхронных генераторах привычного нам индукционного типа, генерируется электрический ток в 6000 пер/сек, который затем в ряде статических трансформаторов частоты, весьма похожих на наши трансформаторы напряжений, последовательно превращается в ток 12.000, 18.000, 24.000, 36.000, 48.000 периодов, в зависимости от требуемой длины электромагнитной волны, излучаемой в пространство. На Науэнской радиостанции установлено: 2 генератора по 500 kW и 2—по 175 kW. Таким образом общая мощность станции—1350 киловатт переменного тока 6000 пер/сек, легко и просто, с хорошим коэффициентом полезного действия (90—92%), трансформируемого в ток более высокой частоты в статических трансформаторах. По масштабу своему описанная станция вполне сравнима со средней станцией низкой частоты; мощность электростанций высокой частоты могла бы быть значительно повышена, если бы к тому представилась надобность. Выбранная нами для примера

Науэнская станция оборудована генераторами высокой частоты, построенными на близком нам, сильноточникам, принципе индукции, но радиотехники разработали и другие методы получения быстропеременных токов: как известно, в настоящее время на мощных радиостанциях применяются и катодные генераторы, и дуговые, и машины Гольдшмидта.

В радиостанции вырабатываемая генераторами электрическая энергия высокой частоты передается на открытый (колебательный) контур—антенну для целей излучения энергии в пространство электромагнитными волнами эфира. Но совершенно ясно, что раз имеется возможность генерировать электрическую энергию высокой частоты в промышленно-техническом масштабе, то возможно использование ее и для других целей—для передачи на расстояние и трансформирования в другие виды энергии подобно тому, как мы используем энергию низкой частоты 50 периодов. Можно а priori сказать, что было бы в высшей степени мало вероятным, чтобы в обширной области применения сильных токов не оказалось той или иной отрасли, в которой применение энергии высокой частоты, а также методов и принципов, разработанных техникой высокой частоты, не давало бы значительных преимуществ пред применением энергии низкой частоты и старых сильноточных методов. И действительно, техника высоких частот, сохранив за собой свободу маневрирования в довольно широкой полосе спектра частот, разработав простые методы перехода от одних частот к другим, от переменного тока к постоянному и обратно, уже начинает прокладывать себе путь как в область слабых, так и в область сильных токов. За 25-летний период своего существования техника высоких частот значительно расширила диапазон применяемых ею частот, приблизилась к области низких частот, перебрала мосты в виде преобразователей частот, и недалеко, вероятно, время, когда обе отрасли—высоких и низких частот—сольются в одну обширную область техники электронов.

II. Техника высоких частот ввела в электротехнику два новых принципа, сулящих обновление всей электротехнике и обеспечивающих ей решающее влияние на будущие судьбы электротехники и электрофикации: принцип свободных колебаний и резонанса и принцип электронно-лучевой эмиссии.

Мы не будем останавливаться на совершенно ясных и достаточно знакомых сильноточникам основных отличиях токов высокой и низкой частоты: с возрастанием частоты, как известно, возрастает пропорционально значению самоиндукции ($m.L$) и емкости ($\frac{1}{m.C}$) и имеет место вытеснение тока к поверхности проводника. Последнее явление известно под названием скин-эффекта и имеет одним из следствий полную безопасность токов высокой частоты для жизни.

Обратимся к основным принципам, отличающим технику высоких частот от техники низких частот:

1) В отличие от техники сильных токов (низких частот), целиком построенной на принципе принудительных колебаний электронов в проводниках, техника высоких частот построена на использовании свободных колебаний электронов в электрических контурах и использовании резонанса.

2) В отличие от техники низких частот, имеющей дело исключительно с движением электронов по так называемым проводникам, современная техника высоких частот использовала и развила новый принцип — эмиссии электронов из проводника в окружающее пространство.

Остановимся подробнее на этих двух основных принципах техники высоких частот.

Принцип свободных колебаний и резонанса.

По современным воззрениям на сущность электрических явлений электрический ток в проводниках состоит в движении электронов — отрицательных атомов электричества. Кроме электронов, вращающихся по замкнутым орбитам вокруг положительного ядра, и представляющих вместе с ядром устойчивую систему — атом, в пространстве между молекулами находится огромное количество свободных, холостых, не связанных с атомами электронов, совершающих быстрые беспорядочные движения. Энергия этих движений представляет собой энергию тепловую и обуславливает температуру данного вещества. Свободные „холостые“ электроны, легко передвигаясь внутри проводника, могут вылетать из него лишь при особых условиях. Чтобы заставить электроны превратить свое беспорядочное движение в закономерно направленное — в электрический ток — можно воздействовать на них магнитным или электрическим полем (черт. 1 стр. 461). Основной принцип, на котором зиждется электротехника сильных токов, принцип индукции Фарадея, состоит в том, что движением проводника в магнитном поле приводятся в движение электроны, и таким образом в замкнутом проводнике получается электрический ток. Закон индукции поддается точной математической формулировке и вместе с законами, характеризующими электрический ток (Ома и Кирхгофа) служит фундаментом, на котором построена вся электротехника сильных токов.

По соображениям чисто конструктивного характера в наших электрических машинах мы заставляем проводники попеременно пересекать магнитные линии, направленные то в одном, то в противоположном направлении и, таким образом, даем электронам *принудительно переменное движение*, являющееся одной из основных характерных черт техники сильных токов. Отсюда и низкая частота, применяемая в технике сильных токов — в частности стандартная частота в 50 пер/сек, являющаяся компромиссом между требованиями быстроходности и

экономии, с одной стороны, и требованиями уменьшения влияния самоиндукции, с другой.

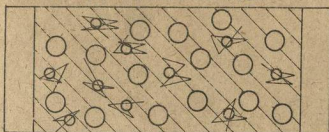
Между тем электроны, выведенные энергично из своего состояния равновесия, имеют стремление колебаться в данном проводнике или контуре с вполне определенным числом колебаний, зависящим исключительно от электрических свойств данного проводника или контура. Если бы трение, представляемое движению электронов в проводнике было равно нулю (т.-е. омическое сопротивление $= 0$), то гармонические (по закону синусоиды) колебания эти продолжались бы бесконечно долго; частота их зависит от емкости и самоиндукции проводника или контура, т.-е. свойств, соответствующих упругости и инерции, и дана формулой

$$m^2 L.C = 1,$$

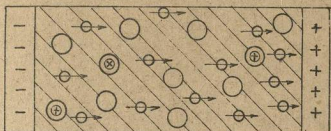
где $m = 2\pi \cdot \nu$, а ν число периодов в секунду. При не слишком большом трении—сопротивлении ($R < \frac{4L}{C}$) электроны совершают периодические затухающие колебания все убывающей амплитуды определенного числа периодов, определяемого весьма близко все той же формулой $m^2 L.C = 1$. Так тело, обладающее определенной массой (т.-е. свойством инерции), прикрепленное к определенной точке упругими силами (резинкой), выведенное из этой точки и предоставленное себе, будет под влиянием инерции и упругих сил, действующих на него, совершать колебания вполне определенного числа периодов, зависящего от массы и упругих сил, на него действующих (черт. 2).

Каждый электрический контур, в силу только что сказанного, обладает, как камертон, вполне определенным электрическим тоном, которым он звучит, излучая электромагнитные колебания в мировой эфир, под влиянием выведенных из равновесия и колеблющихся в нем электронов. Мало того, он чрезвычайно легко приходит в созвучие, и электроны в нем приходят в созвучное колебание—резонанс, если период попадающих на него электромагнитных колебаний совпадает с его собственным электрическим тоном.

В силу исторических условий развития (опыты Герца), радиотехника с самого начала своего развития пошла по пути использования свободных колебаний электронов и резонанса, между тем как техника сильных токов, построенная на принципе принудительных колебаний, всячески избегает свободных колебаний и резонанса. Выросши и базируясь на принципе свободных колебаний, всячески используя свойство резонанса, радиотехника наблюдала и изучала свободно развивающиеся в природе сложные электромагнитные периодические колебания с их многочисленными высшими гармоническими. Опираясь на математическое предложение Фурье, по которому всякая периодическая функция может быть разложена на ряд гармонических колебаний (и при том однозначно) и на принцип резонанса, радиотехника достигла



Хаотическое движение холостых электронов в проводнике.

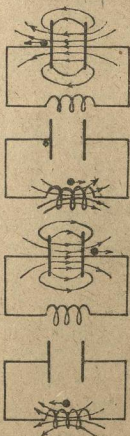


Направленное движение электр. в проводнике — электр. ток.
Нейтральн. атомы.
Диссоцииров. атомы.

а)

ЧЕРТ. 2.

б)

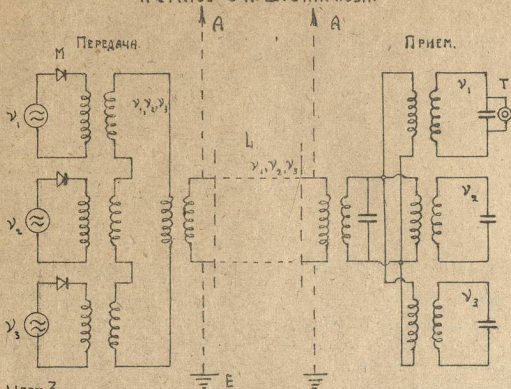


Свободные колебания:

а) Электрон в замкн. контуре,

б) Шарика, прикреплен. на резине к неподв. точке А.

К СТАТЬЕ О.М. ШТЕЙНГАУЗА.



ЧЕРТ. 3.

СХЕМА МНОГОКР. ТЕЛЕГР. И ТЕЛЕФОН. ТОКАМИ ВЫСОК. ЧАСТОТЫ (v_1, v_2, v_3) ПО ОДНОЙ И ТОЙ ЖЕ ЛИНИИ (L) ИЛИ ПО ЭФИРУ ПРИ ПОСРЕДСТВЕ АНТЕНН (A, A).



а) В ОТПРАВНОЙ ЦЕПИ.



б) В ЛИНИИ (СЛОЖН. РЕЗУЛЬТАТ ТОК).



в) ЗА ПРИЕМНЫМ ФИЛЬТРОМ.



г) ЗА ВЫПРЯМИТЕЛЕМ.

ЧЕРТ. 4. ОСЦИЛЛОГРАММА ТОКОВ ПРИ МНОГОКРАТН. ТЕЛЕГРАФИРОВАНИИ.

изумительного искусства в манипулировании электромагнитными колебаниями: она свободно налагает одно колебание на другое, вылавливает из целого хаоса сложных колебаний любую гармонику при помощи резонансного контура; отсеивает и фильтрует колебания от примесей других посторонних гармоник и т. д. Можно без преувеличения сказать, что добрая часть техники высокой частоты состоит в искусном жонглировании электромагнитными колебаниями на основе теоремы Фурье и принципа резонанса.

Постараюсь иллюстрировать это утверждение примером, в котором много поучительного для техники сильных токов. Как уже указано ранее, техника высоких частот ввела свои методы между прочим и в область техники слабых токов. Наиболее ярким примером, пожалуй, является область многократной телеграфии и телефонии. Чтобы нагляднее выявить сущность и принцип, я упрощу схему до пределов возможного (в частности, необходимые усилители опущены в схеме).

Известно, что два или более тока разной частоты, передаваемые по одному и тому же проводу, так налагаются друг на друга, что могут быть раздельно приняты соответственно отстроенными аппаратами. Эта возможность основывается все на той же теореме Фурье и принципе резонанса, дающих возможность из любой сложной волны выделить ее составные части. Многократная телеграфия и многократная телефония построены на этой возможности. Как видно из упрощенной схемы (черт. 3 стр. 462), на линию L налагаются переменные токи трех различных частот ν_1 , ν_2 и ν_3 . Токи эти могут передаваться в ритме азбуки Морзе — для целей телеграфии; но они могут также быть модулируемы в ритме человеческого голоса током микрофонной цепи. На месте приема в конце линии установлены резонансные контуры-фильтры, отсеивающие соответствующие частоты ν_1 , ν_2 и ν_3 . Отсеянные таким образом могут быть выпрямлены и восприняты телефоном. Процесс этот наглядно показан на осциллограмме для телеграфной передачи (черт. 4). В случае телефонной передачи, основная несущая волна модулируется звуковыми колебаниями, т.-е. ее амплитуда меняется в соответствии с ритмом речи, а в приемном телефоне, после выпрямления, воспринимается огибающая этих амплитуд, соответствующая данному звуковому колебанию. При определенном подборе частот можно одновременно пустить по одному и тому же проводу до шести и более разговоров, передаваемых на волнах разной частоты.

Так как энергия высокой частоты при применении антенны легко может быть излучаема в пространство электромагнитными волнами эфира, то многократная телеграфия и телефония легко могут быть осуществлены и без проводов: стоит только удалить провода и поставить на концах соответствующие антенны (что и обозначено на чертеже пунктиром).

Любопытно вдуматься в этот пример: ведь, в макроскопическом масштабе, это одновременная передача энергии на расстояние токами

различных частот по одной и той же проводке. И, наконец, это чрезвычайно наглядный пример простейшего перехода от электропередачи проволочной к беспроводной. Правда, тут применима поговорка: „Хоть видит око, да зуб неймет“. Слишком велико рассеяние энергии: подобная передача энергии мыслима лишь при строго направленном излучении энергии, над которым работает в настоящее время, правда для своих радио-целей, Маркони, применяя очень короткие волны и направляя их помощью параболических отражателей.

Вторым примером из области достижений радиотехники, основанных на умелом использовании теоремы Фурье и принципа резонанса, мы выберем осуществление задачи преобразования частот.

В настоящее время техника высоких частот научилась в статическом трансформаторе выделять практически любую нужную гармонику и, таким образом, преобразовывать одну частоту в другую высшую (к сожалению, процесс не обратим) с достаточно хорошим коэффициентом полезного действия. На Науэнской станции энергия, необходимая для излучения в пространство в количестве 400 kW, преобразуется, как мы упоминали в зависимости от надобности в статических трансформаторах частоты с 6000 пер/сек на 12.000, 24.000 и 48.000 пер/сек. Принцип их очень прост и ясен из чертежа (черт. 5 стр. 465). Первичные обмотки трансформаторов питаются током основной частоты; вторичные противосоединены и, в случае синусоидальной кривой напряжения, дают на концах напряжение равное нулю. Насыщая железо добавочной обмоткой постоянного тока, можно любым образом деформировать кривую напряжения, получить, скажем, 2-ую гармонику и выделить ее, настроив контур на эту гармонику. В настоящее время эта схема значительно упрощена, и можно в одном трансформаторе выделить практически любую гармонику (черт. 6), присоединив соответственно настроенный контур.

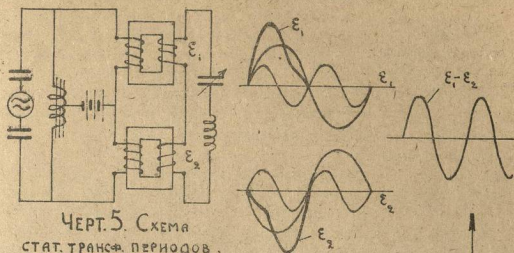
Эти трансформаторы частоты несомненно могли бы найти себе применение в электротехнике сильных токов и являются одним из мостов между техникой высоких и низких частот.

На этом примере с особой наглядностью видно, каковы могут быть результаты отречения от боязни гармоник и умелого пользования как гармониками, так и свободными колебаниями и резонансом.

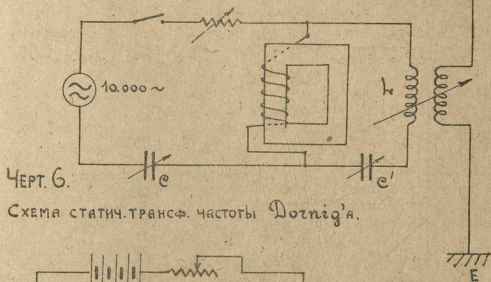
Принцип эмиссии.

Мы противопоставили, таким образом, первый основной принцип техники низких частот—принцип принудительных колебаний—принципу свободных колебаний и использования резонанса, введенному в электротехнику техникой высокой частоты.

Вторым краеугольным камнем электротехники сильных токов является привязанность к проводнику—стремление избежать утечки как электронов с проводника, так и утечки в пространство получаю-

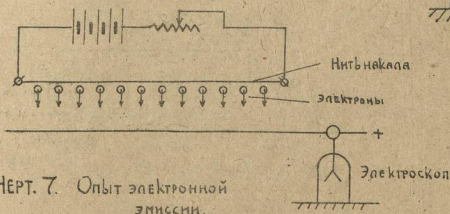


ЧЕРТ. 5. СХЕМА
СТАТ. ТРАНСФ. ПЕРИОДОВ.



ЧЕРТ. 6.

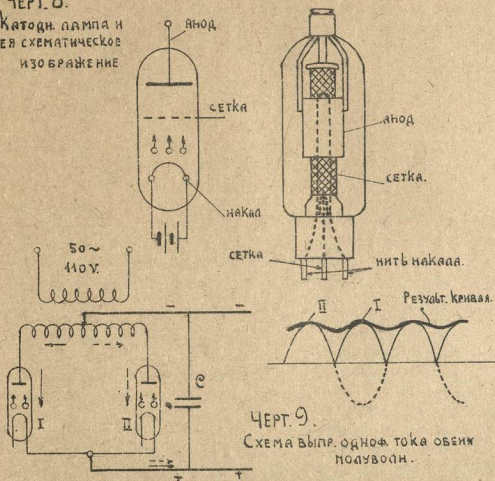
СХЕМА СТАТИЧ. ТРАНСФ. ЧАСТОТЫ Доунида.



ЧЕРТ. 7. Опыт электронной
эмиссии.

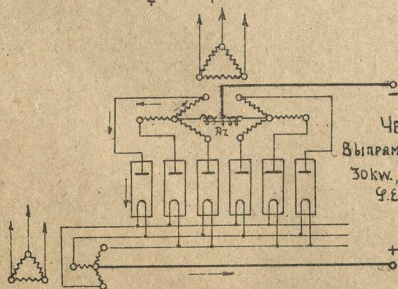
Черт. 8.

Катодн. лампа и
ея схематическое
изображение.



Черт. 9.

Схема выпр. одноф. тока обемк
подувоин.



щейся в результате движения электронов электромагнитной энергии. Стремление это, конечно, вполне обосновано и естественно: пока не знаешь, как ведет себя электрон на свободе и для чего он там может быть использован, незачем его и выпускать. Что же касается до электромагнитной энергии, то наивно было бы выпускать ее в пространство, не имея средств улавливания и использования ее с более или менее приемлемым коэффициентом полезного действия.

Между тем радиотехника основной своей задачей поставила излучение электромагнитной энергии в пространство, не считаясь вначале с коэффициентом полезного действия (или вернее говоря, с отсутствием маломальски приемлемого к. п. д.). К сожалению, по пути излучения энергии в пространство, мы пока не можем следовать за радиотехниками. Но юная радиотехника отважилась и на другой смелый шаг, представляющий для всей электротехники колоссальное значение: она выпустила электроны на свободу из проводника, подробно изучила их поведение на свободе и сделала соответствующие практические выводы.

Каким образом можно заставить электроны вылетать из проводника и для чего это нужно?

Современная физика склонна рассматривать всякий электрический ток, где бы таковой не имел места — в газах, жидкостях, вакууме или проводнике — как механическое движение электрически заряженных частиц. В частности в проводниках, как мы видели, электрический ток состоит в движении холостых, не связанных с атомами электронов (отрицательно заряженных атомов электричества) и происходит либо под влиянием магнитного поля, меняющего свое положение по отношению к проводнику, либо под влиянием разности напряжений на концах проводника. Обычно же эти свободные, не входящие в устойчивые группировки атомов, электроны находятся в быстром, непрерывном и беспорядочном движении (черт. 1, стр. 461); кинетическая энергия этого движения соответствует абсолютной температуре проводника. Внутри проводника силы, действующие на холостые электроны, взаимно уравниваются; при приближении к поверхности проводника силы действуют односторонне и удерживают электроны внутри проводника.

Чтобы осуществить так называемую эмиссию, т. е. дать электронам возможность вылетать из проводника, необходимо дать им достаточное ускорение — повысить их кинетическую энергию. В настоящее время это достигается путем повышения температуры проводника: доведенный до красного каления проводник испускает (эмиттирует) электроны. В этом легко убедиться, если на некотором расстоянии от проводника, доводимого до красного каления пропускаемым через него током, протянуть параллельный стержень, наэлектризованный положительным электричеством и соединенный с электроскопом. Как только проводник накалится, эммитируемые им отрицательно заряженные электроны, попадая на стержень, нейтрализуют его положительный заряд, и листочки электроскопа спадутся (черт. 7, стр. 465).

Недостаточно, конечно, выпустить электроны из проводника; необходимо еще и направлять их в определенном направлении, что достигается обычно при помощи электрического поля (но можно воздействовать на вылетающие электроны и при помощи магнитного поля).

Идея эмиссии нашла свое конструктивное воплощение в катодной лампе, схематически изображенной на черт. 8, стр. 466. В идеально эвакуированную трубку впаяны 2 электрода, из коих один накаливается током и испускает электроны, а другой перехватывает их. Между двумя электродами получается, таким образом, электронный поток—поток отрицательных атомов электричества. Другими словами, получается электрический ток определенного направления.

Посмотрим, что можно сделать с этим электронным потоком, и каков, следовательно, смысл выпуска электронов из проводника. Электронный поток между электродами эвакуированной трубки (катодной лампы)—это элемент—звено электрического тока вполне определенного направления, которое мы можем включить в любую цепь тока. *Поток этот обладает двумя замечательными свойствами: определенным направлением и чрезвычайно легкой управляемостью.*

Если включить электронный поток катодной лампы в цепь тока—постоянного или переменного, то он может замкнуть собой цепь тока лишь в определенном направлении—от анода к катоду (направление тока, к сожалению, считается нами в направлении обратном движению отрицательно заряженных электронов). Наша трубка представляет собой, таким образом, чрезвычайно простой выпрямитель—клапан, пропускающий ток лишь в определенном направлении.

На черт. 9 показана схема выпрямления однофазного тока (обоих полувольт) помощью катодных трубок. На черт. 10 схема выпрямления трехфазного тока.

Катодные трубки—выпрямители (кенотроны) просты и надежны и по самой природе своей предназначены для очень высоких напряжений. Им, по всем видимостям, предстоит выдающаяся роль в будущих электропередачах постоянного тока высокого напряжения.

Второе замечательное свойство электронного потока в трубке—для нас сильноточников почти чудесное—заключается в его чрезвычайно легкой и простой управляемости.

Воздействуя на электрическое поле между двумя электродами трубки (т. е. на пространство, по которому несется электронный поток), можно открывать и закрывать потоку ход, регулировать его, как краном или вентилем, причем это регулирование совершается практически без затраты энергии и может повторяться с любой быстротой, так как с инерцией электронного потока практически не приходится считаться ввиду очень малой массы электронов.

Конструктивное управление электронным потоком осуществляется включением сетки между электродами катодной трубки и регулированием ее потенциала. Сетка играет, таким образом, роль затвора—крана

в катодной трубке, регулирующего электронный поток. Если, пользуясь сеткой, можно так легко и свободно регулировать электронный поток, то, включив катодную лампу в цепь любого источника тока (постоянного или переменного), можно, так сказать, играя на сетке (т.-е. меняя ее потенциал), разыграть любую мелодию, т.-е. получить любой ток, постоянный или переменный любой частоты и любого сдвига фаз. Этими словами, собственно говоря, охватывается вся обширная область применения катодной лампы в качестве выпрямителя, генератора любой частоты и универсального преобразователя частоты.

Так например на черт. 11 (стр. 475) показана схема катодной лампы в качестве генератора переменного тока с независимым возбуждением. Правильнее было бы сказать, что катодная лампа служит преобразователем постоянного тока (или переменного тока любой частоты) анодной цепи в переменный ток той частоты, которой питается независимое возбуждение сетки. Катодная лампа может служить возбудителем переменных токов любой частоты и без постороннего возбуждения, пользуясь лишь самовозбуждением, если ток, необходимый для управления сеткой, будет заимствован из цепи главного тока, как показано на схеме черт. 12 (известный патент Мейсснера).

Отсюда ясно, что принцип эмиссии, осуществленный в катодной трубке, открывает путь к наиболее простому решению проблемы электропередачи постоянным током высокого напряжения: катодная трубка является простейшим выпрямителем переменного или трехфазного тока в постоянный ток высокого напряжения и та же катодная трубка, снабженная сеткой — затвором, является конструктивно простейшим преобразователем постоянного тока в переменный или трехфазный любой частоты.

Схема опыта, показывающего осуществление электропередачи постоянным током и обратного трансформирования в переменный, ясна из черт. 13.

III. Техника высоких частот, опираясь на новые плодотворные принципы и на развитие техники производства энергии высокой частоты, захватывает и намечает захват все новых областей электротехники. Потеря трехфазным током низкой частоты (50 ~) монополярного значения становится все более вероятной.

Сопоставив, таким образом, технику высоких частот с техникой низких частот (техникой сильных токов), мы убеждаемся, что имеем в технике высоких частот дело с развитием и приложением совершенно новых и в высшей степени плодотворных принципов — свободных колебаний и резонанса и электронной эмиссии. Техника высоких частот обладает достаточно разработанными и разнообразными методами генерирования энергии высокой частоты в промышленном масштабе. При помощи катодных генераторов и выпрямителей, при помощи

статических преобразователей частоты она наметила пути свободного и простого перехода от одной частоты к другой в широкой полосе спектра частот; намечаны также пути простого перехода от постоянного тока высокого напряжения к переменному току и обратно.

Каковы же в настоящее время области применения техники высоких частот и каковы перспективы, открывающиеся перед всей электротехникой в связи с введением новых принципов и развитием техники высоких частот?

1) Р а д и о.

Из областей применения техники высоких частот на первом месте стоит, конечно, радиотехника — техника передачи электрической энергии лучеобразно электромагнитными волнами эфира для целей телеграфирования и телефонирования. Эта область техники высоких частот по преимуществу, так как низкие частоты здесь не применимы; за последние годы она необычайно разрослась. Число радиостанций средней и малой мощности для целей телеграфирования и телефонирования растет с каждым днем; мощные радиостанции порядка 1000 — 2000 kW уже не составляют редкости. В самое последнее время радиостанции стали присоединять непосредственно — минуя вращающиеся умформеры — к сетям электропередач и электрических станций при помощи катодных трубок (выпрямительных и генераторных). Таким образом, осуществляется фактический контакт техники высокой частоты с техникой сильных токов. Электроснабженцам придется поневоле заинтересоваться новой областью, и мысль их несомненно зашевелится в направлении использования энергии высокой частоты и для других целей; скажем, например, для целей нагревания или освещения и проч., воспользовавшись некоторыми преимуществами токов высокой частоты (как например, возможностью применения высокого напряжения без опасности для жизни).

2) Техника слабых токов.

В области проволочной связи техника высоких частот уже обеспечила себе огромное влияние. Применение высоких частот, а также методов и принципов техники высоких частот для телеграфирования и телефонирования по проводам приобрело уже полные права гражданства в области слабых токов. Напомню описанный мною в начале доклада метод многократного телеграфирования и телефонирования токами высоких частот, получивший уже всюду (за исключением России¹⁾) громадное распространение.

¹⁾ Около года тому назад заказаны первые оборудования для линий Москва—Ленинград, Москва—Нижний, Москва—Харьков.

3) Техника сильных токов.

Существующие и намечаемые области применения уже сейчас дают вполне ясную картину роста влияния техники высоких частот. Влияние методов техники высоких частот особенно сильно чувствуется в тех областях сильного тока, где требуется точность регулирования и управления: катодная лампа в качестве реле незаменима в этих случаях. Катодная трубка в качестве выпрямителя в последнее время стала широко применяться в радиотехнике; она имеет все шансы стать на ряду с ртутными выпрямителями, построенными также на методах и принципах высокой частоты.

Но имеется в технике сильных токов и область непосредственного применения токов высокой частоты—это *область электрических печей для металлургических целей*.

Электрические печи для металлургических целей, питаемые током высокой частоты (см. Е. Т. З. 1923 г. № 21), являются после радиостанций самым значительным потребителем энергии высокой частоты. Они уже строятся для мощностей до 60 kW. Не трудно предвидеть огромное значение и быстрое распространение этих печей. Возможность плавки в вакууме, или при любой атмосфере, высокие температуры, достижимые в них, возможность необычайно точного регулирования температуры—все это преимущества, обеспечивающие успех этим печам. Возможно и вероятно, что эти печи дадут новые лучшие материалы, которые дадут возможность значительно повысить скорости наших машин и, таким образом, в свою очередь откроют новое поле для применения более высоких частот. Быть может, скорости, которыми мы в настоящее время оперируем в области сильных токов, да и вообще в технике, считая 150—200 мт/сек окружной скорости пределом возможного, являются лишь детским лепетом по сравнению с теми скоростями, которыми мы будем оперировать через несколько десятков лет.

Развитие и распространение печей указанного типа зависит исключительно от усовершенствования и удешевления способов получения дешевой энергии высокой частоты в большом масштабе. Наибольшее распространение печи высокой частоты получили в Америке. К ноябрю 1922 года общая мощность установленных печей достигла 1000 kW.

В самое последнее время в Германии стали применять энергию высокой частоты для целей электрической сварки.

Из намеченных областей применения токов высокой частоты и методов и достижений техники высоких частот совершенно особого внимания заслуживают области электрической тяги и электропередачи постоянным током высокого напряжения.

Электрическая тяга.

Одним из наиболее ярких примеров того, какие открываются возможности и перспективы, когда мысль начинает работать в направ-

лении использования техники высоких частот и ее методов, служит несомненно предложение М. Леблана о применении энергии высокой частоты для целей электрической тяги. Предложение Леблана представлено Парижской Академии Наук в 1922 году. Оно далеко еще от практического осуществления, но чрезвычайно интересно, как подход одного из выдающихся французских электротехников к вопросу о перенесении методов и достижений техники высокой частоты в область сильных токов.

От линии электропередачи, которую Леблан уже мыслит линией очень высокого напряжения *постоянного* тока, ответвляется ряд подстанций, в которых постоянный ток высокого напряжения (в электронно-ионных трубках системы Леблана) трансформируется в переменный ток 20.000 периодов (см. черт. 14 стр. 476). Ток этот (вполне безопасный для жизни) пускается по двум горизонтальным проводам, расположенным петлей на высоте около 4-х м над землей. На поезде расположена цепь из двух аналогичных проводов, отстоящих от питающего провода на расстоянии 40 см. Цепь эта представляет колебательный контур, настроенный в резонанс с подводимым током высокой частоты и воспринимающий на вагон энергию в 130 kW. В самом поезде энергия высокой частоты трансформируется в электронно-ионных трубках в трехфазный ток низкой частоты, питающий электромоторы. Так как частота трансформированного трехфазного тока чрезвычайно просто и легко регулируется воздействием на электронно-ионные трубки, то могут быть применены асинхронные моторы с коротко замкнутым якорем, причем обороты регулируются путем изменения частоты подводимого тока. Леблан (см. R. G. E. 1922 г. 19 и 26 августа) дает детальный расчет установки и указывает на следующие преимущества: отсутствие скользящих контактов, возможность применения токов очень высокого напряжения, вполне безопасных для жизни (ввиду высокой частоты), и применение простых асинхронных двигателей с беличьим колесом.

Практическое осуществление проекта Леблана зависит от усовершенствования электронно-ионных трубок.

Электропередача постоянным током высокого напряжения является другой проблемой, совершенно исключительной важности, простейшее практическое осуществление которой намечается при помощи методов техники высокой частоты.

В обзоре практических приложений принципа электронной эмиссии мы уже указали на возможную схему осуществления электропередачи постоянным током высокого напряжения (черт. 13).

В высшей степени показательно для гибкости методов техники высокой частоты то обстоятельство, что схема эта является далеко не единственной. Так, осуществление электропередачи постоянным током высокого напряжения возможно и при помощи так называемых *магнетронов*. В журнале Америк. Инст. инж. эл. (октябрь 1923 г.) известный

американский электротехник Alb. W. Hull выступает с соответствующим проектом и дает схему и описание такой электропередачи.

Как известно, в магнетронах для регулирования эмиссионного потока пользуются внешним магнитным полем. Hull предлагает пользоваться магнитным полем самой нити накала, которое при достаточной силе прерывает ток эмиссии, заставляя электроны вернуться к нити. Это соображение ведет к очень простой конструкции лампы, которая может быть применена для превращения постоянного тока высокого напряжения в переменный ток любой частоты и напряжения. Как видно из схемы черт. 15, благодаря соответствующему управлению накалом магнетронов M_1 M_2 ток электропередачи проходит попеременно то через M_1 , то через M_2 ; и соответственно во вторичной обмотке трансформатора T получается переменный ток желаемой периодичности, скажем 50 пер/сек.

Данные этого проекта таковы:

напряжение постоянного тока	100 kV
сила	100 A
передаваемая мощность	<u>10.000 kW</u>
Потери в магнетронах	300 kW
„ „ нити накала	<u>100 kW</u>
Всего	400 kW
Кпд преобразования постоянного тока в переменный	96%

Размеры магнетрона:

длина—1000 мм; внешний диаметр анода—80 мм;
диаметр нити накала—20 мм.

Роль методов техники высоких частот в случае электропередач постоянного тока двоякая: они дают возможность преобразования переменного (или трехфазного) тока в постоянный ток очень высокого напряжения и делают нас совершенно свободными в выборе частот, облегчая таким образом переход к высоким частотам и скоростям в соответствии с духом технического прогресса.

Затронутая нами проблема электропередачи постоянным током представляет собой одну из наиболее жизненных и злободневных задач электротехники в данный момент. Она усиленно обсуждается в течение последних 3—4 лет на страницах печати, особенно американской, а в последнее время и германской, и целый ряд заводов Швейцарии, Англии и Америки работает над практическим осуществлением электропередачи постоянным током. Наибольшее распространение нашла система Thury, работающая при поддерживаемой на неизменной величине силы тока; она требует ряда последовательно соединенных генераторов постоянного тока и, что еще менее приятно, ряда последовательно включенных приемников тока, моторов постоянного тока. Существуют

и другие системы передачи постоянного тока, но ни одна из них не дает простого и технически вполне удовлетворяющего решения вопроса.

Что же делает эту задачу столь острой и достижение ее столь желанным? Грубо говоря, т.е. не вдаваясь в излишние, выходящие из рамок данного доклада, тонкости и детали, мы упомянем два обстоятельства, являющиеся кардинальными в данном вопросе:

а) На пути неизбежного увеличения расстояний и мощностей электропередач становятся явления, связанные с быстропеременными напряжениями и токами. Зарядные токи вызывают огромную перегрузку током и повышение напряжений в отдельных частях проводки. Индукционная нагрузка вызывает перегрузку напряжением.

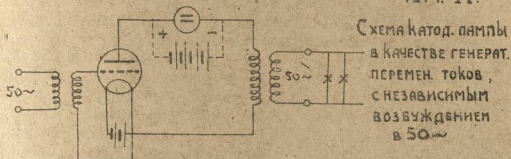
Явления эти требуют включения компенсирующих дроссельных катушек в линию (Осанна) и установки мощных синхронных конденсаторов на концах линии, что значительно удорожает и усложняет установку.

б) Однако решающим фактором, вескости и внушительности необычайной, является следующее соображение: имея готовую линию и допуская одинаковые процентуальные потери в ней (т.е. при одинаковых затратах на медь, изоляцию и линию и при одинаковых процентуальных потерях), *при постоянном токе можно передать в четыре раза большую мощность, чем при переменном.* Достигается это благодаря тому, что при постоянном токе напряжение на линии можно, по скромной оценке, повысить ровно вдвое, не меняя ее изоляции.

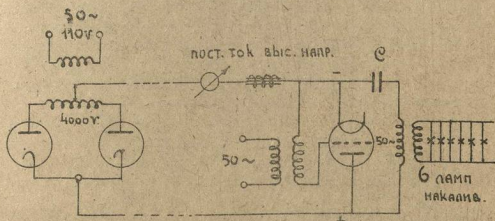
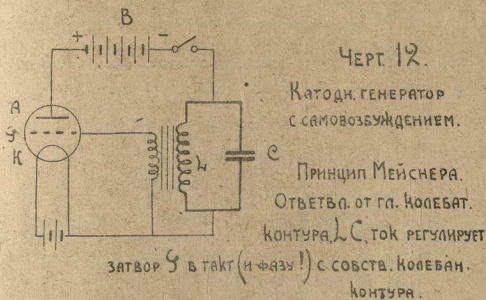
Принимая повышение напряжения лишь в 40%, вытекающее из соображения, что максимальное напряжение при переменном токе $= \sqrt{2} \times$ эффективное напряжение, мы уже получаем повышение передаваемой мощности *вдвое*. Между тем практически проведенные опыты Thury в Швейцарии и Highfield'ом в Англии показали, что при равной изоляции по той же проводке при постоянном токе можно повысить напряжение *вдвое*; тогда передаваемая мощность при тех же процентуальных потерях повышается вчетверо.

Характерно, что и проф. Осанна, высказывавшийся на последнем съезде германских электротехников в 1922 г. отрицательно о передаче постоянным током и защищавший предложенный им способ компенсации емкостных токов при длинных электропередачах включением в линию дроссельных катушек, не отрицал выгод и преимуществ постоянного тока. Но он указывал на трудности, лежащие на пути его осуществления, туманно намекая на возможность осуществления электропередачи при помощи электронных трубок. Но трудности существуют для того, чтобы их преодолевать, если достижение цели сулит большие преимущества, как в данном случае. Техника пустотных аппаратов совершенствуется с каждым днем; плодотворность методов техники высоких частот, дающих возможность перехода с переменного тока на постоянный ток и обратно на переменный ток любой частоты, а также с переменного тока одной частоты на переменный ток любой частоты,

ЧЕРТ. 11.

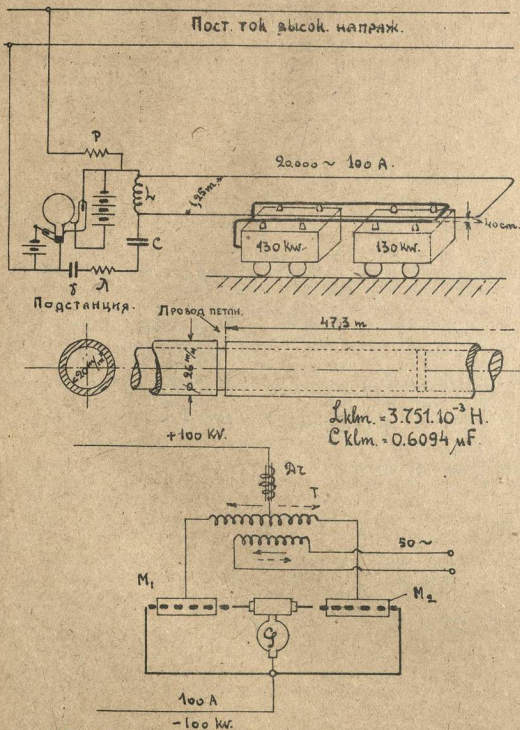


ЧЕРТ. 12.



ЧЕРТ. 13. СХЕМА ЭЛ-ПЕРЕДАЧИ ПОСТ. ТОКА.

К СТАТЬЕ О.М. ШТЕЙНГАУЗА.
ЧЕРТ. 14.



ЧЕРТ. 15. Схема электропередачи пост. током высок. напр.
помощью магнетронов (Alb. Hull)

раскрывает самые широкие перспективы. Мысль использования методов техники высоких частот для осуществления электропередачи постоянного тока является ввиду сказанного, по нашему мнению, жизненной, и к разработке ее можно было бы приступить немедленно. Имеются указания, что в Америке уже работают в этом направлении. Германия сравнительно мало интересуется вопросом об электропередаче постоянным током: электрофикация Германии в общих чертах почти закончена; объединение существующих и намеченных трехфазных сетей в 100 kV предположено общей магистралью в 200 kV напряжением.

Наиболее заинтересована в этой проблеме Россия: мы лишь накануне осуществления электрофикации, и те расстояния, с которыми нам необходимо считаться, не чета германским и западно-европейским. Для будущей электрофикации Азии, в которой России предстоит сыграть крупную роль, электропередача постоянного тока явится решающим фактором. Совершенно ясно, что дожидаться разработки этого вопроса другими не приходится.

Инженер Шербиус, посвятивший недавно (1/VII/23 г.) на страницах E. T. Z. статью вопросу об электропередаче постоянным током, высказывает мысль об интернациональном объединении для решения и разработки этой проблемы, ввиду огромного технического и коммерческого значения ее с целью ускорения разрешения вопроса и уменьшения риска и затрат. Но тут же совершенно справедливо меланхолически заявляет, что в данный момент осуществление такого интернационального объединения труднее, чем когда-либо. Думаю, что и нам его дожидаться не приходится.

IV. В ы в о д ы.

Техника высоких частот знаменует новый этап в электротехнике, подобно тому как в свое время трехфазный ток, сменивший постоянный, ознаменовал новую эру в истории развития электротехники и электрофикации. Успех и темп развития зависят от быстрого проникновения новых идей в широкие массы электротехников и от организации сознательно и планомерно направленной совместной исследовательской работы техников низкой частоты (сильноточников) и техников высокой частоты (пока что — радиотехников). Осуществление электропередачи постоянным током высокого напряжения — первоочередная и крупнейшая задача намеченной совместной работы, имеющая первостепенное значение для судеб электрофикации СССР.

Я постарался в предыдущем сопоставить технику высоких частот с техникой низких частот и указал на те возможности, которые открываются перед техникой сильных токов, да, пожалуй, перед всей электротехникой в ее совокупности, в связи с новыми принципами, методами и достижениями техники высоких частот.

Плодотворность новых, для нас сильноточников, принципов — принципа свободных колебаний и резонанса и принципа электронной

эмиссии ясна из предыдущего, и невольно зарождается мысль, не преувеличен ли наш страх перед свободными колебаниями и резонансом и не придется ли и нам выпустить электроны из проводника на свободу и освоиться с методами техники высоких частот.

С другой стороны, достижения радиотехники и история ее развития показывают нам также, что мы не можем и не должны считать себя рабами переменного тока 50 периодов. В спектре электромагнитных колебаний для нас существует гораздо больший простор. Радиотехника, завладевшая довольно широкой полосой этого спектра, приблизилась к нам вплотную и уже перебросила мост в виде преобразователей частоты. Область потребителей высокой частоты ширится, и нам со своей стороны придется эмансипироваться от привязанности к 50 периодам и пойти навстречу технике высоких частот.

Лет 5—10 тому назад нам казалось, что техника сильных токов, построенная на принципе индукции и на принудительных колебаниях в проводнике, достигла в своем развитии апогея. Возможность новых горизонтов как будто казалась исключенной, и главной задачей, стоявшей перед нами, нам представлялась генерация электрической энергии в сверхстанциях при 50 пер/сек трехфазного тока и передача ее по сети проводов, покрывавших страну при напряжении в 100—200 и более кV. Торжество принципа индукции и принудительных колебаний в проводниках казалась вне сомнений, а трехфазный ток 50 пер/сек универсальной, стандартной и *единственной* системой для передачи и использования электрической энергии.

Техника высоких частот, как мы видели, открывает перед нами неожиданно новые широкие горизонты как в деле передачи, так и в деле использования электрической энергии. Ее нельзя рассматривать, как часть электротехники, как это принято у нас, например, по отношению к телеграфии и телефонии или по отношению к электрохимии. Техника высоких частот несет обновление всей электротехнике и имеет шансы из части обратиться во всеобъемлющее целое. В телеграфии и телефонии (проволочной) она уже пустила глубокие корни; она пускает уже ростки и в нашу область сильных токов.

Позвольте попутно отметить еще два обстоятельства, говорящих в пользу торжества техники высоких частот и ее методов.

Радиотехника ранее и прочнее других отраслей электротехники присвоила и на практике освоила новейшие достижения физики — электронную теорию вещества Лоренца. А эти достижения сулят небывалый расцвет точных знаний и их практических приложений; несомненно, что кадры радиотехников, на практике усвоившие новые теории, явятся авангардом нового прогресса и новых течений в электротехнике.

Вместе с тем радиотехника сумела влить свои методы в широкие массы народа в форме радиоспорта и радиолюбительства, охватывающих, как стихия, весь мир. Пусть не возражают, что это обычный вид спорта и любительства, которому странно было бы приписывать какое-

либо серьезное влияние на судьбы развития такой обширной и всеохватывающей области, как электротехника.

В стихийном увлечении радиоспортом кроется соответствующее требованиям времени здоровое начало личного экспериментирования в области, играющей основную, кардинальную роль в науке и технике— в области эфирных волн и эфирного океана, к которой мы только теперь, благодаря достижениям радиотехники, подходим вплотную.

Еще Дж. Перри в своих блестящих популярных лекциях о волчке сказал, что „наступит время, когда каждый обыватель будет научным работником, и тогда мы мало-по-малу достигнем господства над пространством и временем“. Пророчество Перри сбудется несомненно, и техника будущего будет двигаться, базируясь на коллективном творчестве широких масс. Радиолюбительство—первое проявление волн широких масс к активному творческому участию в техническом прогрессе. Миллионы радиолюбителей, сотни тысяч экспериментаторов, взятых из самых широких масс народа, ежедневно впитывают в себя основные явления радиотехники, оперируя ее методами, которые становятся для них своими, близкими.

Подростающее, идущее нам на смену, поколение сплошь будет захвачено стихией радио и оно несомненно обеспечит торжество методам радиотехники.

Обширная область электротехники находится накануне новой фазы своего развития—фазы преобладания принципов и методов техники высокой частоты. Положение во многом подобное положению накануне введения трехфазного тока, сменившего постоянный и положившего начало широкому развитию электрофикации.

От правильной оценки тенденций развития зависит прогресс электротехники и темп ее развития в той или иной стране. До определенной стадии развития указанная оценка—интуитивное предвидение—осуществлялась отдельными выдающимися личностями, которые брали на себя всю полноту ответственности, включая и ответственность за расходование весьма значительных сумм (в Германии—Rathenau, Werner и Wilhelm Siemens, Arco и друг.). Но область электротехники все ширится и усложняется, приходится объединять в совместной исследовательской работе все большее число организаций и лиц; суммы, которыми приходится рисковать, становятся все значительнее. Ответственность за судьбы электротехники, за правильную оценку таящихся в ней возможностей и основных тенденций развития, за соответственное направление и координирование работы становится технически и по существу не под силу отдельным лицам и промышленным организациям.

Не все страны одинаково заинтересованы в скорейшем внедрении техники высоких частот в общую электротехнику как в целом, так и в особенности по отношению к первой и главнейшей проблеме на пути развития и применения методов техники высоких частот—*проблеме электропередачи постоянным током высокого напряжения.*

Россия, стоя на пороге электрофикации, при огромных расстояниях, которые при этом придется преодолевать, наиболее заинтересована в данных вопросах. *Проблема рентабельности Днепростроя и других аналогичных электропередач всецело связана с возможностью осуществления электропередач постоянным током очень высокого напряжения на много сотен километров.*

Все изложенное дает мне смелость поставить во весь рост вопрос об учете определенно намечающихся в современной электротехнике тенденций развития.

Неизбежный, по нашему мнению, новый курс в электротехнике может быть взят лишь при условии проникновения в самые широкие круги электротехников—как силовоточников, так и техников высоких частот—положенных в основу доклада мыслей и при организованной сознательно и твердо направляемой государственной властью, объединенной исследовательской работе техников низкой и высокой частоты над разрешением общих проблем и в первую очередь столь существенной для нас проблемы электропередачи постоянным током высокого напряжения.

Основные положения доклада.

1. Техника высоких частот вводит в область электротехники новые плодотворные методы и принципы, сулящие обновление всей электротехнике.

2. Области техники высоких частот и низких частот уже в настоящее время во многих своих частях перекрываются, грани стираются, и общность интересов становится все очевиднее.

3. К сожалению, в работах техников высоких частот и техников низкой частоты нет согласованности и единой воли, направляющей эту работу в областях соприкосновения и перекрытия этих отраслей электротехники; ее нет за границей, нет ее и у нас.

4. Как наличие творчески работающих в данных областях сил, так и насущные интересы наши, связанные с проблемами электрофикации, выдвигают необходимость налажения у нас объединенной, сознательно направляемой на конкретные практические цели, общей работы техники высокой и низкой частоты. Одной из первых практических работ явились бы изыскания в области осуществления электропередачи постоянным током высокого напряжения.

О некоторых способах измерения модуляции на радиотелефонных станциях.

Инж. А. Григорьевой.

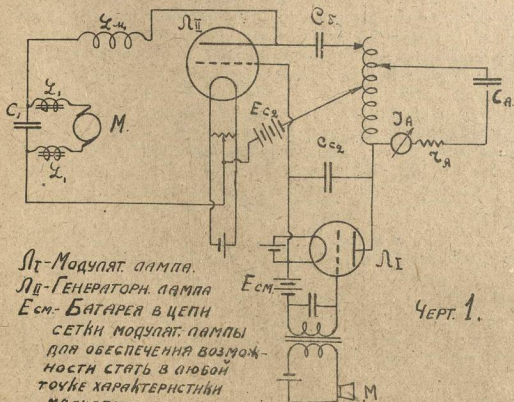
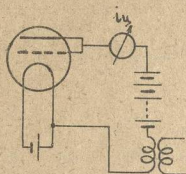
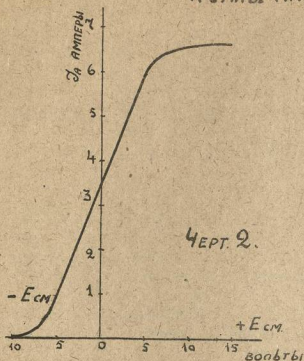
При работах с радиотелефонными станциями возникает вопрос о способе измерения модуляции. Хорошим и наглядным способом измерения является измерение при помощи осциллографа. Обыкновенно пропускают ток через один шлейф и наблюдают при разговоре за движением зайчика от зеркальца, соединенного с нитью подвеса этого шлейфа. Нулевую линию дает светящаяся полоса от неподвижного зеркала. При таком способе можно судить о „глубине“ модуляции, т.-е. о величине остаточной—немодулированной энергии.

По статической характеристике модуляции это будет измерять величину неиспользованной нижней части кривой. Статической характеристикой модуляции мы называем зависимость тока антенны от изменения напряжения на сетке модуляторной лампы (черт. 1 стр. 482). Эта характеристика дает представление о том, какое надо приложить переменное напряжение на сетку модуляторной лампы при помощи вторичной обмотки микрофонного трансформатора, чтобы получить в антенне изменение тока от 0 до I_A максимального. Чем эта характеристика круче, тем меньшим колебанием напряжения на сетке модуляторной лампы мы сможем достаточно сильно изменять ток антенны, а следовательно, вообще говоря, тем сильнее будет слышен разговор на приемной станции. На черт. 2 приведена статическая характеристика для примера.

Другой же вопрос о том, насколько полно мы используем верхнюю часть кривой, остается открытым при таком способе наблюдения по осциллографу. Особенно большое значение этот вопрос имеет при таких схемах модуляции, когда при отсутствии передачи речи в антенне ток очень мал и только при разговоре ток антенны возрастает до максимального своего значения. Во время моих работ были осуществлены такие условия, что при отсутствии передачи речи ток антенны был около 0,5—1,0 амп, а при разговоре он поднимался до 8 амп.

При схемах радиотелефонных станций, когда при отсутствии передачи мы имеем ток антенны максимальный, а затем под воздействием микрофона он уменьшается, наблюдение модуляции по описанному только что способу вполне выясняет вопрос о качестве модуляции.

КСТАТЬЕ А. ГРИГОРЬЕВОЙ



Лт-Модулят. лампа.
 Лг-ГЕНЕРАТОРН. лампа
 Есм- БАТАРЕЯ В ЦЕПИ
 СЕТКИ МОДУЛЯТ. ЛАМПЫ
 ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЗМОЖ-
 НОСТИ СТАТЬ В ЛЮБОЙ
 ТОЧКЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
 МОДУЛЯЦИИ

Чтобы судить о степени использования всей характеристики, был применен следующий способ. Становимся по характеристике так, чтобы иметь $I_{A \text{ макс.}}$ и устанавливаем рычагом зеркальце второго шлейфа осциллографа до совпадения со светлой полосой от зеркальца того шлейфа, через который пропущен ток. Таким образом, наблюдая за движением светлого пятна между нулевой линией, с которой совпадает светлая полоса от зеркальца шлейфа, пропускающего через себя ток антенны (или другого контура, модуляцию в котором мы исследуем) при токе $I_A = 0$, и светлой полосой от зеркальца второго шлейфа, с которой совпадает светлая полоса от зеркальца шлейфа, находящегося под током при $I_{A \text{ макс.}}$, мы можем следить за всеми изменениями тока от $I_A = 0$ до $I_A = I_{A \text{ макс.}}$. При разговоре, следя за движениями зеркальца шлейфа, находящегося под током, мы ясно можем видеть, насколько хорошо модулируется энергия вниз от средней линии и насколько полно вверх. В случае заполнения всего пространства между этими двумя линиями изображением букв, мы сможем говорить о модуляции в 100%. Практически модуляцию в 70%—80% можно считать полной модуляцией, так как по энергии в таком случае остается неиспользованной только $(0,2 I_{\text{макс.}})^2 = 0,04 I_{\text{макс.}}^2$, т.е. 0,04 всей мощности.

Хотя и очень удобно по осциллографу судить о степени модуляции, но все же иногда бывает нужно какнибудь измерить модуляцию, не имея под руками осциллографа. Особенно это важно, например, при регулировке модуляции на радиостанции.

По предложению проф. Н. Д. Папалекси и проф. Л. И. Мандельштама мною был применен следующий способ (черт. 3). В цепь диода (в данном случае употреблялась обыкновенная усилительная лампа Богословского, в которой сетку соединяем с цилиндром) включается самоиндукция, связанная индуктивно с цепью, модуляцию которой мы хотим измерить. Таким образом в цепи цилиндр-нить диода мы имеем переменное напряжение, которое обусловит определенное значение тока i_c . Если мы присоединим последовательно с самоиндукцией постоянное напряжение отрицательным полюсом к цилиндру такой величины, чтобы уменьшить ток цилиндра до нуля, то это постоянное напряжение и будет служить мерой переменного напряжения.

Измерение модуляции ведем таким образом: остановимся по статической характеристике так, чтобы иметь $I_A = I_{\text{макс.}}$; замечаем некоторый ток цилиндра диода, затем начинаем прикладывать постоянное напряжение, постепенно увеличивая его до тех пор, пока ток цилиндра не уменьшится до нуля; замечаем это постоянное напряжение, компенсирующее переменное. После этого становимся по статической характеристике на нормальную рабочую точку и произносим нормальным голосом, например, букву „а“ или „и“. Если мы постоянное напряжение значительно уменьшим, то увидим, как при произнесении букв увеличивается ток цилиндра диода; затем мы опять увеличиваем постоянное напряжение до тех пор, пока при произнесении буквы ток

цилиндра не будет все время равен нулю. Нужно быть осторожным и уловить тот момент, когда ток цилиндра только что сделался равным нулю, и сейчас же прекратить увеличение постоянного напряжения. Если в последнем случае постоянное напряжение равно постоянному напряжению при $I_A = I_{\text{макс.}}$, то мы говорим, что во время произнесения букв (можно произносить и фразы) ток I_A достигал своего максимального значения, а, следовательно, мы имеем при разговоре полное использование энергии антенны. Так как мы будем иметь i_{α} , равное некоторой небольшой величине и при $E_{\alpha} \neq 0$ вследствие того, что некоторые электроны смогут долететь до сетки благодаря своей первоначальной скорости вылета из нити, то при измерении надо учесть ту часть постоянного напряжения, которая идет на компенсацию этого тока; это напряжение определяется долями вольта — около 0,2 В; назовем его $E_{\alpha 0}$. Этот способ измерения в случае неполучения полной модуляции дает представление о степени модуляции. Если например при $I_A = I_{\text{макс.}}$ компенсирующее напряжение с поправкой на начальный отсчет $E_{\alpha 0}$, было равно 10 вольтам, а при разговоре компенсирующее напряжение с поправкой на $E_{\alpha 0}$ было 7 вольт, то качество модуляции можно оценить в $\frac{7}{10} \cdot 100 = 70\%$.

Этот способ был испытан при различных случаях, и была произведена его проверка при помощи осциллографа. Всегда измерения давали хорошие результаты.

Простота выполнения и употребления этого способа измерения модуляции дают возможность употреблять его не только в оборудованной лаборатории, но и всюду. Эту схему я употребляла и для измерения переменных напряжений.

К вопросу об электропередаче с катодными лампами и выпрямителями.

Н. А. Никитин.

Для испытания возможности электропередачи постоянным током и трансформирования этого тока высокого напряжения в переменный ток низкого напряжения и низкой частоты была испытана следующая схема с катодными лампами и выпрямителями.

Переменный ток 120 В, 50 пер/сек трансформировался и выпрямлялся двумя катодными выпрямителями С системы М. А. Бонч-Бруевича типа Г. О. 4. по 500 ватт каждый, и выпрямленный ток высокого напряжения подавался к аноду и волоску 500-ваттной генераторной лампы.

Для управления током внутри катодной лампы на сетку задава

лось переменное напряжение, получавшееся следующим образом. При помощи снижающегося трансформатора T_1 и повышающего T_2 в цепи сетка-волосок получалась переменная разность потенциалов с частотой 50 пер/сек.

Переменный ток высокого напряжения (порядка 2000 вольт), обусловленный этими колебаниями потенциала сетки, проходил через соответствующий конденсатор C , реостат R и обмотку высокого напряжения L 50-периодного трансформатора 120/2100 вольт. Сила тока была около 0,2 ампер. В обмотку низкого напряжения были включены реостат на 119 омов, амперметр и вольтметр. При этом было получено 0,55 ампер при 70 вольтах.

Ограниченность средств Московской мастерской радио-вакуумных аппаратов, в смысле запаса нужных приборов, заставила при сборке этой схемы пользоваться приборами, какие только можно было приспособить, и этим обусловлены, отчасти, некоторые особенности схемы. Тем не менее с точки зрения принципиальной трансформация 50-периодного переменного тока в ток высокого напряжения, выпрямление его, передача по проводам в виде постоянного тока и последующее превращение катодной лампой в ток 50-периодный высокого напряжения с дальнейшей трансформацией на низкое напряжение была осуществлена.

Точные измерения и определение кпд легко могут быть произведены при наличии необходимых приборов.

Радиолaborатория Московской мастерской
Радиовакуумных Аппаратов
при Радиолaborатории имени В. И. Ленина.
18. VII. 24.

План транскеанской радиотелеграфии Александрсона и Тэйлора.

(АМЕРИКАНСКАЯ РАДИОКОРПОРАЦИЯ).

С. Горленко.

После окончания мировой войны, устройство в Северо-Американских Соединенных Штатах радиосети, отвечающей современным условиям, было поручено Американской Радиокорпорации, которой пришлось заменять на целом ряде станций искровые передатчики незатухающими, обычно альтернаторами высокой частоты и соответственно переделывать радиосети.

На радиостанции Нью-Брунсвик, имевшей уже альтернатор высокой частоты на 200 kW в антенне, Г-образная антенна в 1 милю длиной 169 метров шириной была переделана на многократно настроенную антенну, для чего было добавлено пять снижений вдоль антенны,

расположенных на равных между собой расстояниях и соединенных через колебательные контура с землей и проводами противовеса.

Работа Радиокорпорации началась с радиостанции Нью-Брунсвик в Нью-Джерсее, имевшей приемную станцию в Бельмаре, и Мерион в Массачусетте, имевшей выделенную приемную в Чатаме, причем первая сносилась с Англией, вторая с Норвегией.

В настоящее время в распоряжении Радиокорпорации имеется шесть передатчиков на Атлантическом побережье: два в Тукертоне, один в Нью-Брунсвике, один в Мерионе и два на Лонг-Айленде. Приемной станцией для всех этих радиостанций является Риверхед на Лонг-Айленде, обладающая всеми усовершенствованиями современного радиоприема. Радиостанция Лонг-Айленд также последнее слово радиотехники. Радиостанции Лонг-Айленд, Нью-Брунсвик, Мерион и Тукертон оборудованы альтернаторами высокой частоты, многократно настроенными антеннами, регуляторами скорости альтернаторов и магнитными усилителями.

В Риверхеде сконцентрированы на одной радиостанции все приемные аппараты, и все принимаемые депеши передаются автоматически в Нью-Йорк. В случае появления нового европейского корреспондента достаточно поставить новый приемник в Риверхеде.

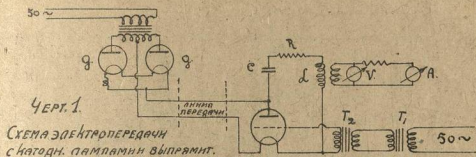
П е р е д а т ч и к и.

„Радио-Централь“ на Лонг-Айленде рассчитана на 12 передающих станций. Пока закончено устройство лишь двух передатчиков.

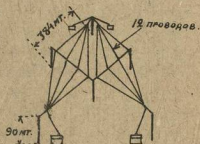
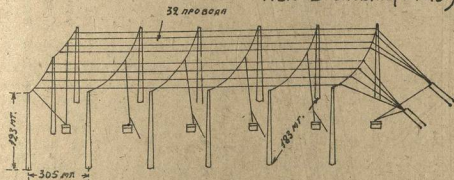
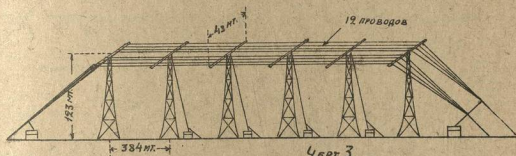
Выбор места для радиоцентрали был обусловлен следующими соображениями: 1) место установки должно быть не слишком удалено от центра Нью-Йорка; 2) возможна покупка большого участка земли за сравнительно не слишком дорогую цену; 3) легко достижимо снабжение радиостанций энергией; 4) должна быть прямая и надежная связь с Нью-Йорком.

Всем этим условиям идеально удовлетворила Радиоцентральный Лонг-Айленд, однако не удовлетворила одному прежде поставленному условию—низкому сопротивлению земли. Почва Лонг-Айленда состоит из песка необыкновенно высокого сопротивления. Поэтому строителям пришлось выполнить трудную задачу—исправить землю в радиотехническом смысле.

Примеры других радиостанций, имевших правда малое сопротивление почвы, доказали громадную пользу многократного заземления с настроенными контурами. Дальнейшие опыты и исследования привели к осуществлению прекрасного заземления. Дальность действия радиопередачи определяется произведением действующей высоты антенны на силу тока в ней и выражается метр-амперами. Было решено для Лонг-Айленда остановиться на действии в 50.000 метр-ампер для каждого передатчика. Ток в антенне и действующая высота подбирались так,



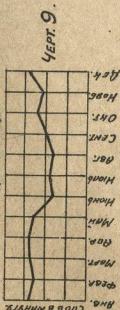
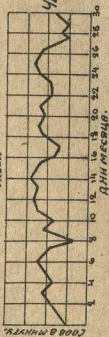
ЧЕРТ. 2.
ПОНГ-АЙЛЕНД (W. Q. H.)



К СТАТЬЕ С. ГОРПЕНКО

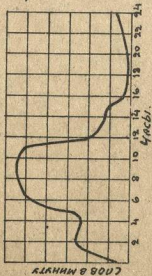


ИЗМЕНЕНИЕ ПРИЕМА
В ТЕЧЕНИИ ДНЯ,
МЕСЯЦА И ГОДА
ДЛЯ ТИПА ТРАНС-
ОКЕАНСКОГО
ПРИЕМНИКА.

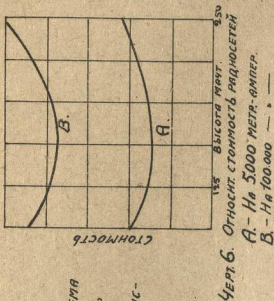


ЧЕРТ. 9.

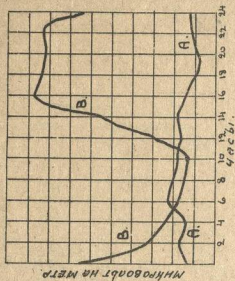
ЧЕРТ. 10.



ИЗМЕНЕНИЕ ПРИЕМА,
СНОВ СГНАЛОВ (А) И
РАЗРЫДОВ (В) НА
ПРОСТОЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ
АНТЕННЕ.



ОТНОСИТ. СТОИМОСТЬ РАДИОСЕТЕЙ
А. - НА 5000 МЕТР. АМПЕР.
В. - НА 100.000 — — —



чтобы при данной величине метр-ампер стоимость установки и эксплуатации была наименьшая. На чертежах 2—5 (стр. 487) даны для сравнения главные размеры, эффективная высота и сопротивление четырех типов антенны Радиокорпорации (действующая высота, помеченная на чертежах, определена измерением излучения). На чертеже 6 (стр. 488) приведены сравнительные стоимости антенны различной высоты при действии излучения в 50.000 метр-ампер и 100.000 метр-ампер.

После исследований Радиокорпорации, доложенных Брауном, оказалось возможным повысить рабочий вольтаж антенн от 60.000 до 150.000 вольт. В настоящее время поставлены новые изоляторы в „Радиоцентральный“, которые работают примерно при 120.000 V; причем двойные изоляторы, через посредство которых провода свешиваются с поперечин башен, нагружены примерно на 45%, а изоляторы близ башен, на которых напряжение меньше, на 55% предельного вольтажа. При повышении напряжения до 135.000 V, явления короны нигде на антенне не замечалось.

Энергия поступает от Лонг-Айлендской осветительной компании в Норспорте и идет по сети длиной в 30 миль под напряжением 22.000 V трехфазного тока. У радиостанции ток преобразовывается на 2.300 V двухфазного для питания индукционных моторов, вращающих альтернаторы высокой частоты.

Антенна Лонг-Айленда (черт. 2) состоит из 12 параллельных проводов 0,8 см в диаметре длиной 2306 мт и разделенных промежутками около 4,3 мт, образуя горизонтальную поверхность около 46 мт шириной. Провода протянуты от здания до первой поперечины антенны, идут далее длиной в 93 мт, горизонтально до шестой мачты и от последней поперечины спускаются к противоположному концу. С нижней стороны к поперечинам прикреплены изоляторы, на которых поддерживаются антенные провода. Для поддержки антенны был выбран тип мачт-башен без оттяжек, и сделано это было по нескольким соображениям. Одним из соображений было повышение средней высоты антенных проводов. При других системах антенн, благодаря свисанию проводов между мачтами, прогиб увеличивается с увеличением расстояния антенного провода от ближайшей мачты, чего нет при прикреплении проводов к поперечинам башенных мачт. Другое соображение следующее. В других системах антенн наблюдается изменение положения проводов при сильном ветре, что изменяет параметры антенны и расстраивает ее с альтернатором; этого не может быть при жестком креплении проводов к поперечинам.

Для поддержания постоянства настройки антенны на радиостанции имеются добавочные вариометры и по ним видно, что колебания настройки на Радиоцентральный гораздо меньше, чем на радиостанциях типа Нью-Брунсвика.

Для уничтожения осадков снега, инея и гололеда на антенных

проводах через них пропускается ток в 60 периодов, для чего антенна снабжена специальным переключателем. Во избежание короткого замыкания присоединением проводов источника тока, либо вся антенна разделяется на четыре группы проводов, либо отдельные провода присоединяются через конденсатор.

Индукционные катушки для многократно настроенной антенны располагаются либо на открытом воздухе, либо—если морской берег близко и брызжащая соленая вода дает отложения солей на катушки—внутри особой рамки, обшитой медными полосами.

На станциях с несколькими антеннами надо обращать внимание на расположение антенн и питающих цепей с целью возможного уменьшения их взаимодействия. Точно также при расширении и переделке существующей станции не всегда выгодно стремиться все антенные контура приблизить к зданию передатчика.

При сравнении заземления с противовесом оказалось, что хотя противовес может быть теоретически идеален, он представляется нежелательным с точки зрения практической эксплуатации. Противовес представляет собой сеть проводов, натянутых над землей и держащихся при высоком потенциале, и обрыв какого-либо провода ведет к перерыву работы до исправления. Кроме того содержание надземного противовеса ведет к большим эксплуатационным расходам. Теоретические исследования показали, что система зарытых в землю проводов может также хорошо действовать при надлежащем расчете сообразно с характером почвы, как и изолированный противовес.

Опыты показали, что скорость распространения колебаний в проводах, зарытых в земле на Лонг-Айленде в 10 раз меньше скорости распространения в проводах, протянутых в воздухе. Затем было найдено, что сопротивление провода есть функция длины волны и длины провода. С возрастанием длины провода проводимость увеличивается, как линейная функция, до длины, равной $\frac{1}{4}$ длины волны, где эта функция достигает максимума, после чего становится периодической функцией от длины волны и длины провода. Результаты опытов показали, что максимум проводимости получается для заземленного провода при величине несколько меньшей четверти длины волны.

Измерения распространения колебаний в зарытых проводах показали, что хотя длина 369 мт экономично используется на почве Лонг-Айленда, однако по расчету распределения электрического поля было определено, что 76% электрических линий сил, излучаемых антенной, могут быть собраны в земных проводах при длине последних в 307 мт. Эта последняя величина была признана достаточной для длины провода по каждую сторону от центра антенны. В результате антенна Лонг-Айленда стоит на заземленной медными проводами площади в 3 мили длиной и в 615 мт шириной и потому действие антенны сделалось почти независимым от сопротивления почвы.

Сопротивление системы антенна—земля равно 0,4 Ω и распределяется следующим образом:

Сопротивление излучения в омах при $\lambda = 16.500$ мт	0,05
Сопротивление земли	0,10
Сопротивление катушки настройки	0,15
Сопротивление проводов	0,05
Потери на изоляторы и друг.	0,05

Всего омов 0,40

При работе генератором 200 kW , ток в антенне 700 А и излучение равно 60.000 метр-ампер.

При постройке антенного заземления, специальный плуг, передвигаемый помощью двух тракторов Форда, вез катушку проволоки и зарывал провод с помощью особого лезвия на глубину в 50 см. Заземление состоит из проводов в 615 мт общей длины, зарытых на глубине 38—50 см по направлениям, перпендикулярным направлению антенны, причем центральная линия заземления находится под центральной линией антенны. Провода заземления отстоят на расстоянии около 3 м друг от друга и под антенной длиной 2.285 мт укладывается 750 проводов общей длиной 458 км. Провода заземления присоединены к тяжелой полосе, проходящей под землей под центральной линией антенны. Над ней подвешена антенная питающая шина, присоединенная к подземной шине через индукционные реактивные катушки; таким образом все пути в землю имеют одинаковое сопротивление и токи из антенны во все секции заземления одинаковы.

Постоянство длины волны на радиостанции с альтернатором высокой частоты обуславливается постоянством скорости вращения альтернатора. В других типах передатчиков параметры антенны влияют на частоту передатчика, что зависит от ветра и степени влажности почвы и изоляторов. В альтернаторе высокой частоты задача независимости скорости вращения альтернатора от нагрузки и поддержания постоянства его частоты решается помощью системы реле, работающих синхронно с телеграфным ключом, вследствие чего напряжение на зажимах мотора меняется так, что вращение мотора соответствует нагрузке, чем предотвращается и изменение скорости вращения ротора от нагрузки. Колебания скорости вращения альтернатора, зависящие от изменения подводимой мощности регулируются специальным настроенным контуром малого сопротивления, в котором ток сильно меняется при малом изменении частоты альтернатора (несколько сотых процента), сила тока в этом резонансном контуре, особым механизмом регулирует скорость вращения мотора. При таких условиях пикирующий амперметр показывает изменения тока не больше $\frac{1}{5.000}$ -ной доли, что соответствует 4 оборотам в сек или колебаниям длины волны в 3 мт при волне в 15.000 мт.

Приемное устройство.

Центральное приемное устройство сосредоточено в Риверхэде на Лонг-Айленде. Антенна нового типа (Бевереджа) дает прием одного направления, от заокеанских передатчиков, глуша колебания от всех остальных направлений, в том числе и от своих передатчиков. Антенна состоит из двух медных проволок, протянутых на 15 км. Она питает отдельные приемные контура на различные волны без малейшей взаимной интерференции последних или ослабления сигналов. „Волновая антенна“ Риверхэда не только дает возможность централизовать прием улавливанием неограниченного количества сигналов, но и поглощает атмосферные разряды. В принципе надеются, что усложнение приемного устройства даст удешевление передаточного и выгоднейшим пределом явится одинаковая стоимость обоих каковой предел еще очень далек от достижения.

Принципы приема длинной антенной были предложены в 1919 году Вигантом и Александерсоном. Идея их следующая. Настройка приемника избавляет нас от помехи со стороны радиостанций и атмосферных разрядов, длина волны которых отличается от длины волны приемника. Для избавления от работы других радиостанций и от атмосферных разрядов, имеющих ту же волну, что и приемная радиостанция, нужно настроить приемник так, чтобы он мог принимать колебания лишь в одном направлении от передающей станции. Теория действия волновой антенны изложена Бевереджем, Райс'ом и Келлог'ом¹⁾.

Вследствие применения волновой антенны Бевереджа прием мешающих станций и разрядов возможен лишь в направлениях близких к направлениям на передатчик. В редких случаях сильной помехи в направлении приема устраивается искусственная линия, питаемая токами того-же направления и того-же напряжения, что и мешающие токи, но со сдвигом фаз на 180° , вследствие чего сбалансированные мешающие токи перестают быть слышными.

С антенной этой системы получены прекрасные результаты в Риверхэде, где шесть приемников обычно связаны с такой одной антенной и сигналы шести трансокеанских станций разделяются настройкой и параллельно и независимо принимаются. Для этого антенный трансформатор сделан с несколькими вторичными обмотками и число искусственных линий таково, что могут одновременно действовать несколько приемных установок. Необходимо выполнить много предосторожностей для избежания мешающих разговоров и биений на приемных установках. Для этого все элементы приемника снабжены фильтрами.

Сигналы, принимаемые помощью волновой антенны, настолько

¹⁾ См. Титбл № 30, 23 и 26.

сильны, что прием из Европы через четырехкратный усилитель даже не совсем приятен вследствие чрезмерной силы звука.

Отстройка от местных радиостанций, кроме Мерион, вполне удовлетворительна при помощи направляемого радиоприема. От работы Мериона можно отстроиться при различии длин волн не менее 3%, от Европейских радиостанций—при различии меньше 2%.

Приемная станция Риверхед находится около 70 миль к востоку от Нью-Йорка, и следовательно задачей является автоматическая передача принимаемых сигналов в Нью-Йорк, к чему в настоящее время уже приступлено.

Передача производится автоматически помощью перфорированной ленты из Центрального узла в Нью-Йорке; ток идет по линии и замыкает систему реле на передаточной станции. В центре же помещается контрольная установка, следящая за передачей. При приеме происходит обратный процесс: прием в Риверхеде и передача по проводам в центральный узел в Нью-Йорке. Скорость приема обычно 35—40 слов в минуту. Для работы от 40 до 70 слов в минуту назначаются два радиотехника, от 70 до 100—три радиотехника.

В Нью-Йорке в радиоузле постоянно работают 6 трансокеанских приемников, 6 приемников для сообщений военных судов, 6 автоматических передатчиков и более 30 аппаратов государственной сети.

Наивыгоднейшей волной для сообщений на некоторое расстояние является такая, чтобы расстояние между корреспондентами в 500—1000 раз превышало длину волны. При слишком короткой волне сигналы днем слабые, а ночью сильные, но непостоянны по силе, особенно когда темнота царит между корреспондирующими станциями. В некоторых частях света представляется возможным выгодно пользоваться короткими волнами вследствие их сравнительно меньшего поглощения по сравнению с длинными, но для расстояний более 3.000 миль пока возможно применение лишь длинных волн.

Если применять волны от 11.000 до 22.000 мт на большие расстояния, то отстройки при 2% разности волн дает 35 возможных одновременных приемов, а при 1% дает 70 приемов, не считая возможностей, представляемых отстройкой помощью направленного радиоприема. Для этого требуется соответственно постоянство длины волны отправителя и острота отстройки приема. Для волн близких к волнам американских передатчиков отстройка должна быть до 3%, поэтому во избежание возможного уменьшения удобных для приема волн, американские передатчики работают на волнах от 16.000 до 17.500 мт именно:

- 15.900 мт—Тукертон (1-й перед.)
- 16.300 мт—Кахуку (1-й перед.)
- 16.465 мт—Лонг-Айленд (1-й перед.)
- 16.700 мт—Тукертон (2-й перед.)
- 16.975 мт—Кахуку (2-й перед.)

16.975 мт—Аннаполис (компенсирующая дуга).

17.145 мт—Аннаполис (передающая дуга).

17.500 мт—Лонг-Айленд (2 перед.).

Предполагается работа передатчиков в Швеции, Польше и Аргентине в ближайшем будущем на волнах от 18.000 до 19.000 мт.

Лион работает на волне 15.500 мт. Имеется ряд станций работающих от этой волны до 11.000 мт, а также французские станции, работающие от 19.000 до 22.000 мт. Итак эфир заполнен и уже сейчас требуется урегулирование вопроса о радиоработе до момента расширения возможностей радиоработы новыми усовершенствованиями. На черт. 7, 8 и 9 даны кривые относительных: суточного, месячного и годовичного изменения пропускной способности радиоприема, зависящей от силы сигналов и мешающих действий. Интенсивность сигналов измеряется микровольтами на метр. На черт. 10 и 11 даны суточные кривые для простой вертикальной антенны.

При данных условиях атмосферных разрядов пропускная способность оказывается пропорциональной силе сигналов, измеренных в микровольтах. Эта пропорциональность почти точная при скорости приема от 5 до 40 слов в минуту, и, вероятно, имеет место и при большей скорости, что однако не проверено. Интенсивность мешающих действий измеряется числом микровольт на метр, позволяющим при данной помехе принимать 20 слов в минуту. Если передатчик предназначен для новой местности, измеряется интенсивность мешающих действий для этой местности.

Диатермический аппарат с катодными лампами.

С. Н. Ржевкин.

В Радио-отделе Государственного Экспериментального Электротехнического Института мною сконструирован диатермический аппарат, в котором сделана попытка применить генерацию высокой частоты посредством катодных ламп непосредственно от сети переменного тока.

Диатермический аппарат предназначается для прогревания внутренних частей человеческого тела током высокой частоты. Как известно, раздражающее действие переменного тока изменяется согласно закону Нернста (проверенному на опыте автором¹⁾ до 6000 периодов), обратно пропорционально квадратному корню из частоты; таким образом, если считать, что при 50 пер/сек порог раздражения лежит при 0,003 амп,

¹⁾ Работа печатается в журнале Прикладной Физики.

то при 100.000 периодов он будет лежать при:

$$0,003 \times \sqrt{\frac{100.000}{50}} = 0,135 \text{ А.}$$

Но, как показали исследования Кеннелли и Александерсона¹⁾, ток 100.000 пер/сек ($\lambda = 3.000 \text{ мт}$) оказывает раздражающее действие лишь при 0,5 амп, т.-е. закон Нернста уже не соблюдается точно.

Так как при диатермии применяются токи до 3 амп, приходится выбрать, чтобы избежать раздражения, частоту более высокую. Кроме того вышеуказанный порог раздражения 0,5 амп относится к незатухающим колебаниям от машины, прерывистые же затухающие колебания, какие получаются в радио-генераторах с искровым разрядником, очевидно дадут раздражающее действие при меньших силах тока, чем и объясняется принятая в диатермических аппаратах с искрой длина волны менее 750 мт ($n \geq 400.000 \text{ пер.}$).

Для катодного диатермического аппарата, сконструированного для Московского Губернского Физико-Терапевтического Института, была выбрана частота 300.000 пер. ($\lambda = 1.000 \text{ мт}$); при испытаниях оказалось, что едва заметное раздражающее действие получается лишь при прогревании через руки (общая диатермия) при предельном токе 0,7 амп; диатермия других частей тела никаких раздражений не обнаружила.

Предварительные опыты показали, что при общей диатермии (через руки) сопротивление человеческого тела составляет около 500 ом. Предельный применяемый для лечения ток до 0,8 амп. При местной диатермии, с электродами большой площади со смоченной поверхностью, сопротивление падает до 50 ом; применяются токи до 2,5 амп. В первом случае мы имеем выделяемую в виде тепла мощность $W_1 = 0,64 \cdot 500 = 320 \text{ ватт}$, во втором $W_2 = 6,25 \cdot 50 = 312 \text{ ватт}$. Таким образом генератор в 500 ватт колебательной мощности вполне достаточен для обслуживания одного, а при не сильных токах и двух пациентов.

Для питания катодных ламп необходимо иметь высокое напряжение до 5.000 вольт постоянного тока, получение которого представляет известные затруднения. Обычно применяется отдельная выпрямительная установка с кенотронами или неоновыми лампами, что значительно усложняет и удорожает аппарат. В целях простоты и дешевизны автором была выбрана для диатермического аппарата схема „Лувр“, позволяющая использовать те-же генераторные лампы и в качестве выпрямителей для своей работы²⁾.

В этой схеме (черт. 1), питающейся непосредственно от сети

¹⁾ *Electrical World*, July, 1910.

²⁾ Заявлен Ком. по Делах Изобр. 12 июля 1920 г. на имя Н. Н. Луценко, Б. А. Введенского и С. Н. Ржевкина.

16.975 мт—Аннаполис (компенсирующая дуга).

17.145 мт—Аннаполис (передающая дуга).

17.500 мт—Лонг-Айленд (2 перед.).

Предполагается работа передатчиков в Швеции, Польше и Аргентине в ближайшем будущем на волнах от 18.000 до 19.000 мт.

Лион работает на волне 15.500 мт. Имеется ряд станций работающих от этой волны до 11.000 мт, а также французские станции, работающие от 19.000 до 22.000 мт. Итак эфир заполнен и уже сейчас требуется урегулирование вопроса о радиоработе до момента расширения возможностей радиоработы новыми усовершенствованиями. На черт. 7, 8 и 9 даны кривые относительных: суточного, месячного и годовичного изменения пропускной способности радиоприема, зависящей от силы сигналов и мешающих действий. Интенсивность сигналов измеряется микровольтами на метр. На черт. 10 и 11 даны суточные кривые для простой вертикальной антенны.

При данных условиях атмосферных разрядов пропускная способность оказывается пропорциональной силе сигналов, измеренных в микровольтах. Эта пропорциональность почти точная при скорости приема от 5 до 40 слов в минуту, и, вероятно, имеет место и при большей скорости, что однако не проверено. Интенсивность мешающих действий измеряется числом микровольт на метр, позволяющим при данной помехе принимать 20 слов в минуту. Если передатчик предназначен для новой местности, измеряется интенсивность мешающих действий для этой местности.

Диатермический аппарат с катодными лампами.

С. Н. Ржевкин.

В Радио-отделе Государственного Экспериментального Электротехнического Института мною сконструирован диатермический аппарат, в котором сделана попытка применить генерацию высокой частоты посредством катодных ламп непосредственно от сети переменного тока.

Диатермический аппарат предназначается для прогревания внутренних частей человеческого тела током высокой частоты. Как известно, раздражающее действие переменного тока изменяется согласно закону Нернста (проверенному на опыте автором¹⁾ до 6000 периодов), обратно пропорционально квадратному корню из частоты; таким образом, если считать, что при 50 пер/сек порог раздражения лежит при 0,003 амп,

¹⁾ Работа печатается в журнале Прикладной Физики.

то при 100.000 периодов он будет лежать при:

$$0,003 \times \sqrt{\frac{100.000}{50}} = 0,135 \text{ А.}$$

Но, как показали исследования Кеннелли и Александерсона¹⁾, ток 100.000 пер/сек ($\lambda = 3.000 \text{ мт}$) оказывает раздражающее действие лишь при 0,5 амп, т.е. закон Нернста уже не соблюдается точно.

Так как при диатермии применяются токи до 3 амп, приходится выбрать, чтобы избежать раздражения, частоту более высокую. Кроме того вышеуказанный порог раздражения 0,5 амп относится к незатухающим колебаниям от машины, прерывистые же затухающие колебания, какие получаются в радио-генераторах с искровым разрядником, очевидно дадут раздражающее действие при меньших силах тока, чем и объясняется принятая в диатермических аппаратах с искрой длина волны менее 750 мт ($n > 400.000 \text{ пер.}$).

Для катодного диатермического аппарата, сконструированного для Московского Губернского Физико-Терапевтического Института, была выбрана частота 300.000 пер. ($\lambda = 1.000 \text{ мт}$); при испытаниях оказалось, что едва заметное раздражающее действие получается лишь при прогревании через руки (общая диатермия) при предельном токе 0,7 амп; диатермия других частей тела никаких раздражений не обнаружила.

Предварительные опыты показали, что при общей диатермии (через руки) сопротивление человеческого тела составляет около 500 ом. Предельный применяемый для лечения ток до 0,8 амп. При местной диатермии, с электродами большой площади со смоченной поверхностью, сопротивление падает до 50 ом; применяются токи до 2,5 амп. В первом случае мы имеем выделяемую в виде тепла мощность $W_1 = 0,64 \cdot 500 = 320 \text{ ватт}$, во втором $W_2 = 6,25 \cdot 50 = 312 \text{ ватт}$. Таким образом генератор в 500 ватт колебательной мощности вполне достаточен для обслуживания одного, а при не сильных токах и двух пациентов.

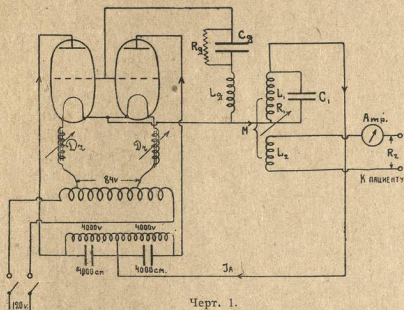
Для питания катодных ламп необходимо иметь высокое напряжение до 5.000 вольт постоянного тока, получение которого представляет известные затруднения. Обычно применяется отдельная выпрямительная установка с кенотронами или неоновыми лампами, что значительно усложняет и удорожает аппарат. В целях простоты и дешевизны автором была выбрана для диатермического аппарата схема „Лувр“, позволяющая использовать те-же генераторные лампы и в качестве выпрямителей для своей работы²⁾.

В этой схеме (черт. 1), питающейся непосредственно от сети

¹⁾ Electrical World, July, 1910.

²⁾ Заявлен Ком. по Делах Изобр. 12 июля 1920 г. на имя Н. Н. Лупенко, Б. А. Введенского и С. Н. Ржевкина.

50 пер. однофазного тока, лампы работают по-очереди по пол-периода, таким образом при нормальном режиме каждая лампа даст лишь половинную мощность. В аппарате применены 500 ваттные лампы



Нижегородской Радиолaborатории; питающее напряжение взято $V_{эфф} = 4.000$ вольт, т.е. несколько выше нормального (3.000 вольт), так что каждая лампа может дать больше, чем $\frac{500}{2}$ ватт, а вся схема несколько более 500 ватт, что достаточно для медицинских приложений.

Расчет диатермического аппарата.

Наибольшее выделение энергии в колебательном контуре при нормальной схеме получается, когда внутреннее сопротивление лампы равно эквивалентному сопротивлению колебательного контура, включенного в цепь анода. Как показывает Меллер¹⁾, это условие приводит к соотношению:

$$R_i = R_a = \frac{L}{RC},$$

где R_i — внутреннее сопротивление лампы,

R_a — эквивалентное сопротивление контура,

L, R и C — самоиндукция, сопротивление и емкость контура в цепи анода.

¹⁾ Elektronenröhren, s. 72.

Это соотношение можно переписать иначе

$$R_a = \frac{1}{2C \frac{R}{2L}} = \frac{1}{2C\alpha}, \quad (1)$$

где α — множитель затухания колебательного контура.

Как показало исследование, для 500 ваттных ламп проницаемость $D \approx 2-3\%$, а крутизна: $S = 1,2-1,9 \frac{mA}{V}$; откуда

$$R_i = \frac{1}{SD} \approx 16.000 - 45.000 \text{ ом.}$$

Таким образом задача заключается в подборе данных контуров схемы так, чтобы

$$2C\alpha = \frac{1}{R_i}, \text{ где } \alpha \text{ — множитель затухания всей системы.}$$

После проб многих схем я остановился на простейшей генераторной схеме с индуктивной связью на сетку и конденсатором с утечкой в цепи сетки. Для связи с пациентом вводится катушка L_2 , связанная с катушкой L_1 контура переменной связью M ; от этой катушки ток непосредственно проводится к пациенту.

Таким образом для нахождения множителя затухания α нужно решить задачу о колебании связанных контуров, из которых один колебательный, а другой апериодический. Для этой системы можно написать 2 дифференциальных уравнения:

$$R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + \frac{1}{C_1} \int i_1 dt + M \frac{di_2}{dt} = 0,$$

$$R_2 i_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt} = 0.$$

Продифференцировав по t , найдем:

$$L_1 \frac{d^2 i_1}{dt^2} + M \frac{d^2 i_2}{dt^2} + R_1 \frac{di_1}{dt} + \frac{i_1}{C_1} = 0,$$

$$L_2 \frac{d^2 i_2}{dt^2} + M \frac{d^2 i_1}{dt^2} + R_2 \frac{di_2}{dt} = 0.$$

Предполагаем решение уравнений в форме:

$$i_1 = I_1 e^{Zt}; i_2 = I_2 m. e^{Zt_1})$$

и подставляя его в дифференциальные уравнения, найдем для определения Z кубическое уравнение:

$$Z^3 + \frac{2(\alpha_1 + \alpha_2)}{1 - k^2} Z^2 + \frac{n_1^2 + 4\alpha_1\alpha_2}{1 - k^2} + \frac{2\alpha_2 n_1^2}{1 - k^2} = 0, \quad (2)$$

$$\alpha_1 = \frac{R_1}{2L_1}; \alpha_2 = \frac{R_2}{2L_2}; n_1^2 = \frac{1}{L_1 C_1}; k^2 = \frac{M^2}{L_1 L_2}.$$

Как показывает Ивановский, это уравнение имеет два сопряженных мнимых корня

$$Z_1 = -\alpha + j\omega, Z_2 = -\alpha - j\omega,$$

соответствующих колебанию с множителем затухания α и частотой ω , и один действительный Z_3 , который приблизительно равен $Z_3 = -2\alpha_2$ и соответствует некоторому аperiодическому процессу, который очевидно будет протекать лишь в моменты неустановившегося режима.

Так как из теории уравнений известно, что

$$Z_1 + Z_2 + Z_3 = -\frac{2(\alpha_1 + \alpha_2)}{1 - k^2},$$

и очевидно, что $Z_1 + Z_2 = -2\alpha$, то

$$\alpha = -\frac{Z_1 + Z_2}{2} = \frac{Z_3}{2} + \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{1 - k^2}. \quad (3)$$

Приближенное значение корня $Z_3 = -2\alpha_2$ будет достаточно точно, если величины α_1 и α_2 малы по сравнению с n_1 ; если этого нет, а в нашем случае это особенно резко не выполняется ввиду большого сопротивления R_2 во втором контуре, то можно найти точное значение корня Z_3 , а следовательно и коэффициента затухания α , следующим методом. Уравнение (3) имеющее вид $F(Z) = 0$ удовлетворяется приблизительно некоторым значением $Z_0 = -2\alpha_2$; точное значение будет $Z = Z_0 + \Delta Z$, и оно обратит левую часть уравнения (2) в нуль $F(Z_0 + \Delta Z) = 0$.

1) См. Ивановский. Колебания связанных систем, стр. 19.

Разложим $F(Z_0 + \Delta Z)$ в ряд Тейлора, пренебрегая членами выше 1-го порядка малости.

$$F(Z_0 + \Delta Z) = F(Z_0) + \Delta Z \cdot F'(Z_0) + \dots = 0;$$

откуда найдем

$$\Delta Z = - \frac{F(Z_0)}{F'(Z_0)}.$$

Применяя этот метод к уравнению (2), найдем после несложных вычислений:

$$\Delta Z = - \frac{8 \alpha_2^3 k^2}{4 \alpha_2 (\alpha_2 - \alpha_1 - 3 \alpha_2 k^2) + n_1^2}.$$

Разберем два предельных случая:

I. Множители затухания малы по сравнению с n_1 ; это будет случай малого сопротивления пациента, при применении больших смоченных электродов. Тогда

$$\Delta Z = - \frac{8 \alpha_2^3 k^2}{n_1^2}$$

величина малая и из форм. (3) имеем

$$\alpha = - \alpha_1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{1 - k^2} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 k^2}{1 - k^2}. \quad (4)$$

В предельном случае, когда $\alpha_2 = 0$, т.е. при коротко замкнутом апериодическом контуре, затухание системы будет

$$\alpha = \frac{\alpha_1}{1 - k^2}.$$

II. Множитель затухания α_2 велик по сравнению с n_1 и α_1 . Подсчет показывает, что при $R_2 = 500$ ом этот случай имеет место. Тогда мы примем приближенно:

$$\Delta Z = - \frac{8 \alpha_2^3 k^2}{4 \alpha_2 (\alpha_2 - 3 \alpha_2 k^2)} = - 2 \alpha_2 \frac{k^2}{1 - 3 k^2}$$

$$Z_3 = -2\alpha_2 - 2\alpha_2 \frac{k^2}{1-3k^2} = -2\alpha_2 \left(\frac{1-2k^2}{1-3k^2} \right),$$

а так как k^2 не превышает 0,1, приближенно имеем $Z_3 = -2\alpha_2(1+k^2)$; откуда по форм. (3) найдем:

$$\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 k^4}{1-k^2}. \quad (5)$$

Мы видим, что множитель затухания системы α не будет чрезмерно велик, так как α_2 умножается на малую величину k^4 (порядка 10^{-3}). Формула (5), конечно, не дает верных значений для больших значений R_2 и α_2 . В предельном случае $R_2 = \infty$ (разомкнутый апериодический контур), очевидно, будет $k^2 = 0$, и $\alpha = \alpha_1$, что ясно и непосредственно.

В зависимости от α_2 множитель затухания системы α будет таким образом равно $\alpha_1/1-k^2$ при $\alpha_2 = 0$, затем будет расти при увеличении α_2 , достигнет некоторого максимума и затем снова начинает падать до величины α_1 , при $\alpha_2 = \infty$. Как показали числовые расчеты, увеличение α в максимуме не велико, и множитель затухания α в общем близок к коэффициенту α_1 , для первого контура, превышая его не более чем в 2—3 раза.

Эти соображения дают почву для предварительного подсчета контуров для диатермического аппарата. Согласно с теорией в случае большого сопротивления пациента, т.е. большого α_2 может получиться общее затухание наибольшее, и согласно форм. (1) при этом будет малая величина сопротивления в цепи анода; в этом случае в цепи анода будет идти сильный ток, и почти все напряжение ляжет на анод лампы, вследствие чего он будет перегреваться.

Если при данной конструкции будет получаться сильное перегревание анодов, то очевидно надо увеличить эквивалентное сопротивление в цепи анода; этого можно достичь проще всего, увеличивая L_1 и уменьшая C_1 или R_1 .

Если аноды не греются, но аппарат дает малый ток в пациента, то очевидно R_a велико, и придется увеличить R_1 или C_1 и уменьшить L_1 . Не надо забывать, что частоты при этом не должны превышать вышеуказанных границ.

Конденсатор C_g с утечкой R_g применяется, как пациента и во всех генераторных схемах, с целью уменьшения постоянного тока в сетке, поддерживая ее средний потенциал отрицательным. Для того, чтобы индуцируемые на сетке заряды давали достаточное изменение потенциала сетки, емкость C_g должна быть мала. Величина сопротивления R_g должна быть при этом возможно велика; верхний предел R_g опреде-

ляется возникновением прерывистой генерации, связанной с сильным падением энергии колебаний¹⁾.

Конструктивное выполнение.

Как уже было указано, и накал, и высокое напряжение для катодных ламп получаются путем трансформирования переменного 50 периодного тока. Накал от переменного тока дает пульсирующее нагревание волоска. Если в цепи накала введены только омические сопротивления, то ток накала будет почти точно в фазе с током высокого напряжения через аноды ламп—наибольший накал будет соответствовать наивысшему напряжению. Дабы уменьшить опасность разрушения волоска вследствие совместного действия перекала и перенапряжения, в цепь накала введен дроссель значительной самоиндукции ($L\omega = 13$ ом); так как сопротивление нитей накала 2-х ламп, включенных последовательно, около $R_0 = 4,4$ ома, а ваттное сопротивление дросселя около 1 ома, то получается значительный сдвиг фазы:

$$\tan \varphi = \frac{L\omega}{R_{ном} + R_0} = \frac{13}{5,4} = 2,4; \varphi = 65^\circ.$$

Принимая во внимание, что накал волоска благодаря тепловой инерции отстает по фазе от силы тока, мы можем считать, что общее отставание температуры волоска по фазе будет близко к 90° , и вышеуказанные действия перегрева и перенапряжения будут компенсированы.

В данной конструкции, накал (8 ампер) питался автотрансформаторно от первичной обмотки при напряжении 84 вольта, причем в цепь был введен дроссель с выдвижным сердечником из железных проволок, имеющий $L\omega = 13$ ом; указанное напряжение 84 вольта было взято исключительно ввиду использования имеющегося в распоряжении дросселя. Совершенно очевидно, что накал можно питать и непосредственно от 120 вольт первичного тока, вводя соответственный дроссель. В аппарате применены 500 ваттные лампы Нижегородской Радиолaborатории, оказавшиеся по конструктивному выполнению и откатке весьма совершенными.

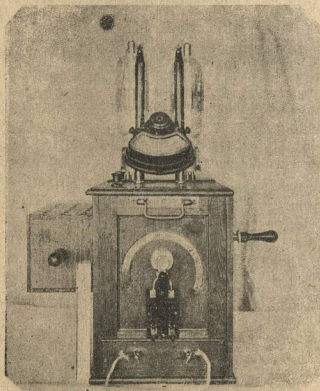
Емкости параллельно вторичной обмотке трансформатора необходимы, чтобы дать путь малого сопротивления для тока высокой частоты, циркулирующего в анодной цепи; пульсирующий ток высокой частоты, путь которого показан стрелками на чертеже, не мог бы пройти через вторичную обмотку трансформатора; введение конденсаторов позволяет высокочастотной компоненте замкнуться через емкость, постоянная же компонента (вернее компонента со-100 периодной пуль-

¹⁾ См. С. Н. Ржевкин и Б. А. Введенский. Прерывистый триодный генератор. ТГТбп № 11, 1921 г.

сацией) будет замыкаться через обмотки трансформатора. Величина емкостей должна быть достаточно велика, чтобы емкостное сопротивление $\frac{1}{C\omega}$ было мало по сравнению с внутренним сопротивлением лампы (в данной конструкции оно около 120 ом). Конденсаторы параллельно вторичной обмотке в данной схеме не имеют назначения служить для настройки в резонанс на низкую частоту, а лишь облегчают прохождение высокой частоты.

Переменная связь с пациентом осуществлялась при помощи движения цилиндрической катушки L_2 в такую же катушку L_1 . В осуществленной конструкции величина связи была не более 30—35%; следовательно $k^2 < 0,1$; наиболее выгодная для работы связь была при $k^2 = 0,05$. Посредством изменения связи чрезвычайно легко и удобно регулировать силу тока через пациента.

Обычно в диатермических аппаратах немецкой конструкции вводятся в цепи пациента емкости (в виде батареи лейденских банок).



Фот. 2.

Назначение их видимо заключается в настройке цепи пациента в резонанс или близко к резонансу с целью получения меньшего безваттного сопротивления и усиления тока. Как показал опыт, того же можно достичь, уменьшая самоиндукцию L_2 в цепи пациента и увеличивая связь, чтобы повысить напряжение; так в нашей конструкции самоиндукция L_2 состояла всего лишь из 20 оборотов провода диаметром 1 мм.

Общая конструкция аппарата осуществлена с наибольшей простотой, и вся регулировка сводится лишь к передвижению катушки связи L_2 с целью установления нужной для лечения силы тока. Регулировка дросселем нужна лишь в случае сильного изменения напряжения сети. Общий вид аппарата изображен на фот. 2.

Полученный недавно германский диатермический аппарат „Катотерм“ с катодными лампами, имеет отдельный неоновый выпрямитель, отдельные 2 трансформатора накала, целый ряд добавочных регулировок и кроме того батарею лейденских банок в цепи пациента. Таким образом по конструкции он значительно дороже и в обращении сложнее, что особенно нежелательно, ввиду того, что аппарат должен обслуживаться медицинским персоналом, для которого излишняя сложность регулировки затруднительна.

Исследование тока высокой частоты, даваемого аппаратом, на осциллограф показало, что этот ток модулирован на 100% с частотой пульсаций 100 в секунду. Этим обстоятельством объясняется несколько большее раздражающее действие этого тока, чем токов постоянной амплитуды. Выравнивание амплитуды высокой частоты возможно путем введения в цепь анода дросселя с большой самоиндукцией, параллельно с емкостью, так чтобы этот контур задерживал частоту 100 периодов. Таким путем удалось уменьшить глубину пульсаций анодного тока до половины максимальной величины. Практически этот способ неудобен, так как для такой низкой частоты, как 100 периодов, при высоком напряжении фильтровочный контур получается слишком громоздким.

В заключение я хотел бы выразить глубокую благодарность Заведующему Радиоотделом Г. Э. Э. И. проф. М. В. Шулейкину, к советам которого я неоднократно прибегал при выполнении этой работы.

10 сентября 1924 г.

Государственный Экспериментальный
Электротехнический Институт.

О трансформировании низкой частоты.

Инж. В. В. Ширков, ч.-уч. РОРИ.

Преобразованием электрической энергии при помощи трансформаторов широко пользуются в современных приборах для телефонии и телеграфии, включая и радио.

По своим основным свойствам эти трансформаторы делятся на несколько групп, характерные особенности которых могут быть обобщены, а также противопоставлены друг другу. Не вдаваясь в подробную классификацию, отметим лишь, что нормальный технический тип транс-

форматора применяется только для получения высокого напряжения и для второстепенных целей в передатчиках. Остальные типы имеют глубокие принципиальные отличия от применяемых в электротехнике сильных токов. Это особенно интересно в отношении трансформаторов низкой частоты с железом, внешний облик которых часто напоминает нормальный промышленный тип трансформатора.

Предметом настоящей статьи является рассмотрение методов оценки той группы трансформаторов с железом, к которой относятся трансформаторы катодных усилителей низкой частоты, микрофонные трансформаторы и др. им подобные по характеру условий работы. Чтобы набросать предварительный эскиз всего вопроса, посмотрим, в какой форме дается задание конструкторам трансформаторов различных типов.

1. Относительно мощности, строго фиксированной для технического трансформатора, при задании телефонных и телеграфных трансформаторов ставится формула в таком виде: трансформатор должен отнять от первичной цепи и передать во вторичную максимум мощности при одних и тех-же первичном напряжении и ваттных сопротивлениях, включенных в его обмотки.

Коэффициент трансформации в первом случае точно задается, а во втором является второстепенной величиной, определяемой как следствие выполнения основных условий.

2. Коэффициент полезного действия технического трансформатора колеблется в весьма узких пределах—в пределах двух-трех процентов. В телефонной или телеграфной схеме к этому вопросу относятся несравненно более терпимо, допуская колебание в пределах десятков процентов, лишь-бы выполнялось первое условие, при приближении к которому возрастает не только чувствительность системы, но иногда и та величина, которую можно было-бы назвать общим коэффициентом полезного действия передачи.

3. Вес меди и железа, минимума которого добиваются при постройке промышленных трансформаторов, обычно мало отражается на выборе той или иной конструкции во втором случае.

4. Охлаждение промышленного трансформатора крупный и сложный вопрос. Об охлаждении же рассматриваемых телефонных и телеграфных трансформаторов вопрос вовсе не ставится.

5. Чистота кривой вторичного напряжения в техническом трансформаторе достигается несравненно легче, чем идентичность кривых вторичного тока и первичного напряжения в телефонном трансформаторе, для которого этот вопрос наряду с получением максимума силы вторичного тока, играет главную роль.

Рациональный расчет цепей и приборов „слабого тока“ становится на ноги лишь последние года, но пока нет еще достаточно переработанного материала, чтобы иметь возможность проводить подобные

расчеты вполне уверенно и в той законченной форме, которая свойственна электротехнике „сильного тока“.

Несмотря на это, можно все-же, руководствуясь несложными формулами, подсчитать главнейшие постоянные такого прибора, как телеграфный или телефонный трансформатор, и начать экспериментальные усовершенствования сразу на несколько ступеней выше, чем без предварительного подсчета, сберегая этим время и деньги.

Приводимые ниже строки коснутся основ теории обоих трансформаторов (слабого тока—телеграфного и телефонного—и простейших методов определения их постоянных.

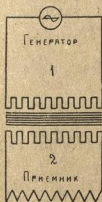
ГЛАВА ПЕРВАЯ.

§ 1. *Телеграфный трансформатор.*—Подходя строго постепенно к раскрытию полной картины явления, рассмотрим в этой главе тот случай, когда влиянием емкости можно пренебречь, иначе говоря, когда мы по тем или иным соображениям не хотим использовать явление резонанса.

Поставим задачу в следующей наиболее элементарной форме: имеются генератор переменного тока и приемник энергии. Эдс генератора строго синусоидальна, а сопротивление его и приемника—чисто ваттные. Падением напряжения в соединительных проводах пренебрегаем.

Задано: определить коэффициенты самоиндукции первичной и вторичной обмоток трансформатора— L_1 и L_2 и коэффициент их взаимной индукции— M , отвечающие максимуму силы тока во вторичной обмотке или, что то-же, максимуму напряжения на зажимах приемника, при постоянной эдс генератора и постоянных ваттных сопротивлениях генератора r_1 и приемника r_2 .

Полные ваттные сопротивления первичной и вторичной цепей обозначим через r_1 и r_2 . Черт. 1 изображает рассматриваемую схему.



Черт. 1.

Обозначения:

ω — угловая частота;

E — эффективное значение эдс генератора;

I_1 — эффективное значение силы тока в первичной обмотке;

I_2 — то-же во вторичной обмотке;

$\left. \begin{matrix} E \\ I_1 \\ I_2 \end{matrix} \right\}$ Те-же—эдс и силы тока—в комплексном обозначении.

$$\begin{aligned}
x_1 &= L_1 \omega \\
x_2 &= L_2 \omega \\
m &= M \omega \\
j &= \sqrt{-1} \\
z_1 &= r_1 - jx_1 \\
z_2 &= r_2 - jx_2 \\
\mu &= -jm.
\end{aligned}$$

Исходные уравнения пишутся в таком виде:

$$z_1 \bar{I}_1 + \mu \bar{I}_2 = \bar{E}; \quad z_2 \bar{I}_2 + \mu \bar{I}_1 = 0.$$

Исключая I_1 , получаем: $(\mu^2 - z_1 z_2) \bar{I}_2 = \mu \bar{E}$, откуда

$$\bar{I}_2 = \frac{\mu \bar{E}}{\mu^2 - z_1 z_2},$$

$$\bar{I}_3 = \frac{+jm\bar{E}}{-m^2 - (r_1 - jx_1)(r_2 - jx_2)},$$

или

$$\bar{I}_2 = \frac{-jm\bar{E}}{(x_1 x_2 - m^2 - r_1 r_2) + j(x_1 r_2 + x_2 r_1)}. \quad (1)$$

Искомое эффективное значение силы вторичного тока получится, как модуль комплексного выражения (1), в таком виде:

$$I_2 = \frac{mE}{\sqrt{(x_1 x_2 - m^2 - r_1 r_2)^2 + (x_1 r_2 + x_2 r_1)^2}}. \quad (2)$$

Очевидно, максимум I_2 совпадает с максимумом выражения:

$$\frac{m}{\sqrt{(x_1 x_2 - m^2 - r_1 r_2)^2 + (x_1 r_2 + x_2 r_1)^2}}, \quad (3)$$

которое обозначим через y .

Первым решим вопрос относительно зависимости y^2 от m или, для удобства преобразований, от m^2 .

$$\frac{\partial (y^2)}{\partial (m^2)} = \frac{(x_1 x_2 - m^2 - r_1 r_2)^2 + (x_1 r_2 + x_2 r_1)^2 - 2(x_1 x_2 - m^2 - r_1 r_2)m^2}{[(x_1 x_2 - m^2 - r_1 r_2)^2 + (x_1 r_2 + x_2 r_1)^2]^2} = 0.$$

Приравнявая нулю числитель и производя упрощения, получим уравнение:

$$x_1^2 x_2^2 + (r_1^2 r_2^2 + r_1^2 x_2^2 + r_2^2 x_1^2) - m^4 = 0,$$

или

$$m^2 = \sqrt{x_1^2 x_2^2 + (r_1^2 r_2^2 + r_1^2 x_2^2 + r_2^2 x_1^2)}.$$

Такое значение m^2 не может быть получено, так как наибольшее значение, которое может иметь m в случае полного отсутствия магнитного рассеяния в трансформаторе, равняется $\sqrt{x_1 x_2}$.

Принимая во внимание, что $\frac{\partial(y^2)}{\partial(m^2)}$ всегда больше нуля, следует признать, что наибольшее значение отвечает полному отсутствию рассеяния в трансформаторе, что выражается равенством

$$m = \sqrt{x_1 x_2}.$$

Выполнить это условие в точности, как известно, нельзя. Но можно приблизиться к нему, сколько угодно близко, совершенствуя конструкцию трансформатора.

Введем обозначение:

$$\frac{m}{\sqrt{x_1 x_2}} = k$$

и примем величину k , меньшую единицы, — постоянной и определяющей степень достигнутой успешности в конструировании. Таким образом выражение (3) может быть написано так:

$$y = \frac{k \sqrt{x_1 x_2}}{\sqrt{[x_1 x_2 (1 - k^2) - r_1 r_2]^2 + [r_1 x_2 + r_2 x_1]^2}}. \quad (3')$$

Разделив числителя и знаменателя на $\sqrt{x_1 x_2}$, получим

$$y = \frac{k}{\sqrt{[(1 - k^2) \sqrt{x_1 x_2} - \frac{r_1 r_2}{\sqrt{x_1 x_2}}]^2 + [r_1 \sqrt{\frac{x_2}{x_1}} + r_2 \sqrt{\frac{x_1}{x_2}}]^2}}. \quad (3'')$$

Переходя к определению максимумов величины y при изменении x_1 и x_2 , замечаем, что максимуму y соответствует минимум подкоренного выражения, которое обозначим через A .

Для простоты выкладок здесь удобно ввести обозначения:

$$\sqrt{x_1} = a_1$$

$$\sqrt{x_2} = a_2$$

и считать a_1 и a_2 за независимые переменные.

Таким образом:

$$A = [(1-k^2) a_1 a_2 - \frac{r_1 r_2}{a_1 a_2}]^2 + [r_1 \frac{a_2}{a_1} + r_2 \frac{a_1}{a_2}]^2.$$

Найдем минимум A сначала при изменении одного только a_1 .

$$\frac{\partial A}{\partial a_1} = 2 [(1-k^2) a_1 a_2 - \frac{r_1 r_2}{a_1 a_2}] [a_2 (1-k^2) + \frac{r_1 r_2}{a_1^2 a_2}] +$$

$$+ 2 [r_1 \frac{a_2}{a_1} + r_2 \frac{a_1}{a_2}] [-r_1 \frac{a_2}{a_1^2} + r_2 \frac{1}{a_2}].$$

Раскрыв скобки и произведя сокращения, но не меняя знака выражения, получим следующее уравнение для определения a_1 :

$$a_1^4 a_2^4 (1-k^2)^2 - r_1^2 r_2^2 - r_1^2 a_2^4 + r_2^2 a_1^4 = 0, \quad (4)$$

или

$$x_1^2 x_2^2 (1-k^2)^2 - r_1^2 r_2^2 + r_2^2 x_1^2 - r_1^2 x_2^2 = 0; \quad (4')$$

откуда

$$x_1^2 = \frac{r_1^2 (r_2^2 + x_2^2)}{x_2^2 (1-k^2)^2 + r_2^2}. \quad (5)$$

Таким образом, имея x_2 заранее заданным в силу каких-либо обстоятельств, следует, для получения максимума I_2 , взять x_1 определенным по полученной формуле (5).

В том, что мы имеем дело с максимумом I_2 и минимумом A , мы убеждаемся, рассматривая изменение знака левой части равенства (4) при переходе через нуль. Как видно из нея, с ростом задаваемого x_2 растет и x_1 , равняясь r_1 при $x_2 = 0$ и приближаясь асимптотически к величине

$$\frac{r_1}{1 - k^2}$$

при возрастании x_2 до $+\infty$.

Из рассмотрения выражения (3) для y видно, что для получения x_2 , соответствующего максимуму y при постоянном x_1 , нет надобности вновь дифференцировать A и повторять все выкладки, а достаточно лишь в последнем равенстве (5) заменить значек 1 через 2 и обратно.

Таким образом получим

$$x_2^2 = \frac{r_2^2 (r_1^2 + x_1^2)}{x_1^2 (1 - k^2) + r_1^2}; \quad (6)$$

x_2 меняется по тому же характеру в пределах от r_2 до $\frac{r_2}{1 - k^2}$ при возрастании x_1 от нуля до $+\infty$.

Совместное решение уравнений (5) и (6) может дать значение x_1 и x_2 , соответствующее наибольшему максимуму. Но их легче получить, решая совместно уравнение (4') с аналогичным уравнением, полученным перестановкой значков в ур. (4') и происходящим из равенства

$$\frac{\partial A}{\partial a_2} = 0.$$

Итак решаем относительно x_1 и x_2 следующую систему уравнений:

$$\left. \begin{aligned} x_1^2 \cdot x_2^2 (1 - k^2)^2 - r_1^2 r_2^2 + (x_1^2 r_2^2 - x_1^2 r_2^2) &= 0, \\ x_1^2 \cdot x_2^2 (1 - k^2)^2 - r_1^2 r_2^2 - (x_1^2 r_2^2 - x_2^2 r_1^2) &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (6')$$

Прежде всего очевидно, что

$$r_2^2 x_1^2 - r_1^2 x_2^2 = 0,$$

или

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{x_1}{x_2}. \quad (7)$$

Суммируя правые и левые части уравнений (6') и деля полученное на 2, получим

$$x_1^2 x_2^2 (1 - k^2)^2 - r_1^2 r_2^2 = 0. \quad (8)$$

Решая уравнения (7) и (8) совместно, легко получим значения

$$x_1 = \frac{r_1}{\sqrt{1-k^2}}, \quad (9)$$

$$x_2 = \frac{r_2}{\sqrt{1-k^2}}, \quad (10)$$

соответствующие наибольшему максимуму I_2 , к нахождению которого теперь обратимся.

Подставляя выражения (9) и (10) в равенство (3''), получаем:

$$y = \frac{k}{\sqrt{\left[(1-k^2) \frac{\sqrt{r_1 r_2}}{\sqrt{1-k^2}} - \frac{r_1 r_2 \sqrt{1-k^2}}{\sqrt{r_1 r_2}}\right]^2 + \left[\frac{r_1 \sqrt{r_2}}{\sqrt{r_1}} + \frac{r_2 \sqrt{r_1}}{\sqrt{r_2}}\right]^2}}.$$

Производя сокращения, получим

$$y = \frac{k}{2\sqrt{r_1 r_2}}. \quad (11)$$

В пределе, при $k = 1$, формула принимает вид

$$y = \frac{1}{2\sqrt{r_1 r_2}}. \quad (12)$$

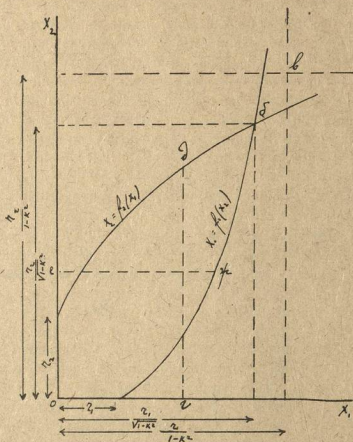
Соответственно формулам (11) и (12) для I_2 имеем следующие выражения:

$$I_2 = \frac{kE}{2\sqrt{r_1 r_2}}, \quad (11')$$

$$I_2 = \frac{E}{2\sqrt{r_1 r_2}}. \quad (12')$$

Для полного уяснения выбора x_1 и x_2 полезно представить их взаимную зависимость графически (черт. 2).

При заданном x_1 , равном og , максимальное значение I_2 соответствует $x_2 = gd$. Задавая же $x_2 = oe$, мы должны для той-же цели x_1



Черт. 2.

взять равным $енс$. Наибольший максимум соответствует точке пересечения b , причем x_1 и x_2 определяются формулами (9) и (10). При приближении k к единице асимптоты и точка пересечения кривых b уходят в бесконечность.

(Продолжение следует).

О настройке распределенного заземления.

В. Татаринов.

Большую часть сопротивления антенны составляет обычно сопротивление земли и именно сопротивление контакта земля—антенна; чтобы уменьшить его, увеличивают площадь контакта, зарывая в землю металлические листы, или устраивают распределенное заземление, схематически изображенное на черт. 1 (стр. 513).

Распределенное заземление мы будем представлять себе в виде нескольких участков металлизированной земли $A, B, C, \dots$, соединенных воздушными проводами со снижением антенны. Все эти секции зазем-

ления $A, B, C, \dots$ должны иметь хороший контакт с землей, для чего к ним присоединяются металлические листы, зарытые по возможности на уровне грунтовых вод и на чертеже не показанные.

Казалось бы, что сопротивление земли должно убывать обратно пропорционально числу секций, но в действительности оно убывает значительно медленнее. Опыт показывает, что дело значительно улучшается, если в подводящие провода отдельных секций включить надлежащим образом подобранные катушки самоиндукции $L_1, L_2, L_3, \dots$ (черт. 2). Действие этих катушек объясняется следующим образом.

Во время колебаний антенны различные секции заземления получают, вообще говоря, различные по амплитуде и фазе потенциалы. Следствием этого неизбежно явится возникновение в земле паразитных токов, которые и увеличивают ваттные потери антенного устройства. Добавочные самоиндукции L_k позволяют уравнивать потенциалы секций, почему мы и будем называть эти самоиндукции „уравнительными“.

Целью настоящей заметки является вывести условия, которым должны удовлетворять уравнительные самоиндукции, и указать способы их определения.

Антенна с присоединенными к ней секциями заземления, изображенная на черт. 2, представляет собою в сущности ряд связанных колебательных контуров. Если антенна работает с большим удлинением волны, и если верхняя ее часть достаточно развита, то распределение токов в ней будет близко к квазистационарному, и тогда ее можно с достаточным приближением заменить связанными замкнутыми контурами, изображенными на черт. 3. Пусть вся система приводится в колебания некоторой периодической эдс E , действующей на удлинительную катушку L .

Обозначим через i_1 ток в контуре L, C_1, L_1, R_1 , через i_2 — ток в контуре L, C_2, L_2, R_2 и т. д.

Уравнения колебаний контуров напишутся следующим образом:

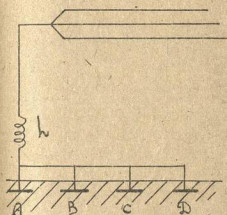
$$\left. \begin{aligned} L \sum \frac{di_k}{dt} + L_1 \frac{di_1}{dt} + R_1 i_1 + \frac{1}{C_1} \int i_1 dt &= E \\ L \sum \frac{di_k}{dt} + L_1 \frac{di_2}{dt} + R_2 i_2 + \frac{1}{C_2} \int i_2 dt &= E \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Условие равенства потенциалов на обкладках конденсаторов по амплитуде и фазе выразится так:

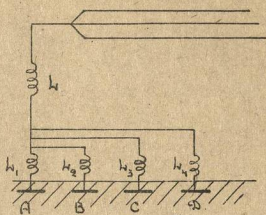
$$\frac{1}{C_1} \int i_1 dt = \frac{1}{C_2} \int i_2 dt = \dots \quad (2)$$

Из ур-ий (1) и (2) легко получить следующие равенства:

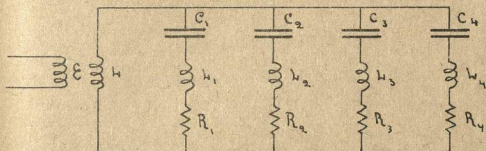
К статье В. Татаринова.



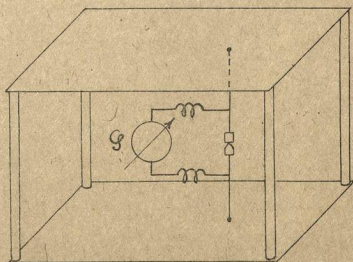
ЧЕРТ. 1.



ЧЕРТ. 2.



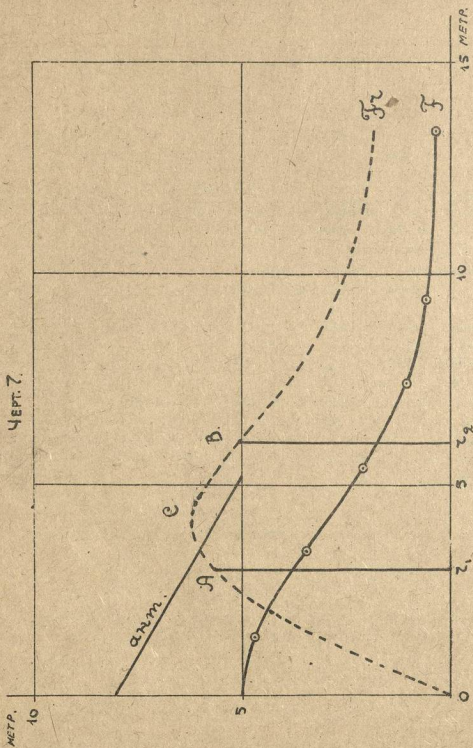
ЧЕРТ. 3.



ЧЕРТ. 4

КСТАТЬЕ В. ТАТАРИНОВА.

ЧЕРТ. 7.



$$L_1 \frac{di_1}{dt} + R_1 i_1 = L_2 \frac{di_2}{dt} + R_2 i_2 = \dots \quad (3)$$

В последних равенствах вторые члены, содержащие R_k , всегда значительно меньше первых и, кроме того, векторы, соответствующие первым и вторым членам, взаимно перпендикулярны. Вследствие этого можно без заметной погрешности вторые члены в равенствах (3) откинуть. Тогда получим:

$$L_1 \frac{di_1}{dt} = L_2 \frac{di_2}{dt} = \dots \quad (4)$$

Дифференцируя два раза равенства (2) и комбинируя их с уравнениями (4), получим:

$$L_1 C_1 = L_2 C_2 = L_3 C_3 = \dots \quad (5)$$

Равенства (5) и выражают собою условие, которому должны быть подчинены уравнивательные самоиндукции L_k , чтобы потенциалы на обкладках всех конденсаторов были равны по фазе и амплитуде.

Рассматривая условия (5), приходим к следующим заключениям:

1) для равенства потенциалов на обкладках конденсаторов уравнивательные самоиндукции должны быть подобраны так, чтобы все контуры были настроены в резонанс *при* $L = 0$;

2) величина уравнивательных самоиндукций остается неизменной при всяких удлинениях;

3) когда $L > 0$, то контуры вообще уже не настроены в резонанс;

4) контуры остаются настроенными в резонанс при всяких удлинениях только в том случае, когда

$$C_1 = C_2 = C_3 = \dots \quad (6)$$

В этом последнем случае имеем:

$$L_1 = L_2 = L_3 = \dots \quad (7)$$

и

$$i_1 = i_2 = i_3 = \dots \quad (8)$$

Переходя от замкнутых контуров к антенне с распределенным заземлением (черт. 2), мы замечаем прежде всего, что осуществить настройку отдельных секций заземления на одну и ту же длину волны для действительной антенны в общем случае нельзя. Действительно,

для этого пришлось бы присоединять к антенне отдельные секции по очереди, но присоединить к антенне одну секцию невозможно, так как все они соединены между собою землей. Это можно было бы осуществить на модели антенны, в которой секции заземления заменены секциями изолированного экрана, но и тут результат получился бы не совсем правильный, так как в случае антенны невозможно сделать $L = 0$, и так как секции экрана имеют взаимную емкость, которая отсутствует в случае замкнутых контуров.

В одном лишь случае настройку эту можно осуществить, а именно тогда, когда удовлетворяются равенства (6), т. е. когда токи смещения, проходящие через все секции заземления, равны между собою. Такое устройство распределенного заземления и следует считать наиболее рациональным. Для осуществления его необходимо знать распределение электрического поля антенны у поверхности земли. Если величина этого поля F известна, то секции должны быть планированы так, чтобы интегралы вида

$$\int F ds_k,$$

распространенные на площади s_k отдельных секций, были равны.

В этом случае уравнивательные катушки должны быть подобраны так, чтобы самоиндукции подводящих проводов всех секций были равны между собой. Такой подбор проще всего осуществить, присоединяя антенну к различным секциям и настраивая ее каждый раз на одну и ту же волну при помощи соответствующей уравнивательной самоиндукции.

Хотя удлинение волны при этой операции может быть какое угодно, но при малых удлинениях точность настройки будет больше.

Нижний-Новгород.
Радиолaborатория имени В. И. Ленина.
Ноябрь, 1924.

Опытное исследование электрического поля антенны.

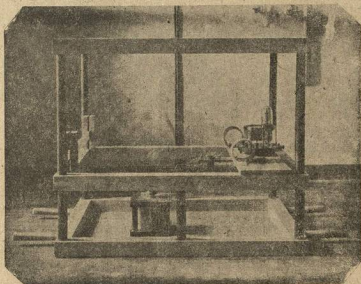
В. Татаинов.

Распределение электрического поля антенны определяется обыкновенно вычислением. Однако при учете влияния мачт, оттяжек, неровностей почвы и т. д. вычисления эти в значительной мере теряют в своей надежности, и опытное исследование поля во всяком случае представляется весьма желательным.

В настоящей заметке я описываю примененный мною метод опытного исследования электрического поля антенны.

Существенную часть аппаратуры, служащей для этих исследований, составляет плоский конденсатор довольно больших размеров. Пластины конденсатора, которыми я пользовался, имели размер $100 \times 75 \text{ см}^2$ и были скреплены карболитовыми столбиками высотой 80 см. Опыты показали, что размеры конденсатора могут быть значительно уменьшены. К пластинкам конденсатора присоединяется детектор молибденит—серебро¹⁾. Такой детектор в пределах приблизительно до 20 микроампер дает постоянный ток пропорциональный квадрату амплитуды напряжения. Детектор соединяется через два дросселя с зеркальным гальванометром, чувствительность которого около 10^{-7} амп.

Детектор, дроссели, зеркальный гальванометр и шкала к нему помещаются между пластинками конденсатора. Отсчёт производится издали через трубу. Схема прибора дана на черт. 4 (стр. 513), а внешний вид на фот. 5.



Фот. 5.

Если такой конденсатор со всеми приборами поставить на землю под работающей антенной, то гальванометр даст отклонение пропорциональное квадрату амплитуды электрического поля.

Этим способом я исследовал поле зонтичной антенны высотой 8 м с 14-ю лучами по 6 м (фот. 6).

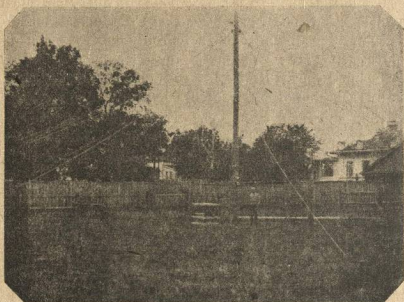
Антенна возбуждалась ламповым генератором, помещавшимся в сарае на расстоянии около 20 м от снижения антенны. Связь генератора с антенной была электростатическая и осуществлялась при помощи проволоки, присоединенной к конденсатору генератора и обрывавшейся на расстоянии около 10 м от мачты.

Таким образом под антенной не было никаких проводов и приборов, кроме описанного конденсатора и снижения с маленькой удли-

¹⁾ Или термоэлемент.

нительной катушкой (прибл. 10×10 см) и тепловым ваттметром вместо амперметра.

При этих условиях ток в антенне получался около 50 миллиампер, причем зеркальный гальванометр уходил за шкалу.



Фот. 6.

Чтобы уменьшить чувствительность установки приходилось детектор шунтировать конденсатором или включать последовательно с детектором сопротивление.

Чтобы убедиться в том, что на прибор не действует непосредственно магнитное поле снижающего провода, последний на высоте около 2 м отсоединялся от антенны и соединялся непосредственно с генератором, при помощи которого в нем возбуждался ток той же частоты и амплитуды, как и в случае работы антенны. Гальванометр при этом не давал совершенно никакого отклонения, тогда как при работе антенны он отклонялся приблизительно на 200 мм шкалы.

В нижеследующей таблице даны результаты одного ряда наблюдений. В первом столбце даны расстояния r конденсатора от снижения антенны, во втором—числа пропорциональные напряжению поля F .

r	F
1,4 м	4,72
3,4	3,48
5,4	2,10
7,4	1,07
9,4	0,59
13,4	0,33

На черт. 7 (стр. 514) дана кривая, построенная по этим точкам (сплошная линия).

Считая, что поле симметрично расположено относительно мачты, легко найти числа, пропорциональные току смещения через кольца различного радиуса r и определенной ширины dr . Эти числа будут пропорциональны произведению $F \cdot r$ (пунктирная кривая). Площадь, ограниченная последней кривой, осью r и двумя какими-либо ординатами A и B , даст число пропорциональное току смещения через кольцо, внутренняя и внешняя окружности которого имеют радиусы r_1 и r_2 .

В случае устройства секционированного заземления такие кривые дают возможность легко рассчитать размеры кольцеобразных секций так, чтобы токи смещения через них были одинаковы, что необходимо при рациональном устройстве распределенного заземления (см. предыдущую статью). Следует рассчитывать, что описанный способ опытного исследования полей антенн окажется полезным и в некоторых других случаях, например при исследовании экранирующего действия изолированных противовесов или влияния деревьев и строений на распределение силовых линий антенны.

Нижегород.

Радиолaborатория имени В. И. Ленина

Ноябрь, 1924.

Люберецкая выделенная приемная радиостанция¹⁾.

В. И. Баженов, д. ч. РОРИ.

Сооружение Люберецкой радиостанции, являющейся выделенной приемной радиостанцией Московского радиоузла, тесно связано с возникновением последнего, а потому приходится сперва сказать несколько слов о радиоузлах, как таковых.

Система радиоузлов (патент заявлен в России инж. К. И. Четыркиным), применяемая теперь во всех важнейших радиустановках Европы и Америки, является поворотным пунктом в истории радиосвязи; она не только возникла идейно, но и начата была осуществлением в Советской Республике раньше, чем где бы то ни было, как о том свидетельствуют следующие даты о постройке радиоузлов.

1. Москва—начало постройки 23/VI—1919 г., конец—2/VII—1921 г.
2. Нью-Йорк—начало постройки лето—1920 г., конец—окт.—1921 г.
3. Париж (С.-Ассиз)—начало постройки январь 1921 г., —конец 17/VIII 1923 г.

¹⁾ Доложено: в Связь-Плане НКПиТ—13 окт. 1924 г.; в РОРИ—21 окт. и 4 нояб. 1924 г.; на Всесоюзной Электротехнической Конференции Связи—13 ноября 1924 г.; в Пленуме Техн. Ком. В. Т. У. РККА—27 ноября 1924 г.

5. Берлин— „ „ весна 1922 г., конец—16/VI—1922 г.

Имеются сведения о постройке в 1920 г. радиоузлов в Женеве и Токио, но сведения эти несколько смутны, так что нельзя с точностью установить, была ли там применена система радиоузлов или же система выделенной приемной радиостанции так называемого „радиотелеграфного дуплекса“ (патент С. М. Айзенштейна 1908 г.).

Для получения достаточной силы дуплексного приема в центральном радиотелеграфе от требовавшихся по тому времени корреспондентов было признано наиболее рациональным установить большие направленные замкнутые антенны, успех четырехлетней работы автора с которыми тогда уже выяснился.

В задании (май 1919 г.) было указано, что требуется обеспечить дуплексный радиоприем станций:—Карлсборга, Карнарвона, Парижа, Науэна, Лиона, Ташкента, Будапешта и предполагавшейся к постройке Омской радиостанции—каждой станции с определенного, для нее предназначенного контура. Кроме того, предложено было при проектировании иметь в виду возможность подвески еще двух запасных замкнутых антенн для приема сигналов от 2-х корреспондентов, направление на которые нельзя было указать даже приблизительно. Таким образом, автор по просьбе НКПИТ был поставлен в необходимость приступить к выбору места для выделенной приемной радиостанции, учитывая возможность приема корреспондентов со всевозможных направлений. Поэтому при выборе места расположения приемной радиостанции пришлось руководствоваться лишь данными со стороны собственного передатчика, а именно единственной передающей радиостанции, существовавшей тогда в Москве, Ходынской, для дуплексной работы с которой и предназначалась будущая выделенная приемная.

Было решено выбрать место установки, удовлетворяющее следующим условиям: 1) расстояние до Ходынки — порядка пяти или более длин нормальных рабочих волн собственного передатчика, чтобы находиться в области чисто волновой зоны ($d \geq 5 \lambda$); 2) при предположении некоторого направленного действия Ходынских антенн, радиостанцию желательно было расположить на направлении, соответствующем сравнительному минимуму излучения Г-образной антенны (т.е. под углами 90° — 105° к горизонтальной проекции антенн Ходынской радиостанции).

Устанавливать выделенную приемную радиостанцию, руководствуясь точно приведенными выше соображениями, конечно, нельзя было по практическим мотивам: условия удобства сообщения требовали выбора места вдоль жел.-дор. линии. Таких линий, более близких

к заданному вторым условием направлению было две: Московско-Казанская и Савеловская. Была предпочтена Московско-Казанская по двум причинам: 1) между выделенной приемной и собственной передающей располагается при этом варианте весь город Москва, способствующий в некоторой степени поглощению электромагнитных волн Ходынской радиостанции; 2) центр Москвы, где должен быть радиоузел, был ближе, следовательно слуховые провода короче.

Отмеряя от Ходынки примерно 25 километров по прямой на Московско-Казанской жел. дор., попадаем примерно на ст. Люберцы; вот почему район этой станции после предварительной рекогносцировки вдоль линии Казанской жел. дор. от Москвы до Раменского и был выбран, как место расположения приемной радиостанции Московского радиоузла. Эскизы и проект Люберецкой выделенной приемной радиостанции для приема (дуплексного одновременного) 7-ми корреспондентов был представлен автором в НКПиТ 31 мая 1919 г. За начало работ по сооружению радиостанции (а также и радиоузла) можно считать последний день рекогносцировок автором и инж. Четыркиным окрестностей жел. дор. ст. Люберцы и нахождение открытого места для выделенной приемной радиостанции на юго-восточной окраине поселка в 1,5 километра от линии железной дороги ($55^{\circ}40'40''$ северной шир., $7^{\circ}35'30''$ вост. долг. от Пулково); это было 23 июня 1919 г.

Дальнейший процесс первой опытной стадии постройки Люберецкой радиостанции и результаты как опытной эксплуатации, так и приемочного испытания последней 2 июля 1921 г. описаны в журнале ТиТбп № 13 за 1922 г. Вследствие изменившихся требований, при сдаче станции был установлен в Люберцах одновременный радиоприем от следующих 6 корреспондентов: Карнарвон, Сан-Паоло, Варшава, Ташкент, Науэн и Париж — при наличии нормальной радиопередачи в то же время с мощных Ходынской и (построенной к началу 1920 г.) Шаболовской радиостанций. Вся установка носила временный характер; приемники были собраны из подручного материала в Люберцах же (срок работы их был обусловлен по заданию 9-ю месяцами); помещались они в двух фанерчатых разборных бараках железнодорожного типа; подвеска замкнутых антенн осуществлялась помощью построенной из одного бревна в горизонтальном сечении мачты высотой в 60 метров. В порядке последовавшей со второй половины 1921 г. ведомственной эксплуатации, инженерами НКПиТ был установлен трехкратный дуплексный радиоприем от Люберецкой радиостанции по выделенным из общей загородной телефонной сети трем парам бронзовых проводов.

В апреле 1922 г. вр. и. д. начальника Технического Управления НКПиТ В. А. Павлов обратился к автору с предложением взять на себя работу по проектированию и сооружению на Люберецкой радиостанции постоянной установки 17-кратного выделенного радиоприема по системе автора.

После выполнения определенных формальностей был представлен

в НКПиТ проект установки 17 кратного дуплексного радиоприема; проектом предусматривалось устройство двух деревянных мачт высотой по 40 метров каждая, использование их для подвески замкнутых антенн и расположение всех 17-ти приемных пультов в двух зданиях, расположенных вблизи один от другого. Корреспонденты для приема были назначены следующие: Баку, Варшава, Карнарвон, Ташкент, Науэн, Рим, Париж, Новониколаевск, Архангельск, Ростов, Бухарест, Екатеринбург, Лион, Вена, Бордо, Нью-Йорк и Оренбург. Несмотря на утверждение проекта, к установке на месте приступить было нельзя, ввиду неготовности здания под радиостанцию (которое должно было заменить фанерчатые бараки): согласно условий договора, здание, некоторые материалы и усилители должны были быть доставленными на место постройки Наркомпочтелем. Осенью 1922 г. вследствие общего сокращения сметы НКПиТ решено было сократить объем и Люберецкой установки: вместо 17 корреспондентов задано было вновь лишь 9, каковое число впоследствии сократилось до 7; при этом предложено было выполнить задание с использованием лишь одной мачты (высотой в 67 метров, в поперечном сечении составленная из трех бревен) и одного здания.

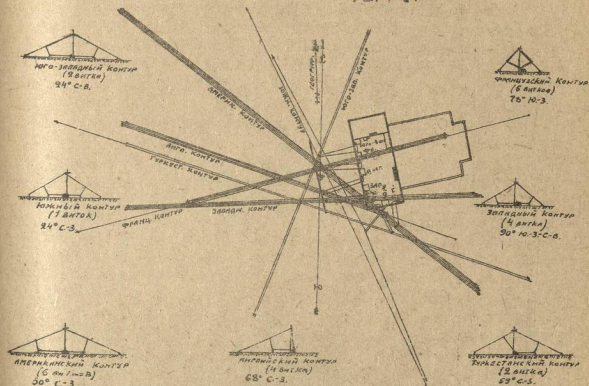
Только весной 1923 г. оказалось возможным испытать силу приема замкнутой антенны на многократный усилитель. При приеме прессы Науэна от антенны площадью всего 8700 кв. мт., направленной на Науэнскую радиостанцию, в цепи последней лампы шестикратного усилителя Нижегородской Радиолaborатории конструкции инж. А. Ф. Шорина получалась сила тока в десятки пульсирующих миллиампер. Такой успех (засвидетельствованный комиссией), превзошедший расчеты, побудил автора на следующий же день предложить Наркомпочтелю совместно заняться устройством эксплуатационной формы быстродействующего и даже буквопечатающего приема от Науэнской радиостанции. Ответа еще не последовало, когда в июне 1923 г. окончательно были установлены корреспонденты для дуплексной одновременной связи Московского узла, требовавшиеся к приему в Москве через Люберецкую станцию: Науэн, Лион, Ташкент, Тифлис, Стонгавен, Кольтано и одна из американских радиостанций. Было выражено тогда же пожелание строителю о возможности получения на семи замкнутых антеннах приема не только названных корреспондентов, но и еще нескольких радиостанций, направление на которые и длина волны которых не сильно отличались от таковых же у семи фиксированных выше корреспондентов.

В своем окончательном виде сеть Люберецкой радиостанции представляет семь замкнутых антенн, подвешенных к одной мачте в 67 мт.

Генеральный план территории станции и вид отдельных контуров изображен на черт. 1 (стр. 523) и 3 (стр. 524). Общая схема расположения приемных сетей дана на черт. 2, представляющем перспективный вид модели станции. На фот. 3 представлен вид радиостанции с северо-западной стороны. Для каждого из данных корреспондентов с соответ-

К СТАТЬЕ В. И. БАЖЕНОВА.

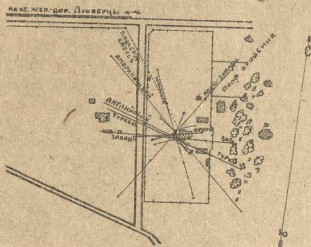
ЧЕРТ. 1.



ЧЕРТ. 2.

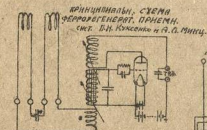
К статье В. И. Баженова.

ПЛАН РАСПОЛОЖЕНИЯ ВЫДЕЛЕННОЙ ЛЮБЕРЕЦКОЙ РАДИОСТАНЦИИ ПО СИСТЕМЕ ИНЖ. В. И. БАЖЕНОВА.

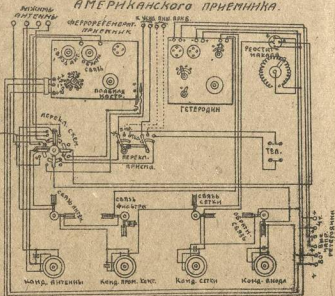
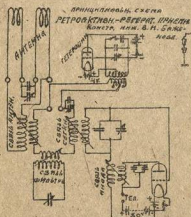


ЧЕРТ. 3.

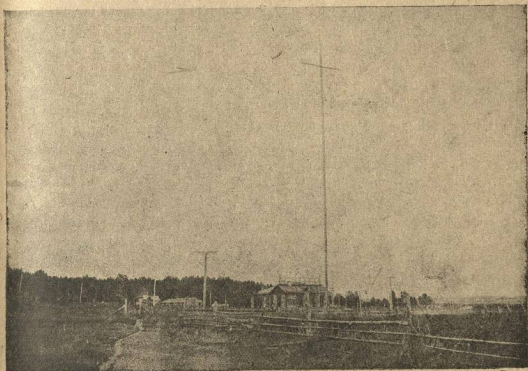
ЧЕРТ. 4.



МОНТАЖНАЯ СХЕМА ПУБЛЫ АМЕРИКАНСКОГО ПРИЕМНИКА.



ственной замкнутой антенной построен специальный приемный пульт (схему одного из пультов, американского, см. на черт. 4). На четырех пультах (американском, западном, французском и туркестанском) установлено по два приемника: с простой и сложной схемами. Простая схема осуществлена на широкий диапазон волн и сконструирована в виде феррорегенеративного приемника сист. П. Н. Куксенко и А. Л. Минц. Для сложной схемы на всех семи пультах, рассчитанной на шести-



Фот. 3.

кратное дальнейшее усиление, конструкция на основании опытов была принята в общем согласно черт. 4 в виде ретроактивно-регенеративного приемника. Для пультов с короткими волнами употреблена в отличие от приведенной схемы конденсаторная связь с фильтрующими контурами; для приема волн длиной менее 3500 мт схема взята регенеративная без отдельного гетеродина.

Диапазон волн отдельных приемников (в дальнейшем речь идет только о сложных схемах) был назначен ведомством НКПиТ и имел следующие цифры в метрах: американский 12.000—20.000 (впоследствии по установлении определенной американской станции, корреспондирующей с Москвой, регулируемый диапазон волн должен быть соответственно сужен), западный 9.000—10.500, туркестанский 2.500—4.200, французский 14.500—15.500, английский 4.300—5.000, юго-западный 5.000—6.000 и южный 1.200—3.000.

В конструкции приемника переменная связь различных контуров осуществлена помощью вариометра связи (см. монтажную схему пульта

черт. 4), причем входящие в последний две катушки самоиндукции намотаны по одному из типов сотовых катушек, показавшему наилучшие результаты, именно Джимблин-Ремблер. Гетеродины (числом пять) были сконструированы в начале 1923 г. А. Т. Угловым и А. В. Дикаревым и при хорошо откаченных лампах генерировали в заданных ранее пределах волн без применения какой либо батареи высокого напряжения (одна батарея накала в 4 вольта). Впоследствии — летом 1923 г., при перемене заданий (корреспондентов), пришлось значительно изменять характеристики гетеродинов, что отразилось, естественно, на их способности работать без батареи высокого напряжения. Гетеродинирование во всех приемниках воздействует на промежуточный контур; связь взята индуктивной, переменной — для выбора оптимальной силы гетеродинирования при приеме.

Люберецкая радиостанция находится с половины августа 1923 г. в фактической эксплуатации (притом параллельно строясь), сперва используя только один, первым построенный пульт — западный; затем — со второй половины января 1924 г. — работая с западного, туркестанского, французского и американского контуров; наконец с июня 1924 г. она эксплуатируется при участии последних трех пультов — английского, южного и юго-западного. Не останавливаясь на затруднениях, с которыми пришлось встретиться автору в процессе установки новых пультов и замкнутых антенн при наличии почти ежечасной эксплуатации радиостанции с уже построенных пультов, укажем, что радиостанция до сих пор по существу своему в части усилителей является недостроенной. Дело в том, что как за все прошедшее время, так и теперь еще сложные схемы пультов, рассчитанные на работу при слабых связях при шестикратном последующем усилении, не использованы по своему назначению и вынужденно эксплуатируются при сильных связях; причина лежит в том, что до сих пор Наркомпочтелю не удалось доставить на радиостанцию иных, кроме трехкратных (конструкции А. Ф. Шорина и тритер) усилителей.

Несмотря на явную недостроенность (в усилительном отношении) радиостанции, что значительно понижает в свою очередь избирательную способность при многократном приеме, удалось (в короткий срок) отрегулировать „связями“ и постановкой предельных отметок на шкалах конденсаторов все семь пультов таким образом, что по свидетельству Комиссии от НКПиТ, производившей приемку радиостанции, в течение трехнедельной опытной эксплуатации ... „при даче Люберцами пяти¹⁾ раций одновременно, при настроенных одновременно двух последних контурах, а также при постоянном включении всех семи пультов, взаимодействия между контурами при изменении в пределах настроек заданных станций ни разу обнаружено не было“. Таким образом

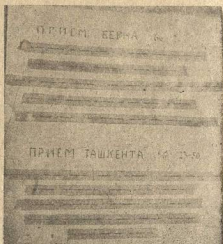
¹⁾ Имеется только пять пар трансляционных проводов между Люберцами и Радиоузлом (примеч. В. Б.).

Люберецкая радиостанция еще раз подтвердила возможности многократного дуплексного радиоприема заданных корреспондентов предлагаемым методом подвесок *соответственно расположенных* замкнутых антенн к одной мачте; это подтверждено даже при столь неблагоприятных условиях, как наличие трехкратных усилителей вместо запроектированных шестикратных.

Что касается силы приема от корреспондирующих станций, то вообще говоря было бы очень неосторожно характеризовать приемную способность радиостанции, строившейся на шестикратное последующее усиление,—результатами, полученными от станции с установленными на ней трехкратными усилителями старых образцов.

Без дальнейшего ясно, что такая станция в июльские и августовские тяжелые для всякого приема дни не может и не должна дать постоянный во все часы суток уверенный радиоприем корреспондентов. Все же, за исключением наиболее тяжелых часов суток, сила приема и в эти летние месяцы была велика настолько, что кроме периодов сильных атмосферных возмущений позволяла не только производить уверенный радиоприем в Люберцах на слух, но и такой же надежный пишущий прием на ресивер Уитстона, присоединенный к 4-х ламповому (последняя—10 ваттная) усилителю инж. Шорина (впоследствии радиотехником радиостанции К. О. Новинским была собрана иная схема с теми же 4-мя лампами, давшая также прекрасный результат). Оказалась возможной уверенная запись в течение 12—13 часов в сутки не только всех мощных и средней мощности западноевропейских радиостанций, работавших с обычно слуховой скоростью (как-то: все передатчики Науэна, Кенигвустергаузена, Бордо, Сент-Ассиза, Рима, Берна, Вены, Бухареста, Будапешта, Софии, Варшавы, Карлсборга, Ганновера, Лондона, Стокгольма, Праги, Христиании и др.), но также и быстродействующих. Зафиксированы записи: со скоростью около 120 слов в минуту Лондона (SLA), 66 слов в минуту Берна (HBB), 40 слов в минуту Вены (OND) и др. Специальные испытания с Науэном на волне 4.900 м. 26 июня между 8 и 9 ч. и 16 и 17 ч. по быстродействующей работе дали блестящий результат. Пробная лента Науэнской радиостанции с текстом: „Wir hoffen dass sie mit ihrem Schnellempfang guten Erfolg haben; es wird uns dann ein leichtes sein unseren Traffic an sie abzusetzen. Das ganze Personal des Transradio erwartet mit grosser Spannung das Resultat ihrer Versuche und grüsst die liebevollen Kollegen der Grossfunkstelle RDW recht herzlich“, передававшаяся с постепенно возрастающей скоростью от 20 до 64 слов в минуту и утром, и после полудня, была принята исключительно чисто и еще раз подтвердила приемные качества Люберецких контуров. Интересно отметить, что запись (в течение всего июня месяца) описанных выше и русских радиостанций производилась весьма часто параллельно с эксплуатацией (приемом на слух) в Радиоузле этих же станций (в случае работы со слуховой скоростью) от того же самого контура и пульта.

Наиболее ярко неоконченная оборудованием Люберецкая радиостанция характеризовала себя в отношении силы приема фактами (не рекордами, а регулярно повторявшимися) уверенной записи на ленту определенное число часов в сутки маломощных русских станций. Так записывались, повидимому, впервые в России радиостанции искровые, ламповые и дуговые, давшие в Люберцах градиент электрического поля в 8 микровольт на метр (по формуле Остина) или немного более, именно: Астрахань, Харьков, Саратов, Симферополь, Оренбург, Свердловск, Киев, Ростов, Смоленск и (реже) Ташкент.



Образец записи приведен на фот. 5.

Фот. 5.

Первая Всесоюзная Электротехническая Конференция Связи.

С 10 по 15 ноября 1924 г. состоялась Первая Всесоюзная Конференция Электротехнической Связи при участии представителей ведомств, наиболее близко стоящих к вопросам связи: ВСНХ в лице заинтересованных Трестов и Главэлектро, Наркомпути, Наркомвоена, Моркома, Наркомвнудела и Наркомпочтеля. Целью созыва конференции было, с одной стороны, выявление состояния связи в ведомствах, планов ведомств на ближайшее время и связанных с ними требований к русской промышленности, а также состояния нашей промышленности, во избежание чрезмерно больших или малых требований от нее. Поэтому задачей конференции явилось согласование интересов производителей с потребителями — ведомствами.

После подготовительной работы Организационного Бюро в течение двух месяцев, конференция была созвана в Ленинграде 10 ноября. Местом созыва конференции был избран Ленинград, потому что Ленинград может быть поставлен во главе мировых центров, двигавших Электросвязь.

Конференция открылась пленарным заседанием, на котором был избран президиум в следующем составе: председатель проф. П. С. Осадчий; заместители председателя: проф. М. А. Шателен и Л. И. Шпергазе; члены президиума: проф. В. П. Вологдин, А. В. Гусев, И. П. Жуков, Г. А. Золотовский, В. Ф. Козловский, А. Г. Коган, В. К. Корзун, А. М. Лобов, А. М. Любович, проф. В. Ф. Миткевич, М. А. Мошкович, проф. А. А. Петровский, В. Н. Цвибель, К. Н. Чеховский, проф. Я. Н. Шпильрейн и проф. М. А. Бонч-Бруевич, кооптированный дополнительно; секретарь С. М. Горленко.

Работа с'езда происходила по секциям: организационная (7 докладов), научная (19 докладов вместе с объединенными заседаниями), телеграфная (13), телефонная (18) и радиотелеграфная (Корзун В. К. председатель; Циклинский Н. Н., Чернышов А. А., Шулейкин М. В., Шорин А. Ф. — заместители председателя. 14 докладов).

Число участников конференции 236 человек, из них членов 62, гостей 174.

После избрания президиума были произнесены три речи организационного характера: А. М. Любовичем, А. В. Гусевым и И. П. Жуковым, выявившие положение электросвязи в ведомствах и желания ведомств, а также состояние промышленности электросвязи, и положившие основание дальнейшей работе конференции.

Из речи Зам. Наркомпочтеля А. М. Любовича выявилось наступившее преобладание почты и телефона над телеграфом и радиотелеграфом. Основные задачи связи, ставящиеся Наркомпочтелем, суть оборот (передача телеграммы в 15 минут) и унификация приборов. Радиотелеграф, дающий лишь 4,8% общего числа переданных слов, не имеет основного коммерческого значения, хотя политическая роль его громадна. В радиоустановках мы имеем полную бессистемность. Установки все между собой различны и почти все устарели, ибо в годы мировой и гражданской войны и блокады приходилось брать для установок все, что было возможно. Теперь, несмотря на сильный прогресс радиотехники, с одной стороны, и на тяжелое финансовое положение Наркомпочтеля, с другой, надо стремиться уменьшить бессистемность аппаратуры и ставить новые типы устройств. Существенно необходимо выработать кадр новых радиоспециалистов для эксплуатации и овладеть нарождающимся радиовещанием. Крайне существенно, что мы отстаем сильно в машинном оборудовании радиостанций, даваемом ЭТЦР и Элмаштрестом. На это надо обратить серьезнейшее внимание и добиться координирования работы. В заключение А. М. Любович сообщает, что постепенно, хотя и медленно, улучшающееся техническое хозяйство связи, улучшает его эксплуатацию и финансовое положение, вследствие чего можно ожидать новых заказов от НКПиТ и оживления взаимоотношений потребителя с производителями.

А. В. Гусев от имени Военного Ведомства указал на те некоторые особенности, которым должна удовлетворять связь в Военном Ведомстве, как простота обращения и легкий вес установок, носящих характер подвижных. Так как Военное Ведомство должно все время следить за техникой, то оно заказывает много образцов, а в случае мобилизации пустит в заказ усиленным темпом в массовом масштабе удобнейшие образцы.

И. П. Жуков сделал сообщение о современном положении Треста Заводов Слабого Тока. При своей организации Трест принял большое число дезорганизованных и расстроенных предприятий и встретил жестокую критику со стороны потребителя. Число рабочих было не-

много больше тысячи, теперь же их 4500—4600 человек. Заказов Трест имел в 1922 году, за первые 9 месяцев существования Треста, на 3.000.000 рублей, в 1922—1923 бюджетном году на 5.000.000 рублей, в 1923—1924 бюджетном году больше, чем на 6.000.000 рублей, и теперь приближается к 7.000.000 рублей. В области радиотехники, сильно прогрессирующей за границей за последние годы, Трест значительно отстал. Поэтому Трест собрал у себя крупные технические силы, воспользовался полученными заграничными данными и сразу двинул производство на путь прогресса и новейших достижений. Теперь Трест становится все менее зависимым от заграницы и может начать с нею конкурировать в некоторых случаях.

Академик А. Ф. Иоффе сделал доклад на тему: „Физика и промышленность“. В своем сообщении А. Ф. Иоффе указал, что физика XX века, в связи с новейшими научными достижениями, дала нам новое мировоззрение, мы научились иначе понимать явления, связь между ними и узнали механизм многих явлений. В настоящее время замечается стремление приложить достижения физики к технике. За границей это прекрасно понято и целый ряд крупнейших предприятий, вроде Western Electric Co, General Electric Co и др., оборудовали у себя большие лаборатории. У нас имеются в Москве, Ленинграде и Нижнем-Новгороде Научные и Научно-технические Институты. Учреждения эти немногочисленны и тем более необходимо их работу согласовать возможно лучше. При достижении некоторых технических усовершенствований необходимо техникам советоваться с физиками, каковой путь может явиться более верным для достижения той или другой цели.

Что касается прогресса настоящего времени и в ближайшем будущем, то передача изображений на расстояние осуществлена. Не совсем нелепым является вопрос о передаче энергии на расстояние. Последний вопрос связан с направленной радиотелеграфией. В последнем вопросе большую надежду дают короткие волны и способ отражения их от зеркал. Но в электрических колебаниях мы можем больше согласовать фазы отдельных колебаний, электрические колебания больше в нашей власти и могут дать большое полезное действие. Что же касается метода оптики—отражения, то он гораздо менее выгоден, так как зеркало может собрать в лучшем случае половину излучаемой энергии. Яркость света мы никак не можем увеличить, а энергию электричества можем. В самом деле, если взять 10000 электрических резонаторов и направить их энергию в одно место, то можно получить их суммарную энергию. Исходя из вышеизложенных положений, надо считать короткие электрические волны принципиально более удобными, чем длинные.

Изучение прохождения электрического тока через кристаллы выясняет вопрос о диэлектрической прочности последних и дает возможность исследовать пробы и установить их причины. Исследование материалов рентгеновыми лучами дает возможность искусственно упрочнять их во много раз. Из этих примеров видно, насколько необходима

тесная связь физики с техникой.

На заседаниях организационной секции были сделаны доклады, в числе которых упомянем доклад В. П. Вологодина о снабжении радиопромышленности сырьем и полуфабрикатами.

В итоге докладов были вынесены резолюции, принятые на заключительном пленуме, главные положения которых требуют согласования работы потребителя и производителя, предвидения ведомствами и трестами ближайших задач связи и связанных с ними мер производственных и эксплуатационных, сближения Трестов Слабого и Сильного Тока с целью выполнения последними заказов, отвечающих современному прогрессу электротехники связи и согласования радиостроительства НКПиТ, НКПС и Наркомвоенв.

В объединенных заседаниях организационной секции с научной, которые фактически обратились, вследствие огромного проявленного интереса к этому вопросу, в объединенные заседания всех секций, были заслушаны отчеты представителей лабораторий о работе лабораторий: Нижегородской Радиолaborатории Наркомпочтеля, Научно-Испытательного Института ВТУ РККА в Москве, Государственной Экспериментальной Электротехнической Лаборатории в Ленинграде, Московской Научно-Испытательной Телефонной Станции НКПиТ, Ленинградской Научно-Испытательной Телеграфно-Телефонной Станции НКПиТ, Государственного Экспериментального Электротехнического Института в Москве и Главной Палаты Мер и Весов.

По вопросу о лабораториях в итоге горячих прений конференция приняла резолюцию, явившуюся базой для согласования деятельности лабораторий. Конференция пришла к заключению, что в настоящее время происходит подход к концентрации лабораторий по трем группам: а) лаборатории, непосредственно обслуживающие промышленность, б) лаборатории, обслуживающие ведомства, эксплуатирующие средства связи, в) лаборатории, имеющие задачей основные научные разработки и, в частности, лаборатории соответствующих ВУЗ-ов и ВТУЗ-ов.

Ближайшая перспектива организации работ лабораторий заключается: а) в скорейшем окончании концентрации лабораторных ячеек промышленности, ведомств, научных органов внутри себя, б) в возможном исключении параллельных работ и координации условий на особо остро стоящих задачах, в) в взаимном безусловном использовании достижений для практического приложения к эксплуатации и производству.

Практические шаги усматриваются в периодических совещаниях и взаимной информации лабораторий, а также издании „Бюллетеня“ для освещения работ отдельных лабораторий. Производство на рынок, как правило, в лабораториях не является их задачей и они прибегают к производству лишь пока соответствующий продукт не начинает выпускаться промышленностью. Деятельность лабораторий Треста Заводов Слабого Тока признается весьма важной и полезной для развития связи. Конференция считает необходимым финансирование этих отрас-

О радиовещании докладывали А. В. Виноградов и А. Л. Минц. В. И. Баженов сообщил о многократном приеме и выделенных радиостанциях.

М. А. Бонч-Бруевич доложил о радиотелефонии короткими волнами.

В опытах докладчика резонанс получался настолько острый, что изменение волны на 0,1% было достаточным для расстройки. На этих волнах гораздо сильнее направляющее действие, и атмосфера на так мешает, так что за ними возможно блестящее будущее.

Огромный интерес возбудили доклады о катодных лампах. Р. В. Львович доложил расчет лампового генератора, М. А. Бонч-Бруевич о мощных катодных ламповых передатчиках и катодной лампе в 100 киловатт и продемонстрировал модель лампы в 100 киловатт своей конструкции. М. М. Богословский доложил о катодных реле и производстве их на Электровакуумном заводе. В докладе они привели встречающиеся в производстве затруднения, начиная с плохого качества стекла и присылаемого из заграницы вольфрама, и достигнутые заводом успехи.

А. А. Чернышев доложил о физике катодных приборов. Он указал на выгодность химического покрытия вольфрамовой нити, в частности слоем цезия, для получения большого электронного излучения нити при меньшем питающем токе; он сообщил также о химическом обезгаживании ламп.

В заключительном пленуме было избрано постоянное Бюро для проведения в жизнь постановлений конференции и созыва следующей, в составе: председатель П. С. Осадчий, члены А. М. Любович и И. П. Жуков и по назначению представители ведомств ВСНХ, Наркомпочтеля, Наркомпути, Наркомвнешторга, Моркома и Треста Заводов Слабого Тока.

С. Горленко.

Опыты по передаче и приему на волне в 35 метров.

Андрэ Вибера.

Эти опыты были осуществлены Ампо и Вибером, причем передача осуществлялась станцией в Савиньи-Сюр-Орж в Нижней Нормандии, позывные которой 8 AZ.

Передача. После удачных опытов радиолюбителей по трансатлантической передаче на волне около 100 метров, что доказывало превосходное качество работы на этих волнах, Ампо и Вибер решили еще понизить длину волны и в январе 1924 г. произвели опыты, в которых рамка, с которой ими производилась работа на волне длиной в 200 метров, была заменена простым вертикальным проводом длиной в 23 метра, давшим волну меньше 100 метров.

а) *Питание параллельное.* Установка устроена была по схеме черт. 1 (стр. 537). Примененный дроссель был особенно тщательно выбран: имея коэффициент самоиндукции в 1200 μH , он был образован витками провода в 0,6 мм, отстоящими на расстоянии в 3 мм один от другого. На волне в 100 метров, при применении лампы E_1 в 50 ватт, ток не превышал 0,7 ампера.

При рассмотрении причин плохой отдачи станции было найдено, что вина заключается в дроссельной катушке: миллиамперметр постоянного тока показал средний ток в цепи анода 25 миллиампер; тепловой амперметр, помещенный с ним последовательно показал 200 миллиампер действующего тока. Поэтому способ параллельного питания был признан неудовлетворительным и заменен методом последовательного питания.

б) *Последовательное питание.* Замена параллельного питания последовательным сразу повысила ток до 1 ампера, причем лампа накаливалась гораздо меньше (черт. 2).

Опыты были произведены в мае 1924. На волне в 35 метров ток в антенне был равен 0,4 А при лампе в 50 в и 0,1 А при приемной лампочке. После этих опытов Вибер выехал в Тунис, а Ампо занялся осуществлением симметрической схемы, давшей превосходные результаты в военной телеграфии, что побудило его произвести ряд интересных опытов.

в) *Применение симметричной схемы.* Монтировка была осуществлена по классической схеме (черт. 3).

Самоиндукция состояла из 18 витков по 20 см в диаметре с шагом в 1 см. медной трубки в 7 мм диаметром. Для длины волны в 35 м употреблялось 14 витков самоиндукции в цепи анода. Цепь сетки состояла из четырех витков самоиндукции диаметром в 12 см и шагом в 13 мм и конденсатора с максимальной емкостью в 0,00025 микрофарды. Антенна была связана с самоиндукцией (анода) цилиндра. Напряжение на цилиндры ламп давалось трансформатором, питавшимся от альтернатора в 540 периодов. Применение переменного тока к питанию делало прием гораздо более легким.

Результаты. Схема устанавливалась то с двумя приемными лампами, то с двумя пятидесятиваттными лампами E_1 . Сила тока в антенне при работе с приемными лампами была равна 0,3 А, при работе с лампами E_1 — 0,5 А. Встреченные затруднения заключались в подыскивании условий симметрии, необходимой для хорошей работы схемы.

Весьма существенно иметь лампы возможно более похожие. Так, в первых опытах сила тока не превосходила 0,6 А, у одной лампы цилиндр раскалялся сильно, а у другой достигал лишь темно-красного каления. При подборе ламп возможно схожих по характеристическим данным, силу тока удалось довести до 1,5 А, причем цилиндры оставались при темно-красном калении после продолжительного тире.

Практически трудно отдать себе отчет в диссимметриях схемы;

наивыгоднейшее положение каждого контакта определяется на-ощупь. Для контактов цепи сетки и цилиндра повидимому самыми выгодными являются такие, в которых $\frac{L_1}{L_2} = \frac{C_1}{C_2}$, где L_1 , C_1 и L_2 , C_2 емкость и самоиндукция цепей по разные стороны от контакта. Это сводится к тому, что равенство длин волн является наивыгоднейшим условием. Естественно, предполагается, что коэффициент взаимной индукции двух цепей очень мал.

Заключения. 1) Во всех опытах с колебаниями при коротких волнах надо сперва стремиться составить систему с хорошей отдачей, то-есть минимальным нагреванием цилиндров для данного переменного напряжения и минимальным излучением.

Добившись этого результата, связывают колебательную цепь с антенной, что увеличивает вредный ток цилиндров и их нагревание.

Произведенные таким образом опыты при волнах в 17 метров позволили Ампо увеличить ток антенны от 1 ампера до 1,8 ампер. Он стремился уменьшить токи высокой частоты, проходящие в средних контактах самоиндукций, и, чтобы открыть их присутствие, он применял регулировку контактом, разделяющим две симметричные ветви самоиндукции колебательной цепи.

2) Приходится меньше нагревать анод для получения наибольшей силы тока в антенне:

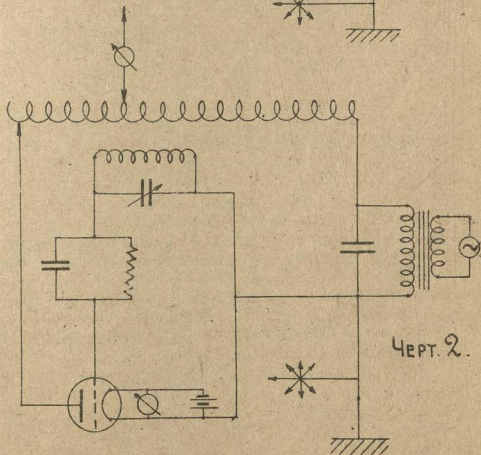
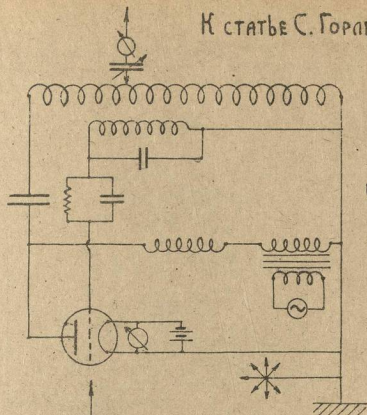
а) Когда длины волн цепи сетки и цепи цилиндра равны. Длина волны навязанных колебаний может, с другой стороны, изменяться в широких пределах изменением емкости конденсатора в цепи сетки.

б) Когда самоиндукция цепи цилиндра велика, как только возможно за счет конденсатора цилиндра, который отсутствует.

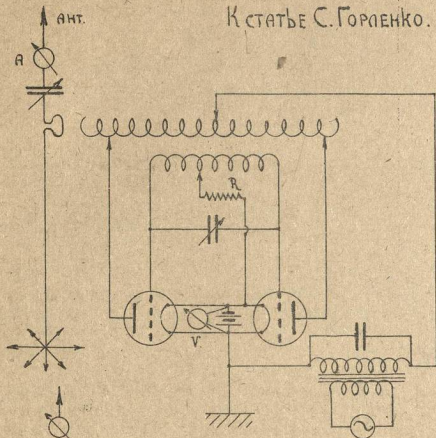
Влияние настройки цепи сетки очень заметно. Одним из возможных объяснений представляется такое. Для длины волны в 35 метров емкостное сопротивление в пространстве нить — сетка лампы E_1 мало (возможно от 1000 до 2000 ом); ток сетки может быть достаточно сильным, и, чтобы сетка могла получить большой потенциал, надо, чтобы ток сетки был очень велик; это обстоятельство имеет место при настройке цепи сетки. Если бы было выгодно отдать максимум тока в цепи сетки, можно было бы убрать конденсатор настройки цепи сетки и увеличить катушку самоиндукции.

Для получения симметрической схемы с одной катушкой, Ампо собрал схему, изображенную на черт. 4. Эта упрощенная схема дала результаты даже лучшие, чем обычный монтаж, вероятно, вследствие уничтожения потерь, имевших место в отдельной катушке сетки, а может быть и вследствие очень сильной связи самоиндукций сетки и цилиндра. При последовательном питании быстрое нагревание ламп не позволяло применять высоких напряжений. Хорошая отдача при симметричной схеме на большой шкале напряжений дала возмож-

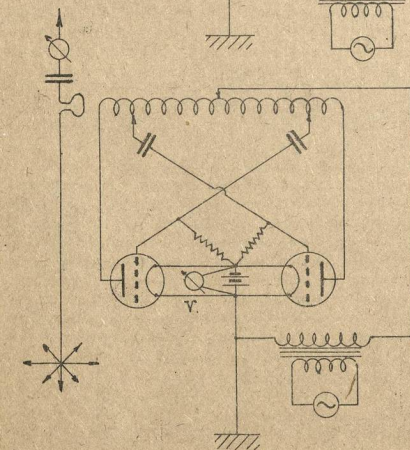
К статье С. Горленко.



К СТАТЬЕ С. ГОРДЕНКО.



ЧЕРТ. 3.



ЧЕРТ. 4.

ность увеличить напряжение анода в отношении 65:25 без покушения на продолжительность жизни ламп.

Приемное устройство. Вибер привез в Америку одну лампу детекторную и одну низкой частоты. Кроме того им был взят конденсатор переменной емкости, подключаемый к зажимам первичной обмотки трансформатора низкой частоты; этот конденсатор позволял, не меняя связи реакции и катушки цепи сетки, настраивать и расстраивать цепь. Миллиамперметр, градуированный от 0 до 2 миллиампер, помещенный последовательно с первичной обмоткой трансформатора низкой частоты, сделался незаменимым прибором, так как показывал, на каком расстоянии находится установка от предела поддержания колебаний.

Приехав 10 апреля в Алжир, Вибер телеграфировал в Париж, прося радиостанцию 8AZ вызвать его на следующий день в 12 ч. и 21 ч. Прием удался отлично. Передача производилась с одной лампой в 50 ватт при последовательном питании.

16 апреля 1924 г. прием производился в Тунисе. Приемник был присоединен к рамке с одним витком, длина стороны которого 1,25 м. Вечером сигналы были поняты на расстоянии 30 см от приемного телефона. Передача станцией 8AZ производилась помощью двух приемных ламп симметричной схемой.

С этого времени, по мере улучшения передачи, прием постепенно улучшался. 25 апреля производились опыты с помощью шунтированного телефона по сравнению приема на рамку и на антенну. Сила тока в антенне была 1,4 ампера и оставалась постоянной. В 18 часов по Гринвичу, т.-е. в час захода солнца в Тунисе, при приеме на антенну, станция 8AZ была слышна на пределе при шунте в 300 ом для телефона в 4000 ом. Сила приема непрерывно увеличивалась и в 19 часов та же сила приема имела место при шунте в 45 ом для того же телефона. В 19 ч. 10 м. прием был возможен на рамку с шунтом в 300 ом.

Прием на волне в 35 метров сильно облегчался полным отсутствием атмосферных разрядов в то время, когда прием на волне в 300 метров был крайне затруднен вследствие сильных мешаний атмосферы.

Заключение. Эти скромные опыты являлись первыми опытами во Франции по радиопередаче на большие расстояния волною порядка 35 м при малой мощности (питание в 10 ватт в случае работы с приемными лампами) и совсем малой антенной. Вибер уверен в возможности связи с Америкой с помощью двух ламп по 50 ватт.

Эти результаты, по выражению Делой, являются результатами „спортивного характера“. Однако можно возразить, что военная радиотелеграфная станция ОС45 во Франции была слышна Ампо в Нижних Пиренеях на рамке со стороной в 70 см и при двух лампах была на пределе слышимости при шунте в 200 ом для телефона в 6000 ом. И если станция ОС45 не была слышна на расстоянии больше 850 км, то попросту потому, что ее никто не слушал на большем расстоянии.

Перев. С. Гор.

ИЗ ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

К вопросу об отрицательном сопротивлении.—Усилитель вообще содержит три элемента: „приемник“ усиливаемой энергии, местный источник энергии, за счет которого получается усиление, и „передатчик“ уже усиленной энергии. Имея эти три элемента, усилитель может быть включен: 1) в виде простого усилителя, когда передатчик совершенно не связан с приемником; 2) в виде регенеративного усилителя, когда часть энергии, питающей передатчик, ответвляется в приемник и складывается с усиливаемой энергией, так что коэффициент усиления сильно возрастает; 3) в виде нейтрализатора сопротивления приемника, когда передатчик так связан с приемником, что заставляет последний отдавать усилителю большее, чем раньше, количество энергии; 4) наконец передатчик может так воздействовать на приемник, что какое либо возмущение в контуре последнего влечет за собой появление в этом контуре незатухающих колебаний, поддерживаемых за счет местного источника энергии.

Останавливаясь только на третьем способе включения, — нейтрализующем, представим себе контур, содержащий некоторый источник переменного напряжения B , сопротивление R , емкость C , самоиндукцию L и некоторое устройство A , обладающее тем свойством, что мгновенное напряжение на нем пропорционально мгновенному току в контуре и одинаково с ним направлено: $e_2 = Ni$; все элементы соединены последовательно. Тогда дифференциальное уравнение, определяющее процессы в контуре, напишется

в виде

$$\frac{de}{dt} - L \frac{d^2 i}{dt^2} - (R - N) \frac{di}{dt} - \frac{i}{C} = 0.$$

Это уравнение совершенно то же, каковым оно было бы без устройства A , только величина сопротивления R уменьшена на N . Мощность, отдаваемая источником B в контур, как это не трудно видеть из простого подсчета, будет

$$P_B = \frac{(R - N) E^2}{(R - N)^2 + X^2},$$

где E есть среднее квадратичное значение e_2 , а

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

та же мощность в отсутствие A будет

$$P_0 = \frac{R E^2}{R^2 + X^2},$$

каковая величина вообще меньше P_B . Например, при резонансе $X = 0$ и

$$\frac{P_0}{P_B} = \frac{E^2}{R} : \frac{E^2}{R - N} = \frac{R - N}{R} < 1.$$

Таким образом мы видим, что подобное включение, выразившееся математически в виде слагаемого ($-N$) при сопротивлении контура, физически заставляет источник B отдавать в контур большую мощность, чем раньше. Простым примером этого включения является динамо с последовательным возбуждением,

включенная последовательно с шунтовым генератором.

На практике возможны отклонения от чистой нейтрализации сопротивления, разобранные выше. В частности напряжение на B может не удовлетворять равенству $e_a = Ni$ из-за сдвига фазы с током i ; это повлечет за собой изменение частоты резонанса всего контура. Желая применить изложенные соображения к нейтрализации сопротивления посредством катодной лампы, мы должны питать сетку лампы от соответствующего контура, причем анод в свою очередь должен отдавать энергию в тот же контур, но величина этой энергии должна быть меньше, чем сумма потерь в контуре.

Принимая во внимание связь силы анодного тока с сеточным вольтажем (переменных), мы убеждаемся, что вольтажи в анодном и сеточном контурах должны быть в противоположных фазах, чтобы осуществлялся переход энергии из лампы в контур; не точное соблюдение этого условия не влечет за собой совершенного прекращения работы нейтрализатора, но сильно влияет на частоту резонанса контура. То же условие и с тою же оговоркой относится и к ламповым генераторам. Но в данном случае необходимо, чтобы отношение амплитуд сеточного и анодного вольтажей было меньше коэффициента усиления

лампы (величины $\frac{\partial E_p}{\partial E_g}$). Работа в надлежащей области характеристики лампы будет обуславливать чистоту колебаний от обертонов. Простейшей схемой, осуществляющей эти допущения будет такая: катушка самоиндукции, включенная в анодную цепь лампы, связана индуктивно с катушкой, входящей в контур, которая в свою очередь связана с катушкой, питающей сетку. В контуре имеется источник B_0 переменного напряжения E с частотой ω . Тогда процессы в контуре могут быть представлены ур-нием

$$E - RI - j\omega LI + \frac{jI}{\omega C} - j\omega M_p I_p - j\omega M_g I_g = 0,$$

где буквы без значков относятся к контуру и имеют общепринятое значение, M_p есть коэффициент взаимной индукции между L и анодной катушкой, M_g — то же между L и сеточной катушкой, I_p и I_g соотв. амплитуды анодного и сеточного токов. Для анодной и сеточной цепей будем соответственно иметь

$$E_p = -j(\omega M_p I + \omega L_p I_p) - R_p I_p,$$

$$E_g = -j\omega M_g I - j\omega L_g I_g - R_g I_g.$$

В этих ур-ниях члены, содержащие I_g , могут быть опущены, как малые, сравнительно с остальными. Посредством несложных преобразований не трудно придти к такому окончательному выражению для тока в контуре

$$I = E : \left\{ R - \frac{\omega^2 h D}{D^2 + \omega^2 L_p^2 \left(\frac{\partial I_p}{\partial E_p} \right)^2} + j \left[X + \frac{\omega^3 L_p \frac{\partial I_p}{\partial E_p} h}{D^2 + \omega^2 L_p^2 \left(\frac{\partial I_p}{\partial E_p} \right)^2} \right] \right\},$$

$$\text{где } h = M_p \left(-M_g \frac{\partial I_p}{\partial E_g} - M_p \frac{\partial I_p}{\partial E_p} \right);$$

$$D = 1 + R_p \frac{\partial I_p}{\partial E_p};$$

L_p и R_p соответствующая самоиндукция и сопротивление анодной катушки. Мы видим, что присутствие катодной лампы уменьшило сопротивление контура на некоторую величину, которая будет положительна или отрицательна, смотря по тому, одинаковы или противоположны знаки у M_g и M_p , что определяет

направление намотки катушек связи. Кроме того, изменено и индуктивное сопротивление контура X , т.е. смещена его частота резонанса. При небольших сопротивлениях R_p и ωL_p сравнительно с внутренним сопротивлением лампы ($\frac{\partial E_p}{\partial I_p}$), можно положить $D = 1$ и пренебречь величиной

$$\omega^2 L_p^2 \left(\frac{\partial I_p}{\partial E_p} \right)^2;$$

это упрощает формулу, и она приобретает вид:

$$I = \frac{E}{(R - \omega^2 h) + j(X + \omega^3 L_p h \frac{\partial I_p}{\partial E_p})},$$

каковой формулой можно пользоваться для подсчетов. При неустановившемся режиме, например непосредственно после включения источника E , в контуре возникнут затухающие колебания с несколько меньшим декрементом, чем это было бы в отсутствии лампы.

Уменьшение сопротивления в контуре, сопровождающееся уменьшением декремента затухания, конечно, способствует селективности приема. Определим коэффициент селективности S , как отношение мощности, доставляемой детектору эл.-магнитными волнами, при нужной частоте резонанса — к мощности, доставляемой детектору волнами той же интенсивности, но другой частоты. Оказывается, что в большинстве случаев можно считать

$$S = (2\pi P f T)^2,$$

где P коэффициент расстройки в долях резонансной частоты приемника f , а $T = \frac{2L}{R_n}$ удвоенная временная постоянная контура с окончательным сопротивлением $R_n = R - N$. С другой стороны известно, что без нейт-

рализатора сопротивления, наименьшее сопротивление детектора R_d будет сумма омического сопротивления антенны R_w и ее сопротивления излучения R_r :

$$R_d = R_w + R_r.$$

Если мы применим нейтрализатор, т.е. уменьшим сопротивление $R_d + R_w + R_r$ в $\frac{1}{\gamma}$ раз, то очевидно, что мощность, доставляемая детектору, будет в γ^2 раз больше, но вместе с тем уменьшится декремент затухания и возрастает в γ раз временная постоянная контура. Она во многих случаях ограничивается требованием быстродействия (напр. для 30 слов в мин. она не должна превышать 0.01 сек). Спрашивается, как использовать способ нейтрализации в этом случае? Несложные соображения приводят к формуле для наименьшего сопротивления детектора при применении нейтрализации:

$$R_d = R_m / \gamma - (R_r + R_w),$$

где R_m минимальное допустимое значение окончательного сопротивления, определяемое максимальным значением временной постоянной; значение R_d , получаемое из этой формулы, больше, чем в отсутствии нейтрализации, а вместе с тем и мощность, подводимая к детектору больше при том же значении временной постоянной.

Наконец, нейтрализация может помочь и в смысле увеличения селективности. Так, если сумма всех сопротивлений приемной антенны будет больше, чем сопротивление, допустимое с точки зрения быстродействия, то это сопротивление может быть уменьшено нейтрализацией части его до допустимой величины, причем одновременно, сама собою возрастает и селективность; при этом сопротивления детектора, а потому и поглощаемая им мощность могут быть увеличены.

Что касается выбора постоянных такой антенны, которая давала бы максимальную селективность при применении нейтрализации при максимальном допустимом значении временной постоянной, то оказывается, что нейтрализация без сдвига фаз—чисто омическая—не улучшает селективность антенны, хотя повышает общую мощность, поглощаемую антенной. Однако, применяя катодную лампу в качестве нейтрализатора, мы можем так подобрать схему и ее параметры, что определенные частоты будут нейтрализоваться полнее, чем соседние. Это происходит потому, что настройкой сеточного контура можно достичь нейтрализации не только омического, но и реактивного сопротивления. Общим результатом таких приемов будет значительное повышение остроты настройки *вблизи* точки резонанса, а вместе с тем и коэффициента селективности. Впрочем введением безваттных сопротивлений в нейтрализатор формы кривых резонанса и селективности искажаются, так что это правило уже не всегда действительно при больших расстройках.

E. Bennett a. L. Peters. J. A. E. E. March 1922.

А. Мейснер. *Распространение электрических волн над землею.*—Доклад этот трактует современную тему о радиопередаче короткими волнами, начатой английскими и американскими любителями. Телефонен каждую ночь поддерживает связь из Науэна с Буэнос-Айресом короткими волнами (менее 50 мт) при излучаемой мощности в 2 kW, тогда как с длинными волнами для того же требовалось почти 400 kW. Автор полагает, что, излучая короткие волны, мы излучаем почти исключительно волны пространственные, свободные, тогда как при средних частотах излучаются в большей мере и волны, ползущие своими силовыми линиями по земле, т. е. более

поглощаемые¹⁾. Оба сорта волн различным образом задерживаются различными препятствиями; поэтому между ними возникает разность фаз, могущая служить к их взаимному ослаблению; этим объясняются различные местные и временные ухудшения приема при обычной радиопередаче. Этого не происходит при очень малых частотах, когда испускаются только поверхностные волны, и при очень больших, когда почти все излучение состоит из волн пространственных. Для избежания поверхностных волн, когда они могут зародиться, Мейснер рекомендует излучать короткие волны с высокой антенны, работающей на ее обертонах, пользуясь при этом верхним участком ее стоячих волн. Автор полагает неосновательным руководствоваться представлением о гипотетическом слое Хивизайда; отбросив его, он надеется на возможность объяснения всех фактов, включая и огибание радиоволнами поверхности земного шара, помощью обычных оптических представлений.

A. Meissner. Jahrbuch. 1924.²⁾

Французские радиолюбители.

Октябрь 1924 года ознаменовался у французских радиолюбителей крупной победой: была в продолжении ⁸/₄ часа установлена двусторонняя связь между французским радиолюбителем П. Луи 8ВЕ и радиолюбителем на Новой Зеландии Z4AA.

Не задолго до этого другой французский радиолюбитель Л. Менар слышал Гавайские Острова, Новую Зеландию и Австралию, при чем последние два приблизительно в одно время, или около 6 час. утра или—6 вечера. По его просьбе Луи 24 октября в 6 час. утра вызвал Новую Зеландию, и Менару удалось

1) Точное изложение теории Зоммерфельда см. Чернышев, ТГТбп № 9, стр. 291. 1921.

2) Несколько более подробное изложение Науэнских опытных передач дает Эвау в журнале „Телефункен“, октябрь 1924.

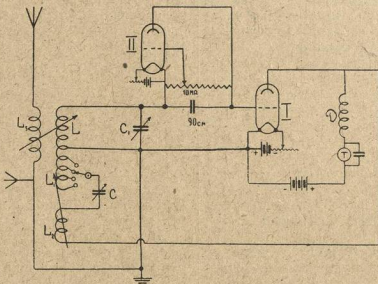
перехватить сообщение, что Z4AA слышит 8BF. Так продолжалось три дня. Наконец 28 октября в 6 час. утра Луи, после передачи на Новую Зеландию поручения по просьбе Менара, немедленно услышал ответ, правда слабый, но вполне внятный. Двусторонняя связь была установлена и продолжалась целых $\frac{3}{4}$ часа, причем Z4AA сообщал, что он очень хорошо слышит 8BF на волне 92 метра. Вскоре после этого Менар принял сведения, передаваемые Z4AA некоему G2SL, что 8BF слышали и в Австралии:

П. Луи (Орлеан) производил прием на аperiodическую антенну, с основной длиной волны в 185 метров, с реакцией в детекторной лампе, и 2 лампами на низкой частоте. Связь была индуктивная, в первичной обмотке 2 витка. Новую Зеландию он принимал на Г-образную передающую антенну длиной 18

более коротких волнах стрелка амперметра оставалась неподвижной; об излучении же антенны можно было судить по тому, что лампы не нагревались.

Несколько ранее 8BF работал на волне 43 метра и был слышен ночью с громкоговорителем (по телеграфу) в Филадельфии, а днем его принимали без антенны в Англии, Лозанне, Голландии и Швеции.

Следующим радиолюбителем, установившим двустороннюю связь, был Делой (8AB Ницца). 30 октября он говорил с Carlos Braggio, находящимся в Бернале около Буэнос-Айреса, в Аргентине, на волне 86 метров, с ненастроенной антенной; ток в антенне достигал всего лишь нескольких сотых ампера; прием он производил также на аperiodическую антенну, с одной усилительной лампой и детектором, причем слышал 8AB довольно слабо. 31 октября



Черт. 1.

метров, из 6 лучей клеткой, с диаметром 2 метра, со снижением в 17 метров и с заземленным противовесом, расположенным по большой площади. При волне в 92 метра амперметр показывал 0,08 А. Однако известно, что показания амперметра при таких коротких волнах не имеют никакого значения. Часто при еще

в 6 час. утра он установил связь с радиолюбителем Новой Зеландии 4AK, которого очень хорошо и громко слышал на волне 86 метров с 2-мя усилительными лампами; но слышимость заметно стала ослабевать с приближением дня и совершенно исчезла в 7 ч. 05.

Менар впервые принял Новую

Зеландию (HAG и 2AC) 10 октября, 18 ч 15 мин, на волне в 130 мт, после многочисленных попыток в течение нескольких дней. „Невозможно выразить то волнение, которое я испытал, когда эти позывные дошли до моего уха, этот вечер я никогда не забуду; я представлял себе, что меньше, чем за секунду, и в первый раз 20000 километров пройдены волною, излученною в Новой Зеландии, почти антиподом, по океанам и материкам и уловлены в маленьком углу Пириней“. Станция Менара находится около По; антенна клеткою из 5 лучей по 20 метров натянута между сосною в 25 мт и мачтою в 10 мт. Схема Менара изображена на черт. 1стр. 554 (Paris-Radio, 25 Novembre 1924); накал 4 V, анод 90 V, L_1 и L_2 по 15 витков, L 8—10 витков, L_3 8 витков.

Самым богатым—радиолюбителем Америки является полковник Грин. Обладая несколькими испытательными лабораториями и собственной широкопередаточной станцией, он вместе со своими помощниками инженерами почти все время занят разработкой различных вопросов по радиотехнике. За последнее время он особенно усиленно работал над изобретением фильтра для уничтожения грозовых разрядов. Ни электрические, ни механические фильтры не давали благоприятных результатов. После многочисленных попыток применить для этой цели самые разнообразные способы один из его помощников, специально работающих над этим вопросом, предложил попробовать химический фильтр, который и был включен в приемную схему. Полковник Грин в это время слушал программу, передаваемую его широкопередаточной станцией WMAF, и следил за грозовыми разрядами; случайно взглянув на экран, висевший перед ним, он увидел на нем изображение французского ключа. Первой их мыслью было, что ключ находится в том же помещении,

где и приемник, но по расследованию он оказался на широкопередаточной станции, расположенной на расстоянии 60 фут от приемника. Замечательно то, что при появлении ключа, программа, передаваемая на волне в 363 метра, не была прервана. Было ли „чудесное“ изображение ключа вызвано световыми или радио волнами, изобретатели сами не знают. Пока всё держится „в секрете“.

Полковник Грин уже пожилой, больной человек, тратит большую часть своего времени, а также и громадные суммы на исследования и тщательное оборудование своих лабораторий. На последние опыты им было израсходовано до 50.000 долларов, и он надеется и после смерти оставить большие средства на дальнейшее развитие любимого им радиodela.

В его имении, кроме широкопередаточной станции, им установлены мощные громкоговорители на большой площади, специально им устроенной и вмещающей до 10.000 автомобилей; в случаях особенно интересной программы доступ всем открыт, и к громкоговорителю Грина стекаются толпы народа. На последней программе было зарегистрировано 9.008 прибывших автомобилей.

Кроме того несколько его автомобилей, оборудованных мощными громкоговорителями, разезжают из города в город для развлечения публики и дают возможность всем желающим слушать радио.

Radio Evening Express. Los Angeles. October, 1924.

Радиофония и народное образование. — Барселонский радиожурнал „Радиосола“ (июль — август 1924) снова обращается к этому вопросу.

Среди всех применений радиофонии ни одно не будет так велико, как то, которое относится к области народного просвещения; когда широко распространится этот удивительный и незаменимый способ пере-

дачи, выдающиеся профессора будут читать свои лекции тысячам приемников. Когда первоначальная школа, институты, университеты и вообще все образовательные центры распространятся до самых отдаленных уголков Испании, когда радиопередача изображений достигнет высоты живой фотографии, культура достигнет фазы, трудно воображимой.

Особая сторона обучения по радио, когда волшебное слово перебирается чрез горы, моря, побеждает условные границы государств, это — очарование, красота, внушение, вызываемое в слушателе, позволяющее удерживать все детали передаваемого содержания.

Радиофония — по преимуществу демократическое, культурное орудие.

На 3 миллиона детей школьного возраста в Испании требовалось бы учителей вдвое больше, чем имеется в действительности. Введение обучения по радио приводит, по расчетам автора, к умеренной смете по удовлетворению потребностей народного образования. Автор предлагает снабдить 9000 школ двухламповыми приемниками с громкоговорителями, по 500 пезет каждый приемник с антенной и всеми принадлежностями, и 1000 школ — четырехламповыми (университетское и высшее специальное обучение). Общая стоимость — пять миллионов пезет.

Если бы эсперанто, язык доктора Заменгофа, стал международным наречием, прививаемым в школе, который отражал бы духовные вибрации всех народностей нашей планеты, то радиокультура затмила бы всё, что сделали великие педагоги, и приблизила бы к осуществлению идеи гениального Гербарта о единой жизни всего человеческого рода.

О молнии. — На с'езде американских радиоинженеров в Позадене, Кал., окт. 1924, этот вопрос был обсуждаем двумя докладчиками.

Инж. Крейтон, на основании предположений, что молния есть разряд дискового конденсатора с диаметром в 1 милю и высотой в 1 милю, при среднем потенциальном градиенте в $4500 \frac{\text{вольт}}{\text{см}}$, приходит

к выводу, что ток грозового разряда в момент первой амплитуды равен полтора миллиона ампер, энергия — 700 kW-часов, максимальная мощность $860 \cdot 10^9$ киловатт. Лабораторные опыты с дугой до 34000 ампер привели к выводу, что сопротивление пути молнии в тысячу раз меньше критического, а отсюда — к результату, что молния представляет собою колебательный разряд с наименьшею частотою в 50.000.

Эти числа получили свое подтверждение из подсчета, сделанного по поводу случая расщепления молнией деревянного 33 фута длиною столба (в Колорадо), зашунтированную проволокою № 6, спускавшуюся с железного кольца на его вершине до земли. Вольтаж у индуктивного сопротивления этого шунта $L\omega I$ мог быть вычислен с одной стороны по вышеприведенным данным и L , с другой — по экспериментально найденной величине, необходимой для расщепления дерева. Предшествовавшие авторы давали для тока молнии гораздо меньшую величину в 20.000 ампер (по намагничиванию базальта); Крейтон объясняет это особым законом спадания амплитуды колебательного разряда, по которому последняя амплитуда в 20.000 ампер сходит к нулю без колебаний и определяет собою намагничивающее действие.

Инж. Пик в своих выводах не столь категоричен; он строил лабораторные модели туч и предметов, находящихся под их индукцией, подобные действительным тучам и линейному столбу, находящемуся под их индукцией; на опыте определялось отношение вольтажа в индуктируемом предмете к вольтажу тучи, и по измерению вольтажа на линей-

ном столбе во время молнии—вольтаж грозовой тучи; он оказался соответствующим градиенту в 3300 вольт/см. Автор делает подсчет молнии для случая конденсатора с обкладками $305 \times 305 \text{ м}^2$ и прослойкою

в 305 метров; сопротивление пути молнии он полагает могущим быть различным; при 1000 омах разряд неколебательный; максимальный ток оценивается в 78000 амп, энергия в 2,98 kW—часов.

Б И Б Л И О Г Р А Ф И Я.

Радиолюбитель № 7. Москва 1924. Давно-ли было время, когда в нашем журнале появились первые статьи о существовании радиолюбителей в Америке и Англии („Радиотехник“ № 13, 1920 г.; ТиТбп № 11, 1921 г.). Первое сведение о существовании любителей у нас появилось в ТиТбп в мае 1923 г. (№ 19). В настоящее время перед нами журнал, по названию и по содержанию обращенный к радиолюбителям Союза ССР и издающийся в 50.000 экземпляров. Несомненно, что никогда еще в области популяризации техники издатель не рассчитывал у нас на такой тираж. Эта цифра показывает, что число наших радиолюбителей достигает нескольких сот тысяч. Интерес к радиотехнике („американская болезнь“) прогрессирует у нас по тем же законам, что и в других культурных странах.

„Радиолюбитель“, видимо, удовлетворяет массового любителя; в известной мере он организует это начинающееся и потому—в техническом смысле—хаотическое движение.

Организация через журнал никоим образом не должна вылиться в академическую форму, т. е. принимать вид систематического курса „по параграфам“. Она должна появиться в несистематическом, смешанном содержании, чтобы организующая сила достигла и тех, кто к этому не стремится, победила и тех, кто этому сопротивляется („открыватели америк“).

„Радиолюбитель“, давая своим читателям всё более богатое, редакционно-продуманное содержание, вы-

равнивается по этой линии и тем приносит нашему любительству громадную пользу.

За границей периодические издания по радиолубительству разделяются на два типа: газета, обычно еженедельная, без обложки, с небольшим числом объявлений и 3—4 страницами текста и журнал, двухнедельный или ежемесячный, в обложке, с десятками страниц текста и большим числом объявлений. Так например в Бельгии Radio Belge и La Radiophonie pour tous; В Париже—Paris Radio, Radio Magazine и Radio Revue; Лос Анжелес—Radio Express и Radio Doings; изданий обоого типа в каждой стране, в каждом большом городе так много, что, конечно, вышеприведенные примеры взяты на удачу. Не смотря на всё различие в подходе редакций к своей задаче все эти издания имеют одно общее: везде читателям предлагаются новые схемы. Это показывает, что радиолубительство в самом широком своем смысле понимается, как искательство новых путей радиотехники. Как кажется, и наш журнал „Радиолубитель“ стоит на такой же точке зрения.

Журнал начинает пропагандировать эсперанто, как и большинство заграничных радиожурналов.

Жизнь и Техника Связи. Почта—телеграф—телефон—радио. № 11 ноябрь, № 12 декабрь 1924 г. Москва. Наркомпочтель.

Этот журнал дает богатое содержание по всем отраслям жизни по-

тель работника и выходит во-время довольно большими книжками. Видимо, издание нашло свою линию и отвечает запросам своего читателя. Значительное место уделяется радио. В последних двух выпусках имеются статьи: В. Петров—„Радиотелеграф и революция“, И. К.—„О причинах искажения в радиотелефонии“, Инж. Тимофеев-Радзивиц—„Выборемачт для радиостанции“, Инж. Эйхенвальд—„Новая аргентинская мощная радиостанция“.

Библиотека Радиолюбителя. 2-ое издание. Издание Нижегородской Радиолaborатории. Вып. 1—Электричество в радио, 2—Радиоприем и радиоприемники, 3—Кристаллин. Самодельный радиоприемник с кристаллическим детектором, 4—Самодельный ламповый приемник.

Первое издание (ТиТбп № 26, стр. 436) этих четырех брошюр (сентябрь 1924 г.) быстро разошлось. Настоящее второе издание, выполненное Нижегородской Радиолaborаторией по заказу О-ва Друзей Радио РСФСР, представляет собою перепечатку первого за исключением брошюры № 3, в которой сделаны существенные дополнения относительно кристаллинных схем. Цена всех четырех выпусков 2 руб.

Друг Радио. № 1. Ленинград. Стр. 1—64.

По мысли редакции, выраженной во вступительной статье, Общество Друзей Радио Сев. Зап. Области, органом которого является журнал, имеет задачей „ознакомить широкие трудовые массы города и деревни со всеми завоеваниями в области науки и техники радио“ и „поставляет дать... сведения о радио и радио-аппаратуре“. Кроме того, редакция считает, что „журнал „Друг Радио“ должен стать настольной книгой каждого рабочего, крестьянина и служащего. Общими усилиями нужно помочь нашей коммуни-

стической радио-промышленности и сделать ее достоянием широких масс“.

В статье, намечающей пути развития радиолюбительства в СССР, т. Любич считает, что практикуемые в Москве радиоконсультацией МГСПС методы работы любителей „исключительно своими двумя руками“ — „отбрасывают назад, а не поведут вперед радиотехнику“, и что поэтому необходимы такие формы организации радиолюбителей, которые дали бы широкое, коллективное использование совершенных образцов, созданных крупными государственными промышленными объединениями“.

Вот—profession de foi редакции.

Реферируемый номер содержит ряд статей, имеющих целью ввести любителя в круг теоретических понятий о радио — проф. А. Петровского, проф. Фреймана, С. Зилитинкевича и других.

Есть попытки открыть радиолюбительские отделы о самодельных частях приборов, есть также начало фантастического рассказа, достаточно трафаретно написанное.

Наружность издания, видимо, еще не определилась: вслед за изящной обложкой (на которой, пожалуй не к стати, изображена продукция французской радиопромышленности) — совсем удачная верстка текста, порядочно опечаток в тексте и грубый недосмотр в схеме стр. 44, где провод сети 220 в. показан приключенным к земле — опасный эксперимент для радиолюбителя.

Для широкого распространения журнала цена № в 70 коп. должна считаться довольно высокой.

Ф. Л.

Успехи физических наук, под редакцией П. П. Лазарева и Э. В. Шпольского. Том IV, вып. 4—5. ГИЗ. Москва 1924. 122 стр.

В этом выпуске помещен ряд интересных новинок из научной литературы по физике; в отношении

подбора материала журнал „У.Ф.Н.“ давно уже заслужил широкую и солидную известность. Статья С. Н. Ржевкина: „Катодные лампы, их теория и главные применения“ (18 стр.) содержит в себе большой и тщательно подобранный материал по теории действия диодов и триодов; эта статья представляет большую ценность для занимающихся катодными лампами.

Технико - Экономический Вестник. № 11. Ноябрь 1924 г. Москва.

Журнал этот дает большое количество серьезного и ценного материала по технической химии, машиноведению и др. областям техники. Как общетехническое издание, он — единственный в России. Кроме оригинальных статей, написанных всегда наиболее компетентными авторами, в каждом выпуске помещается большое количество заметок научно-технического содержания. По радио ТЭВ помещает мало статей, что и понятно; за истекший год имелась только одна (в № 1 „Электронные механизмы“ В. К. Лебединского) и несколько заметок.

Человек и Природа. Популярный естественно-научный журнал. ГИЗ. Ленинград. № 9. Сентябрь 1924.

Это интересное популярное периодическое издание главным образом касается биологических наук; так например, лежащий пред нами выпуск № 9 большою своею частью посвящен академику Павлову и вопросам физиологии, соприкасающимся с его работами. В других выпусках имеются и группы статей по физике; в небольшой мере журнал отмечает и новости по радио (статья А. А. Петровского о катодных лампах, В. К. Лебединского о Нижегородской Радиолaborатории в связи с общим развитием радиотехники). В № 9 имеется даже отдел „Радиоспорт“, в котором помещено описание самодельной батареи высокого

напряжения для радиоусилителя.

Известия Киевского Политехнического и Сельско - Хозяйственного Институтов. Кн. 1, вып. 1-ый. Киев. 1924. 111 стр.

Это издание существует уже 19-ый год. В настоящем выпуске имеется 13 оригинальных работ, главным образом, по математике и математической физике (Букреева, Кордыша, Кравчука, Котельникова, Горбунова и Умарского, Штаермана). Акад. Плотников в своей статье: „Внутриатомное уплотнение вещества“ распространяет идею об уменьшении массы при образовании атома гелия из атомов водорода (часть массы выделяется в виде энергии — колоссального тепла образования) на вещества большого атомного веса и предлагает гипотезу радиоактивности, как продолжающегося „уплотнения“ вещества. Л. Штрум предлагает свое объяснение тому, что последнее повторение опыта Майкельсона дало не отрицательный результат, послуживший, как известно, основанием теории относительности, а положительный, для объяснения которого эта теория уже нелужна.

Известия Элмаштреста и Элсвязьтреста. № 4—5. 1924. Ленинград. 130 стр.

Отдельный оттиск статей Известий Элсвязьтреста представляет собою описание того, что изготовляется Трестом Слабого Тока. Такие чисто производственные издания обычны и за границей. Инж. Мошкович и Шорин описывают „Новые производства ТСТ“, инж. Зилитинкевич: „Одноламповый регенеративный приемник ТСТ“, А. Т. Углов: „Микролампа“. С. М. Горленко приводит графический расчет радиостанций по предъявленным условиям ведомств, как это приходится делать инженерам ТСТ; тот же автор изла-

гает закон о частных радиостанциях во Франции.

Электричество № 12. 1924. Москва-Ленинград.

Этот выпуск также серьезен и поучителен, как и все остальные выпуски журнала „Электричество“, на который мы уже неоднократно обращали внимание читателей. Мы не упомянули бы о нем, если бы на стр. 608 посреди рецензии на четыре выпуска „Библиотеки Радиолюбителя“ не было высказано мнение проф. И. Г. Фреймана о кристалдине Лосева.

Мы знакомили читателей ТиТбп с многочисленными (не всеми) иностранными отзывами об этом, весьма интересном и с физической, и с технической стороны, приборе (№ 25, стр. 329, № 26, стр. 439, а также см. ниже); теперь мы имеем перед собою мнение нашего радиоспециалиста: „...своей пропагандой в пользу пресловутого кристалдина он (Лосев) рискует вовлечь радиолюбителей в невыгодную сделку“. Далее автор говорит, что в технике изобретается всё неопределенное, случайное. „Ненадежность отменяет в свое время когереры, несмотря на их чувствительность; небольшая надежность уже предрешила и участь детекторов, в особенности теперь, когда стоимость усилительной лампы не является препятствием к ее широкому распространению. Поэтому от Нижегород. РЛ можно было ожидать более требовательного отношения к увлечению молодого изобретателя“ (курсив наш).

В. Л.

L'onde électrique. № 33. Septembre 1924. Paris.

В этом выпуске известного Парижского журнала: „Электрическая Волна“, имеющего характер серьезного научно-любительского издания, помещена на первом месте большая

статья инж. Виноградова: „Детекторы-генераторы“ (433—444). Изложив схемы и теоретические подходы О. В. Лосева, автор приходит к выводам: „Теоретический интерес открытого Лосевым явления очевиден. Открытие сделано недавно, и трудно предсказать разные возможности, которые оно обещает нам. Но во всяком случае мы уже можем предвидеть коммерческое значение приборов с генерирующим детектором. Они заполняют собою пропасть, существующую в настоящее время между ламповыми приемниками и приемниками с галеном“.

Заметим, что это уже вторая статья о кристалдине в иностранной литературе, написанная нашим соотечественником; первая—инж. Габеля в Лондонском Wireless World.

В том же выпуске „Э. В.“ помещены следующие статьи. Гэншан приводит современную эмпирическую формулу Остина для определения дальности радиопередачи и находит, что теоретическая формула Герца-Блонделя ближе к ней, чем более новая—Уатсона. Ландри приводит результаты своих измерений над колебанием силы приема коротких волн, предпосылая некоторые интересные замечания об определении силы приема шунтированным телефоном. Знаменитый радиолюбитель Л. Делой (ТиТбп № 25, стр. 316) продолжает описание своего путешествия по Америке среди радиолюбителей С. III.

Radio News. January 1925. New-York.

В этом выпуске распространеннейшего в Америке радиожурнала имеется статья Др. Гринлиф Пиккарда: „Открытие генерирующего кристалла“, в которой автор напоминает работы Икклза и свои, предшествовавшие работам Лосева. Пиккард раньше Икклза знал характеристику детектора, составлял схему с детектором, шунтируемым емкостью и самоиндукцией, заметил увеличение чувствительности детектора

при употреблении эдс, соответственной величины исоотв. направления, „но, говорит он, я не искал колебаний и не нашел их“. Честь первого открытия их принадлежит Д-ру Икклзу (1910 г. см. „Рад“ № 13, стр. 216; 1920, ТиТпб № 14, стр. 374; 1922. № 25, стр. 329; 1924); оно „было сделано совершенно случайно“, пишет Пиккард: „опыты первоначально были направлены к исследованию термической характеристики детектора“; Икклз полагал, что радиотоки, нагревая детектор, уменьшают его сопротивление и тем вызывают увеличение тока от эдс, находящейся в шунте детектора, и дают слышимый сигнал. Изучая затем характеристику детектора, Икклз нашел в ней падающую часть и, по аналогии с вольтовой дугой, пришел к генерации незатухающих колебаний. В том же выпуске Radio News помещено довольно подробное описание результатов, полученных Лосевым при исследовании характеристик детектора; статья составлена из нескольких статей Лосева в нашем журнале (№№ 18 и 14), к сожалению, оставшемся неупомянутым.

Radio Revue. Novembre 1925. Paris.

В этом выпуске французского радиолобительского журнала, о котором мы уже имели случай упомянуть, помещена статья В. К. Лебединского: „История одного изобретения“ (с портретом О. В. Лосева); в этой статье констатируется независимость изобретения кристадина от предшествовавших работ в этом направлении и излагается психология усилий настойчивого радиолобителя, направленных к осуществлению чисто практической задачи упрощения радиоустановки. Упрощение, сведение до минимума размеров установки, всей необходимой аппаратуры и даже самой энергии, необходимой для передачи, это положительно становится характернейшей чертой достижений современных любителей радио.

В том же выпуске имеется статья Ж. Лаховского (жившего раньше в России), описывающего дальнейшие свои опыты над влиянием радиоволн (около 2 мт) на живой организм; по идее автора каждая клетка испускает радиоволны, и можно помочь ее жизнедеятельности, посылая в нее волны известной частоты; интересна также мысль автора об ориентации, например, перелетных птиц помощью „радиопередачи“ и „радиоприема“; источником электрической энергии является трение крыльев о воздух, доводящее потенциал птицы до нескольких тысяч вольт.

Ж. Кине в интересной статье: „Холодный свет“ излагает опыты А. А. Глаголевой (ТиТбп № 23, стр. 113) и ее предшественников; автор надеется, что французские физики, несмотря на свои, весьма скромные по сравнению с американскими, средства, первые реализуют электромагнитный синтез холодного света.

Эти три главные статьи ноябрьского выпуска R. R. делают его почти „русским“.

Л. Грец. *Электричество и его применения*. Часть первая. Проявления электричества и его действия. ГИЗ. Москва. 1924. 493 стр. с 373 рис. Цена 4 р. 25 к.

Эта весьма известная книга выходит на русском языке уже 4-м изданием. В ней необыкновенно ясно и даже увлекательно излагается с удивительной полнотою электрические явления, электрические приборы, приемы электрических измерений. Читатель вводится в мир электричества без единой математической формулы. Приложения электричества (электротехника сильного и слабого тока, радиотехника) излагаются во 2-ой части, которая еще не вышла.

Книга Греча должна быть горячо рекомендуема лицам, не обладающим математикой даже в элементарной

ее части, но очень полезна и для начинающих электриков.

Настоящий перевод ее сдан на 21 немецкому изданию под редакцией проф. В. К. (а не К. В., как означено на титульной странице) Лебединским.

Джон Миллс. Письма радиоинженера своему сыну. Лнг. 1924 стр. XII + 27 перевод с англ. М. А. Мошковича.

Недостаток русской радиолитературы отчасти восполняется этой книгой, интересной оригинальностью подхода к объяснению электронных явлений и электрических колебаний. Одухотворение атомов и электронов и наделение их определенными на-

клонностями значительно оживляет изложение, делая его при достаточной строгости отчасти сказочным.

Перевод сохранил весь английский характер книги, и тем самым внес значительное отчуждение от русского читателя. Это отчуждение усиливается тем, что среди всей книги, среди прекрасных и многочисленных фотографий наш радиолобитель не встретит ничего из окружающего его действительности — ни одного прибора, ни одной установки, ни одной русской лампочки и проч. К недостаткам издания следует отнести сравнительно большое число опечаток, которые особенно досадны в чертежах и которые дают резкий контраст с общим изяществом книги.

Х Р О Н И К А.

Историческое посещение. — В 1922 г. 4 сентября проф. Эррио, тогда еще депутат французской палаты от гор. Лиона, посетил вместе с предармаркомом т. Малышевым Нижегородскую Радиолaborаторию. Во время осмотра ее помещений он передал управляющему РЛ текст радиотелеграммы, прося отправить ее в Лион, следующего содержания: „Travaillons [de] tout coeur au rapprochement [des] peuples francais et russe. Herriot“.

К юбилею А. С. Попова. — 27 декабря 1924 г. в Электротехническом Институте им. Ленина в Ленинграде состоялось заседание инициативной группы по организации чествования 7 мая 1925 г. 30-летнего юбилея изобретения беспроволочного телеграфа А. С. Поповым. Заседание было созвано правлением Института, в котором А. С. был профессором и ректором; на нем присутствовали профессор Осадчий (председатель), Скрицкий, Глаголев (секретарь), Петровский, Лебединский, Рыбкин и представители электро-

минного класса в Кронштадте, НКПС и НКПиТ.

Цикл популярных лекций. — По инициативе технического руководителя Нижегородской Радиолaborатории, проф. М. А. Бонч-Бруевича организован цикл научно-популярных лекций по электричеству и радио, всего числом 42 лекции, которые будут прочитаны всеми сотрудниками РЛ в ее аудитории по понедельникам (начало в 19 часов). Каждый понедельник состоится по две лекции, одна более теоретического, другая более прикладного характера. Описание составлено по 18 мая 1925 г. Первая пара лекций состоялась 22 декабря 1924 г.: В. В. Татаринов — „Электрон и его работа“ и В. А. Авдентов — „Как построить простейший радиоприемник“.

Доклады М. А. Бонч-Бруевича в Нижегородской РЛ. — На 29 научно-технической беседе РЛ 5—XI—24 М. А. Бонч-Бруевич сделал доклад

о новом способе радиифонирования. Этот способ основывается не на модуляции амплитуды, как в принятых ныне схемах радиифонирования, а на модуляции (и при том весьма ничтожной) частоты.

Колебания, посланные передающей станцией, гетеродинируемые на приемной станции после детектирования возбуждают колебания в некотором контуре, настроенном на промежуточную частоту.

Изменения периода на передающей станции на 0,001% незаметные для обычных приемников оказываются достаточными для того, чтобы промежуточная частота изменилась на 0,1%, и контур на нее настроенный вышел бы из резонанса.

Характерными чертами этого способа являются: 1) возможность секретной телефонии, 2) освобождение от мешающих действий при приеме, 3) большие силы приема благодаря применению гетеродина, 4) отсутствие боковых частот, загружающих эфир.

На 34 научно-технической беседе РЛ был заслушан доклад, М. А. Бонч-Бруевича. Докладчик изложил две возможности излучения коротких волн. Первая возможность использует ряд прямолинейных антенн, излучающих нормально к их общей плоскости.

Такая „плоская“ антенна должна дать резкое симметричное направленное действие; помещение сзади этой плоской антенны на расстоянии $\frac{1}{4} \lambda$ еще одной, подобной ей, но возбуждаемой со сдвигом фаз в прибл. $\frac{1}{4}$ периода уничтожит излучение назад, удвоивши амплитуду излучения вперед.

Рассмотрение действия таких антенн ведется при помощи очень наглядного графического приема.

Вторая возможность — излучение гармониками большой антенны — приводит к излучению, направленному равномерно в горизонтальной плоскости но неравномерно в вертикальной, выделяя ряд особых „лу-

чей“. Рассмотрение ведется тем же способом и до некоторой степени объясняет наблюдаемую исключительную дальность действия коротких волн.

Ежегодный Акт в Нижегородской Радиолaborатории. — 9-го января в день годовщины вручения РЛ Ордена Красного Знамени (ТиТбп №№ 18 и 23) в ее аудитории состоялось торжественное заседание. Зам. директора РЛ И. В. Селиверстов сделал доклад о работах РЛ за истекший год, который был отличен от предыдущих единоличным техническим руководством М. А. Бонч-Бруевича; докладчик отмечает значительные научно-технические успехи РЛ. Проф. В. К. Лебединский в своем докладе оттенил внутреннюю связь между изысканиями и достижениями чисто научными, техническими и радиолюбительскими. Предработочка Н. А. Шматов отметил необходимость теснейшего единения всех работников РЛ для дальнейшей плодотворной работы.

По истечении 10-ти минутного перерыва были заслушаны приветственные телеграммы от Наркомпочтеля т. И. Н. Смирнова: „Сегодня в день годовщины награждения Радиолaborатории Орденом Трудового Красного Знамени шлю горячий привет всем работникам Радиолaborатории и считаю, что огромные задачи радиофикации Союза ССР при вашей помощи будут выполнены в кратчайший срок нужном нашим Республикам направлении“, от нач. ЭТУ, от Московской мастерской радио-вакуумных аппаратов и от Московского Бюро РЛ.

Были произнесены приветственные речи.

Потом был исполнен вокальный концерт. Все речи и концерт в тоже время передавались с радиовещательной станции РЛ на волне 1400 мт (мощность около 1,2 kW).

Передача астрономических сигналов времени по радиотелефону. — Нижегородской Радиолaborаторией 12 января 1925 года по указаниям астронома А. Н. Нефедьева были произведены, вероятно впервые, удачные опыты подачи астрономических сигналов времени с радиотелефонной станции РЛ по следующему способу: микрофон передатчика был положен на корпус хронометра, и звук ударов его механизма, модулировал передачу. При таком способе модуляция электрических колебаний получается при помощи простого микрофона без всяких электромагнитных реле и контактов. Реактивное время всей установки сведено поэтому до минимума. В приемник в течение определенного промежутка времени непосредственно слышны удары любого хронометра.

При опытах употреблялся неконтактный хронометр Nardin № 559, идущий по среднему солнечному времени, принадлежащий РЛ. Нулевая секунда и первая полусекунда каждой минуты отмечались пропуском соответственных ударов хронометра путем выключения микрофона.

Благодаря резкости звука при ударах возможна запись сигналов на соответствующем хронографе, как это делается с сигналами, подаваемыми старыми методами.

Новый способ представляет значительный интерес для русских астрономов-любителей, проживающих в области слышимости радиотелефона. Они все в один и тот же интервал времени могут слышать звук одного хронометра или астрономических часов, находящихся в рациональных условиях работы, так же ясно, как если бы эти приборы находились перед ними.

Между прочим не следует забывать, что радиотелефон доступен всем, имеющим обычный любительский приемник для слушания концертов, а для приема сигналов времени, подаваемых прежними способами,

необходимо особое разрешение на прием длинных волн.

Б. О.

Международные конгрессы Тбп. — На пасхальных каникулах 1925 г. (с 16 по 20 апреля) предполагаются два международных радиоконгресса:

- а) Первый конгресс международного Юридического комитета Тбп.
- б) Первый конгресс международного объединения радиолюбителей.

Предполагаемые программы:

а) I. Юрисдикция радиоволн; права отправителя и принимающего; государственный контроль. — II. Международная регламентация радиоизлучения. — III. Интеллектуальная собственность и радиотелефонные передатчики; авторское право; участие артистов — исполнителей; особенности информации прессы; рекламы.

б) I. Организация международного объединения радиолюбителей. — II. Систематическая организация опытов радиолюбителей. — III. Длины волн радиотелефонии и любительских передатчиков. — IV. Воспитательное значение радиотелефонии. — V. Вспомогательный международный язык.

Членский взнос на конгрессы — отдельно по 25 франков, на оба вместе 40 франков.

Обзоры предполагаемых докладов следует прислать не позже 1 февраля 1925 г.

Адрес секретариатов конгрессов: 2, rue de l'Echaudé — St-Germain, Paris (6°).

Новое о формуле Остина. — По вычислениям инженеров „Телефункен“ формула Остина, примененная к $\lambda = 100$ мт, при действующей высоте антенны в 15 мт и токе в ней 4 ампер, дает для расстояния Науэн—Буэнос-Айрес (12.000 клм) величину микровольт мт на приемной станции в миллион миллиардов миллиардов (10^{24}) меньшую, чем наблюдаемая $10 \mu V$. При $\lambda = 18.000$ мт (170 мт действ.

высота, 500 ампер в антенне) формула Остина дает близкий к действительности результат для того же случая передачи.

Для коротких волн наблюдаемое значение силы приема выражается не формулой Остина, но тем ее видоизменением, которое получается, если оставить выражение

$$E_{\text{микров/см}} = \frac{120\pi hi}{\lambda r},$$

а показатель при e равный

$$0,0015 \frac{E}{\sqrt{\lambda}}$$

принять равным нулю, т.е. рассматривать распространение радиоволн по пространству, как неподлежащих поглощению.

Новый справочник.—В ноябре 1924 года предполагался выход „Полного ежегодника беспроволочной телеграфии“ (L'Annuaire général de la T. S. F.).

Том „Ежегодника“ размером 1.500 стр. содержит следующие отделы: современное состояние Тбп; законодательство по радио во Франции и всех странах мира; алфавитный список позывных; перечень радиостанций всего мира; их географическое расположение и позывные; перечень широкоэмиттерных и любительских станций; словарь терминов Тбп на 5 языках; технические и практические формулы; годовые отчеты французских и иностранных радиоклубов.

Цена тома 30 франков.

Адрес издания: Etienne Chiron, 40, rue de Seine, Paris.

ИСПРАВЛЕНИЯ.

В № 26.

Стр.	Строка сверху.	Напечатано.	Следует читать.
358	6	300 kW	200 kW.
366	17	с формулой	с формой.
368	4	электростатической	противудождевой.
369	17	выделены	выведены.
372	На черт. 23	r_1	r'
375	На черт. 28 А	I_{r-1}	I_{1-r}

В № 27.

На стр. 484 стр. 7 сл. добавить „см. черт. 1 на стр. 487“.

П И С Ь М О В Р Е Д А Ц И Ю.

О РАДИОПЕРЕДАЧЕ.

Конечно, никто из нас не станет в тупик, если-бы ему пришлось распространяться на тему о значении для человечества радиосвязи вообще и радиолубительства в частности. Никто, конечно, не станет отрицать значение радиосвязи, как глубоко прогрессивного фактора для общества всего мира!

Мы всячески расширяем это дело, поддерживаем и укрепляем массовое движение „радио“—радиолубительство, учитывая его громадное культурное значение.

Мы стремимся предотвратить наступающую опасность, так называемой, „тесноты в эфире“, и т. д. и т. д.... умышленно отодвигая на задний план, быть может, даже забывая об одном обстоятельстве, имеющем крайне важное значение, подобно тому, как в древней сказке человек, висящий над пропастью, забывает, что ствол, на котором он висит, подтачивается мышами, и спокойно лакомится малиной... Правда, быть может, этот человек по своему и прав, если он ничего не может сделать....

Действительно, стоит только вспомнить о соотношении мощностей на отправительной станции, и в антенне приемника, как волосы становятся дыбом: на отправительной станции применяются мощности ста, и даже тысячи kW (станция WQK имеет общую мощность машин— 2.000 kW) в то время, как приемная антенна улавливает мощность, порядка 10^{-6} ватта!

Таким образом, кпд радиопередачи получается порядка $10^{-110}\%$! Тут уже комментарии излишни; несколько лет тому назад, мы рассмеялись-бы в лицо тому, кто стал-бы утверждать, что мы будем считать возможным эксплуатировать установку, имеющую отдачу в $10^{-110}\%$; а между тем это так; мы рассчитываем такие установки, выбираем наиболее „экономичный“ вариант, совершенно подчас забывая, что все наши расчеты приводят к ничтожнейшему изменению кпд. Чтобы сравняться по экономичности с паровой, электрической, силовой станцией, кпд которой, весьма низок, нам пришлось-бы повысить производительность радиопередачи в 10^{12} раз! Эта цифра в 3, с лишним, раза больше скорости света, выраженной в мм.

Конечно, радиосвязь—вещь очень хорошая, но в настоящем своем развитии это—прямо варварство!

И что хуже всего, так это то, что не видно никакого пути, ведущего к сколько-нибудь значительному движению кпд. Столь низкий кпд радиопередачи обуславливается, как показал проф. И. Г. Фрейман

(„О процессе передачи электрической энергии“ ТиТбп № 16), отсутствием провода, ибо передачу энергии „по проводам“ можно рассматривать, как передачу энергии через диэлектрик, окружающий провод, „вдоль проводов“. И. Г. кончает вышеупомянутую статью следующими словами: „При радиопередаче, энергия, лишившись своего путевода (провода), расходится по весьма обширному пространству, и стоит только прикинуть отношение между количеством энергии, получаемым радиоприемной установкой, и тем количеством, которое для этой передачи тратит отправитель, чтоб убедиться, во что нам обходится упразднение провода. В то-же время, из описанного внутреннего процесса передачи электрической энергии следует, что за свой исключительно низкий порядок отдачи, радиопередача обязана исключительно отсутствию провода“.

Как единственный, что либо обещающий в этом направлении, путь, представляется ориентированная передача, и в том числе путь, по которому пошел Маркони: применение коротких волн и отражающих приспособлений.

И хочется думать, что мы стоим перед коренным изменением методов радиопередачи, после которого кпд ее увеличится во много миллионов раз и достигнет тех пределов, о которых мы сейчас не смеем и мечтать.

А. Е. Сузант.

У К А З А Т Е Л И

К ЖУРНАЛУ

„Телеграфия и Телефония без проводов“ №№ 23—27 (за 1924 г.)

Означенные страницы относятся: № 23 стр. I—IV и стр. 1—114, № 24 стр. 115—224, № 25 стр. 225—346, № 26 стр. 347—440, № 27 стр. 441—600.

Именной указатель.

Архангельский Б. Ф. Об опытным определении коэффициента полезного действия телефона 318.

Баженев В. И. Люберецкая выделенная приемная радиостанция 519.

Белявский А. Г. проф. Ртутные выпрямители на большие силы тока (с металлическими цилиндрами) 2, полярные осциллограммы и полярный осциллограф 13, увеличение

предела измерения вакуума с помощью монотра Мак Леода 356.

Бонч-Бруевич М. А. Памяти В. И. Ленина — III, мощные лампы с внешним медным анодом 63, (хроника) 100, откачка ламп (хроника) 342, химическое обезгаживание электродов и некоторые явления в катодных лампах со щелочными металлами 437, доклады в РЛ 552.

Вибер Андре. Опыты по передаче и приему на волне в 35 мт 534.

- Виноградов К. И. Брюссельская широкоэвещательная станция 22, применение экономических темных ламп 201, современные радиотелефонные приемники 395.
- Габель В. С. Некоторые достижения радиолюбителей на Западе 315.
- Глаголева-Аркадьева А. А. Массовый излучатель, как источник ультрагерцовых волн до 82 микрон 113, (хроника) 101, 551.
- Горбачев К. В. Измерение емкостей посредством одного катодного реле 151, сравнение емкостей посредством катодного реле 260, (хроника) 342.
- Горленко С. М. Типы катодных ламп компании „Телефункен“ 211, диатронный приемник для незатухающих колебаний 214, план трансокеанской радиотелеграфии Александерсона и Телефункен 485, первая всесоюзная электротехническая конференция связи 528.
- Грец Л. Электричество и его применения (библ.) 551.
- Григорьева А. инж. Исследование некоторых схем модуляции на радиотелефонных станциях 245, 346, о некоторых способах измерения модуляции на радиотелефонных станциях 481.
- Дрожжин А. И. инж. Трубочатые изоляторы для высокого напряжения и высокой частоты 303, 358, печатки 438, 555.
- Dushman Saul. Production and Measurement of high vacuum (библ.) 218.
- Зилитинкевич С. И. Тепловой режим вольфрамового катода в триоде с чисто электронным разрядом 116, определение параметров и построение характеристики триода 142, еще о тепловом режиме вольфрамового катода в триоде 321, исправления 346.
- Иоффе А. Ф. Доклад на съезде (реф.) 423.
- Кугушев А. М. Радиофони́рование выпрямленным током 411.
- Кулебакин В. С. Об измерении емкостей при помощи катодных ламп 39.
- Куприянов Г. А. см. Шмаков П. В.
- Лбов Ф. Л. История одного радиолюбителя 56.
- Лебединский В. К. Еще об изобретателе Тбп 50, Вильям Томсон лорд Кельвин (библ.) 338.
- Ленин В. И. Что сделал для Нижегородской Радиолaborатории I, воспоминания проф. Бонч-Бруевича III.
- Лосев О. В. Любительская постройка одноступенчатого приемника гетеродина 206, дальнейшее исследование процессов в генерирующем контакте 404.
- Львович Р. В. Радиотелеграфный приемник двойной автоселекции 66.
- Макаревский Г. Н. Подводная акустическая сигнализация 165, письмо в редакцию 341.
- Меньшиков Ю. Письмо в редакцию 439.
- Мейер П. Передача изображений на расстояние 240.
- Миллс Дж. Письма радиоинженера своему сыну (библ.) 552.
- Миц А. Тональная модуляция незатухающих колебаний 264, 346.
- Моругина С. И. Опытное исследование законов незатухающих колебаний электрически связанных систем 442.
- Нефедьев А. Н. Радиотелеграф в экспедиционных астрономических работах 16, (хрон.) 100, подача времени по радиотелефону 554.

Никитин Н. А. Метод исследования магнитных спектров железных проволок 390, к вопросу об электропередаче с катодными лампами и выпрямителями 484.

Николаев А. М. Что сделал Владимир Ильич Ленин для Нижегородской Радиолaborатории I.

Остроумов Б. А. О торированных волосках 190, новая конструкция трубки Брауна 385.

Остроумов Г. А. К вопросу о генерирующем кристалле 204, четвертый съезд русских физиков 421, письмо в редакцию 440.

Попов А. С. изобретатель Тбп 55, предстоящий юбилей 344, 552.

Ржевкин С. Н. Диатермический аппарат с катодными лампами 494.

Рождествен А. В. Новые автоматические телеграфные передатчики 226, (хрон.) 342, 346.

Слепян Л. Б. К расчету емкости антенн 377.

Сузант А. Е. О радиопередаче 556.

Татаринов В. В. О настройке распределенного заземления 511, опытное определение электрического поля антенны 516.

Томсон В. Юбилей 222.

Фрейман И. Г. проф. Курс радиотехники (библ.) 217, письмо в редакцию 341.

Хвольсон О. Д. Доклад на съезде (реф.) 422.

Шмаков П. В. и Куприянов Г. А. Многократное телефонирование токами высокой частоты по бронзовому кабелю и железным проводам 282, 346, железная антенна бегущей волны 348, исправления 438.

Штейнгауз О. М. Стихия радиолюбительства в Германии 69, (хрон.) 101, техника высоких частот—новый этап на пути развития электротехники и проблем электрофикации 455.

Штейнметц 339, 344.

Ширков В. В. О трансформировании низкой частоты 503.

Шулейкин. Курс радиотехники (библ.) 217.

Эренфест П. С. доклад на съезде (реф.) 421.

Яковлев В. П. Измерения сопротивления в прямолинейных антенных канатиках 44.

Предметный указатель.

Антенна, сопротивление канатиков 44, изоляторы 313, Бевереджа теория 81, 160, укороченная 164, железная 348, любительская 61, акустическая 171, направленное действие 81, расчет емкости 377, способ Хоу 378, способ Шулейкина 383, настройка распределенного заземления 511, определение электрического поля 516, бегущей волны см. антенна Бевереджа, волновая см. антенна Бевереджа.

Автоселекция двойная 66, 426.

Атмосферные разряды, одновременность 90, устранение 99.

Астрономическое применение радиотелеграфа 16, 554.

Батарея высокого напряжения любителя 61.

Библиотека радиолюбителя (библ.) 436, второе издание (библ.) 548.

Вакуум, увеличение предела измерения манометром Мак-Леода 356.

Вильям Томсон лорд Кельвин, В. Лебединский (библ.) 338.

Взрывные лучи 439.

Волны короткие 317, 534, 543.

Вольфрам, сопротивление, тепловой режим катода из — 321, воздействие электронного потока на — 322.

Выпрямители ртутные на большие силы тока 2.

Генератор ламповый расчет 497, питание переменным током (хрон.) 223.

Генерирующий контакт 404, характеристики 205, свечение 408, осциллограммы 409, влияние температуры 404, 407, термический коэффициент сопротивления кристалла 408.

Громкоговорители электромагнитные 325.

Диатермический аппарат с катодными лампами 494.

Динатрон 214.

Друг Радио (библ.) 548.

Ежегодный справочник Тбп 555.

Жизнь и Техника Связи (библ.) 547.

Журнал Русского Физико-Химического Общества (библ.) 337.

Запись одновременности разрядов 90.

Затухание в проводе 354.

Известия и Труды Русско-Китайского Политехнического Института (библ.) 217.

Известия Киевского Политехнического и Сельско-Хозяйственного Институтов (библ.) 549.

Известия Элмаштреста и Элсвязтреста (библ.) 549.

Измерение емкостей при помощи катодных ламп 39, посредством катодного реле 260, по способу Рейсса 151, сопротивления по тепловому методу без прибора 48, электрического поля антенны 516. Изоляторы трубчатые для высокого

напряжения 303, влажные 311, антенные 313.

Изотопы Ф. В. Астон (библ.) 99.

Квантовая теория 422.

Коэффициент затухания проводов 82, 291, — связи в радиофонии 259.

Кристаллин, название 329, процессы в генерирующем контакте — 404, — за границей 329, 432, 550.

Конгрессы международные Тбп 554.

Конкурс на преподавательство 104.

Конференция, первая всесоюзная электротехническая связи 528.

Лампы катодные, характеристики 149, 253, 258, 202; параметры 143, история 436, техника изготовления 93, применение с фотоэлементом в астрономии 433, десятилетие обратного воздействия 430, радиотрон 200, с внешним медным анодом 63, типы „Телефункен“ 211, измерения емкости 39, тепловой режим 116, 322, учет температурных условий катода 127, экономические малоамперные темные 201, исследование активации торированного волоска 195, 98, с торированными волосками 190, микролампа 98, явления в щелочных 437, диатермический аппарат 494, к вопросу об анодном напряжении 215, натровое превращение из детекторной в усилительную 438,

Лампа накаливания, изобретатель 92.

Ламповый генератор расчет 497.

Магнитный спектр телеграфной проволоки 390.

Массовый излучатель, как источник ультра Герцевых волн 113.

Мешающее действие на антенну Бевережда 352, при многократном телефонировании 286.

Микрофон Брюссельской широкоэмиттерной станции 31.

Многократное телефонирование по кабелю 282, по железным проводам 288.

Модуляция тональная 264, способы измерения — на радиотелефонных станциях 481, на Брюссельской широкоэмитальной станций 30.

Молния (реф.) 546.

Незатухающие колебания, модуляция 264, опытное исследование связанных систем 442.

Нейтродина сущность 98.

Нижегородская Радиолaborатория им. Ленина 101, из жизни 101, 102, 222, 553, изготовление кристаллов 342, доклады сотрудников на с'езде физиков 428, издание Библиотека РЛ 436, инж. секция Нарсвязи 223, посещение Эррио 552, цикл популярных лекций 552.

Обезгаживание химическое 437.

Onde électrique (библ.) 550.

Остина формула 554.

Осциллограф полярный 13.

Пеленгование радиосигналов 87.

Передатчики американские 486, телеграфный А. В. Рождествина ключ автоматический 228, автоматический вызов 229, наборный 230, сигналы бедствий 238.

Подводная акустическая сигнализация 165.

Прием пишущий 21.

Приемник, питание переменным током (хрон.) 223, динаatronный для незатухающих колебаний 214, двойной автоселекции 66, многократного телефонирования 284, незатухающих колебаний с тональной модуляцией 271.

Przegląd Radiotechniczny (библ.) 220.

Радиовещание, станция в Брюсселе 22, станция им. Коминтерна 295, станция WGV 327, станция в Штутгарте 329, передатчик для инж. Шеффера 75, русская музыка за границей 114.

Радиовидение, прибор Дженкинса 89, Блэна 240, Грина 545.

Radio Instrument and Measurements (библ.) 345.

Радий, стоимость 92.

Радиолобитель, журнал (библ.) 436, 547, история одного 56, батарея высокого напряжения 61, антенна — 61, схема — 62, приемник Менара 544, самый богатый — 545, французские — 543.

Радиолобительство, стихия в Германии 69, достижения на Западе 315, 543, сводка в различных странах 79, роль в технике 479, постройка одностеторного приемника-гетеродина 206, передача-прием с генерирующим детектором 209, на Украине 102, в Москве 222, Нижегородское общество 223, Закавказское общество 223, кружок при Русском О-ве Миропведения 102, различные общества 343.

Radio News (библ.) 550.

Радиопередача 556.

Радиоприем, усовершенствование регенеративного 98.

Radio Revue (библ.) 219, 551.

Радиостанция, люберецкая выделенная приемная 519, имени Коминтерна 66.

Радиостроительство в Америке 330.

Радиотелеграф, трансатлантического надежность связи 94, изобретение 55, в экспедиционных астрономических работах 16, тернии английского 94.

Radio für Alle (библ.) 219.

Радиофония (радиотелефония), тайна 99, народное образование 545, трансатлантическая 94, несущая волна 95, выпрямленным током 411, исследование схем модуляции 245, схема простая 246, схема Хейсинга 247, схема Гейринга 247, схема Шеффера с утечкой 252, модуляция по способу проф. Н. Д. Папалекси и проф. Л. И. Мандельштама 483, приемники 395, „Он-

- долина* 398, Казанская (системы Углова) 336, применение к астрономии 554.
- Реле электростатическое Бергмана 88.
- РОРИ резолюция 223, 104, отчет ПОРОРИ за 1923 г. 106, список докладов за 1923 г. 109.
- С**вязанные системы, исследование незатухающих колебаний 442.
- Сглаживание выпрямленного тока 412.
- С'езд русских физиков четвертый 344, 421.
- Сигналы времени, новые 431.
- Скин-эффект 48.
- Сопротивление вольфрамовой нити 122, отрицательное—540.
- Справочник ежегодный 555.
- Т**вердое тело, теория 422.
- Телеграфная проволока, магнитный спектр 390.
- Телефон, к теории 105, коэффициент полезного действия 318.
- Телефонирование многократное токами высокой частоты 282, фильтр 287.
- Техника высоких частот и проблемы электрофикации 455, электрические печи 471, тяга 471, система Леблана 472, магнетрон Гулла 473, передача постоянным током 474.
- Техника и снабжение Красной Армии (библ.) 336.
- „Техника Связи“ (библ.) 220.
- Технико - Экономический Вестник (библ.) 549.
- ТиТбп „№ 23“ 100, за границей 102, приказ Наркомпочтеля 221, „№ 24“ 221, „№ 25“ 342.
- Трансвертер 330.
- Трансокеанская радиотелеграфия 485.
- Трансформирование низкой частоты 503.
- Триод, см. лампа катодная.
- Трубка Брауна, новая конструкция 385.
- Трубчатые изоляторы, испытание 358, потери 363, измерение потерь 368, падение напряжения 370, несовершенный изолятор 373, исправления 555.
- У**силитель Брюссельской ширококвещательной станции 31, генерация три-тера 351, самодельный 56.
- Усилительная лампа, см. лампа катодная.
- Утечка—использование в радиофонии 256, 75.
- Успехи физических наук (библ.) 548.
- Ф**ильтры 351, характеристики 286, типы и диаграммы 332, при многократном телефонировании 287.
- Фотоэлектрическая ампула 241.
- Four lectures on relativity and space, Steinmetz C. P. (библ.) 339.
- Ч**еловек и Природа (библ.) 549.
- Ш**ироковещание см. радиовещание.
- Шкала волн 112.
- Э**лектрические печи, для высоких частот 471.
- Электрофикация 455.
- Электричество (библ.) 335, 550.
- Электронные лампы см. лампа катодная.
- Электропередача с катодными лампами 484.
- Электротехника и связь на путях сообщения (библ.) 99.
- Ю**билей, предстоящий А. С. Попова 344, 552.

Чертежи отпечатаны в литографии С. П. Федотова.

Издание Нижегородской Радиолaborатории имени В. И. Ленина.

Тираж 1000 экз. — Гублит. 18.

Печатание ТиТбп № 27 закончено 26 января 1925 года.

Адрес редакции: Н.-Новгород, Радионабережная, 5.

