

„Т. и Т. б. н.“

Ж У Р Н А Л

„ТЕЛЕГРАФИЯ И ТЕЛЕФОНΙΑ БЕЗ ПРОВОДОВ“.

ИЗДАНИЕ НИЖЕГОРОДСКОЙ РАДИОЛАБОРАТОРИИ ИМЕНИ В. И. ЛЕНИНА.

Под редакцией профессора В. К. Лебединского.

ОСНОВАН в 1918 году

№ 33. ДЕКАБРЬ 1925.

СО Д Е Р Ж А Н И Е.

К вопросу о выборе мощности радиостанции. Н. Н. Циклинский и В. И. Волюнкин.	550
Катодный преобразователь с независимым возбуждением. Проф. Р. В. Львович.	558
Определение параметров катодного генератора в условиях действительной работы. Проф. Р. В. Львович.	569
Об автоматическом радиоприеме с большими скоростями. (Окончание). П. Н. Куксенко.	586
Теория измерения земных токов. Проф. А. Петровский.	611
Антенный омметр. В. Яковлев.	623
Многоволновые антенны. П. В. Шмаков и Г. А. Куприянов.	627
О силах, изменяющих форму проводников с током. Инж. В. Ильченко.	633
О распространении радиоволн. В. Кузнецов.	635
К вопросу о „методе проб“ при проектировании радиосетей. Л. М. Ланда.	640
Опытная Радиостанция на коротких волнах при Томском Университете. Инж. В. В. Ширков.	643
Расчет приемной рамки. Проф. И. Фрейман.	648
Из иностранной литературы: опыты с короткими волнами в Германии; „OWS“.	654
Библиография: Известия и Труды Русско-Китайского Политехнического Института. Американская Техника 656. G. Keinath	655
Хроника: ТиТбп № 33	658
Исправления	658
Указатель ТиТбп №№ 28—33	659

К вопросу о выборе мощности радиостанции.

Н. Н. Циклинский, ч.-учр. РОРИ, В. И. Волынкин, ч.-учр. РОРИ.

Доложено Ленингр. Отд. РОРИ 24/II. 1925.

В статье под аналогичным заглавием Н. Н. Циклинский¹⁾ затронул вопрос в подходе к выбору мощности радиостанции с экономической стороны, имея ввиду наименьшие начальные затраты на оборудование при наивыгоднейшей системе для данного случая. Н. Н. Циклинский выводит зависимость между мощностью в сети P и ее действующей высотой h для данной передачи вида $P = Dh^{-2}$ и, пользуясь ею, находит искомую экономическую мощность чисто аналитическим путем и при том в самой общей форме, пригодной для различных систем передатчиков. Е. F. Alexanderson, A. E. Reoch и С. Н. Taylor²⁾ в статье о радиосвязи через океан указывают на существование минимума стоимости станции при некоторой высоте сети и приводят две кривых относительного изменения стоимости сетевого устройства в зависимости от высоты мачты. А. Ф. Шорин³⁾ также подвергнул весьма обстоятельному сравнению экономичность различных систем связи по радио и по проволоке, проводя это сравнение на двух примерах для передачи на 1000 и 3000 км.

Авторы настоящей работы, поставив себе целью с одной стороны несколько развить, а с другой—обобщить положения, высказанные в указанных выше статьях, пришли к некоторым приемам, которые и предлагаются вниманию радиоинженеров.

Известно, что один и тот же приемный эффект может быть осуществлен повышением мощности передатчика и соответствующим понижением его сети и наоборот. С повышением мощности растут расходы на машинное оборудование и на устройство заземления и в то же время соответственно уменьшается стоимость сети. Таким образом, комбинируя эти факторы стоимости, можно подойти к ее минимуму. Для этого, конечно, нужно располагать данными стоимостями главнейших деталей радиостанции в зависимости от их размеров. Эти данные, получаемые обычными сметными расчетами, могут быть представлены в виде графической зависимости $S = f(Q)$, где S —стоимость и Q —размер. Для упрощения можно разбить стоимость всего оборудования на три главнейшие группы.

¹⁾ ТиТбн № 15, стр. 570—574. Август 1922.

²⁾ Gen. El. Review, XXVI, 7, p. 465. July 1923; J. A. I. E. E., XLII, 7, p. 695; July 1923; перевод ТиТбн № 27, стр. 488 Дек. 1924.

³⁾ ТиТбн № 14, стр. 398—420. Июнь 1922; № 15, стр. 531—563. Авг. 1922; № 16, стр. 592—623. Окт. 1922; № 17, стр. 692—701. Дек. 1922.

Генераторное устройство и заземление:

$S_g = f_1(P)$, где S_g — стоимость, P — мощность в сети.

(8) М а ч т ы:

$S_m = f_2(H)$, где S_m — стоимость, H — геометрическая высота передающей сети. (*)

С е т ь:

$S_a = f_3(P, H)$.

Очевидно, что сумма этих величин есть стоимость всей радиостанции, за исключением зданий и земельного участка, которые при желании также можно включить в число уравнений (*). Таким образом получаем:

$$S = f_1(P) + f_2(H) + f_3(P, H). \quad (1)$$

Для нахождения минимума выражения (1) графическим путем необходимо предварительно выразить все стоимости в функции одной лишь величины, например P , воспользовавшись формулой передачи:

$$F = A \frac{hI}{\lambda d} e^{-\alpha d \lambda - \delta} \quad (2)$$

где A , α и δ соответствующие данному случаю коэффициенты, выбор которых зависит от условий передачи. F — сила поля на приемной станции, I — сила тока в сети передатчика, λ — длина волны, d — расстояние и h — действ. высота перед. сети. Решая (2) относительно I , возвышая в квадрат и умножая на сопротивление R , получаем выражение мощности на передающей станции.

Сопротивление сети складывается из 2-х величин: излучения $R_z = 1580 \left(\frac{h}{\lambda}\right)^2$ и сопротивления потерь. Последнее распадается в свою очередь на две главные величины:

а) Омическое сопротивление проводников и заземления, а также потери на токи Фуко, убывающие с удлинением волны.

б) Сопротивление, эквивалентное диэлектрическим потерям в почве и воздухе, пропорциональное длине волны в степени $\frac{3}{2}$ ¹⁾.

Сумма этих вредных сопротивлений, как показывают измерения, практически изменяется прямолинейно с длиной волны после перехода

1) H. Magnat et L. Brillouin, Mesures en haut fréquence. Paris, 1924 (p. 182).

через минимум; поэтому мы выразим их эмпирической формулой М. В. Шулейкина¹⁾

$$R_2 = R_0 \frac{\lambda}{\lambda_0}, \quad (3)$$

где R_0 — сопротивление потерь при естественной длине волны λ_0 . Производя указанные действия, получаем $P = a + b h^{-2}$ или в другой форме

$$P = a \left(1 + \frac{R_0 \lambda^3}{1580 \lambda_0} h^{-2} \right), \quad (4)$$

где коэффициенты имеют следующие значения:

$$a = \frac{1580 F^2 d^2 e^{2\alpha d \lambda - \delta}}{A^2}, \quad (5)$$

$$b = \frac{R_0 F^2 \lambda^3 d^2 e^{2\alpha d \lambda - \delta}}{A^2 \lambda_0}. \quad (6)$$

Как известно, при постоянной величине $h l$, сила приемного поля F будет наибольшей при некоторой волне $\lambda_m = (\alpha d)^{-1/\delta}$. Подставляя это значение в формулы для a и b , получаем следующие выражения для случая наивыгоднейшей волны:

$$a_m = \frac{1580 F^2 d^2 l^{2/\delta}}{A^2},$$

$$b_m = \frac{R_0 F^2 (\alpha d)^{3/\delta} d^{2/\delta + 3} e^{2/\delta}}{A^2 \lambda_0}.$$

В частности, в формуле Остина в ее современном виде коэффициенты имеют следующие значения: $A = 377 \Omega$, $\alpha = 0,0015 \text{ км}^{-1/2}$ и $\delta = 0,5$, поэтому

$$a_m \Delta = 0,608 F^2 d^2 [W, V, km] \quad (5a)$$

¹⁾ Шулейкин М. В., Радиотехник № 14, стр. 416. 1921; Шулейкин М. В. и Баженов В. И. ТГТбп № 29, стр. 129—156 1925.

$$b_m \Delta = 6,85 \cdot 10^{-23} \frac{R_0 F^2 d^8}{\lambda_0} [W, V, km] \quad (6a)$$

$$\text{при } \lambda_m = 5,63 \cdot 10^{-7} d^2 [km].$$

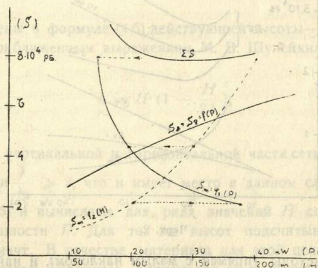
Действующая высота сети h может быть выражена через коэффициенты распределения тока и геометрическую высоту посредством одной из известных формул, например Pierce'a, Шулейкина и др.:

$$h = \gamma H,$$

где $\gamma = f(H, \lambda)$ — коэффициент распределения тока. Таким образом получаем при данной волне λ :

$$P = a + b [H \cdot f(H)]^{-2}. \quad (4a)$$

В дальнейшем задача сводится к тому, чтобы заданную графически функцию $f_2(H)$ преобразовать в функцию $\varphi_2(P)$, имея в виду зависимость H и P , определяемую уравнением (4a). Для выполнения преобразования берем ряд значений $S_1, S_2, S_3, S_4, \dots$, находим их абсциссы $H_1, H_2, H_3, H_4, \dots$ и по формуле (4a) вычисляем соответствующие значения $P_1, P_2, P_3, P_4, \dots$, которые откладываем, как новые абсциссы для тех же ординат. Таким образом получаем ряд точек искомой кривой $\varphi_2(P)$ (черт. 1).



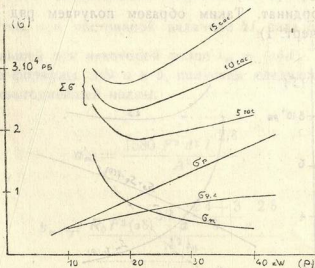
Черт. 1.

Стоимость сети зависит и от мощности, и от высоты подвеса, так как при одной и той же мощности с повышением высоты придется брать большее число проводов для получения надлежащей

емкости. Поэтому для подсчета стоимости сети в функции P необходимо учитывать соответствующие высоты H по формуле (4а). Таким образом получается $S_d = \varphi_3(P)$.

Для определения минимума стоимости достаточно теперь просто сложить все три функции $f_1(P)$, $\varphi_2(P)$ и $\varphi_3(P)$ графическим путем, и минимум найдется непосредственно из чертежа (черт. 1). Однако, этим еще не определяется выгодность устройства, так как в большинстве случаев ставится условие наименьших эксплуатационных расходов по обслуживанию проектируемой установки, а не минимум ее стоимости. Только в исключительных случаях, при наличии небольшого капитала можно руководствоваться наименьшими начальными затратами, сознательно идя на возможное увеличение стоимости обслуживания и уменьшение прибыли. Поэтому для общности необходимо рассмотреть еще вопрос об определении годовых расходов по эксплуатации, т.е. стоимости переданного слова при данной системе передатчика и данной нагрузке.

Для этой цели каждую из кривых $S_g = f_1(P)$, $S_m = \varphi_2(P)$ и $S_d = \varphi_3(P)$ нужно умножить на ее коэффициент, учитывающий погашение, ремонт, проценты на капитал и проч. расходы пропорциональные стоимости. Если к полученным новым кривым, отличающимся от прежних только масштабом, присоединить кривые годового расхода энергии (прямая, проходящая через начало координат) и административно-хо-



Черт. 2.

зяйственные расходы (прямая с малым наклоном), и найти их сумму, то получится кривая годовых расходов по эксплуатации радиостанции в функции от мощности; (стоимость здания и земельного участка также может быть принята во внимание). Последняя кривая, также имеющая минимум, и укажет нам мощность наиболее выгодную с точки зрения эксплуатации (черт. 2).

В качестве примера, лишь иллюстрирующего применение разобранного метода и потому не претендующего на большую точность и строгость, рассмотрим определение мощности в сети и высоты мачт для радиотелеграфной станции дальностью действия $d = 3000$ км, при наимыгоднейшей длине волны λ_m и силе приемного поля $F = 20 \cdot 10^{-3}$ В/км.

Для данного случая можно принять формулу Остина, следовательно $A = 377 \Omega$, $\alpha = 0,0015 \text{ км}^{-1/2}$, $\delta = 0,5$ и $\lambda_m = 5,07$ км. Задаваясь наибольшим удлинением 2,5, получаем $\lambda_0 = 2$ км. На основании измерения существующих подобных сетей, принимаем $R_0 = 3 \Omega$. Влияние ошибки в выборе этой величины уменьшается тем, что вредные потери входят в общее сопротивление в виде слагаемого. Последняя работа проф. М. В. Шулейкина и инж. В. И. Баженова дает возможность при накоплении опытного материала вычислить величину вредных сопротивлений с достаточной для предварительных расчетов точностью.

Определяем коэффициенты a и b по формулам (5а) и (6а)

$$a_m \Delta = 0,608 \cdot (20 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 3000^2 = 2190 \text{ в},$$

$$b_m \Delta = 6,85 \cdot 10^{-23} \cdot \frac{3 \cdot (20 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 3000^4}{2} = 270 \text{ в км}^2.$$

Следовательно

$$P = 2190 + \frac{270}{h^2}. \quad (4б)$$

Для замены в формуле (4б) действующей высоты—геометрической пользуемся приближенным выражением М. В. Шулейкина:

$$h = H \left(1 - \frac{H}{2L}\right), \quad (7)$$

где L —длина вертикальной и горизонтальной части сети. (Эта формула применима при $\frac{\lambda}{\lambda_0} \geq 2$, что и имеет место в данном случае). Подставляем (7) в (4б) и вычисляем для ряда значений H соответствующие значения мощности P . Для тех же высот подсчитываем стоимость деревянных мачт. В качестве материала для этой цели использованы данные из статьи Шорина²⁾, причем для 50 м принято 2 опоры, для 100 м—3 и выше по 4 опоры для подвески сети. Таким образом получаем следующую таблицу.

1) Шулейкин. „Радиотехник“ № 14, стр. 408. 1921.

2) ТиТоп № 16, стр. 599—609. 1922.

ТАБЛИЦА 1.

H метры	h к. метры	P ватты	S_m руб.ли	Мачты
50	0,047	124400	10000	2
100	0,0875	37400	22500	3
150	0,125	19500	45000	4
200	0,150	14400	80000	

Имея кривую $S_m = f_2(H)$ (черт. 1), при помощи таблицы 1 вычерчиваем $S_m = \varphi_2(P)$, подставляя для ряда значений S_m вместо H соответствующие значения P . Далее подсчитываем стоимость всего машинного и сетевого оборудования для нескольких значений P , беря в качестве одного из вариантов ламповую станцию, и вычерчиваем сумму кривых $S_k = f_1(P)$ и $S_a = \varphi_3(P)$. Сумма трех кривых $S_k + S_a + S_m$ даст общую стоимость, которая в этом примере имеет минимум $S = 80000$ руб., при $P = 30$ kW и $H = 115$ м. Если задаться силой поля $F = 50 \cdot 10^{-3}$ В/км, как это требуется международными нормами, то минимальная стоимость повышается до 90000 руб., а мощность до 46 kW при высоте мачт $H = 88$ м.

Как видно, в данном варианте вблизи минимума стоимость практически мало меняется в зависимости от мощности, что представляет известный простор конструктору и в то же время сглаживает те неточности в первоначальных предположениях, которые неизбежны при подобного рода подсчетах.

Для определения минимума эксплуатационных расходов примем погашение для кривых $(S_k + S_a)$ в среднем 5%, для кривой S_m —10%; интересы на капитал для всех кривых 6%; расходы на ремонт, включая перегоревшие лампы—4%. Тогда коэффициенты, на которые нужно умножить кривые стоимости, чтобы получить годовые расходы, будут иметь следующие величины:

для $S_k + S_a$ —0,15; для S_m —0,20.

Вычисляем годовой расход на электрическую энергию при цене 6 коп./kWh, 10 часовой работе в сутки и общем кпд 0,50

$$\sigma_p = 365 \cdot 10 \cdot 0,06 \cdot \frac{P}{0,50} = 438 \cdot P \text{ руб.}$$

Наносим на черт. 2 кривые $\sigma_{ga} = 0,15(S_k + S_a)$; $\sigma_m = 0,2 S_m$ и $\sigma_p = 438 P$. Складывая их, получаем кривую эксплуатационных расходов в функции мощности (черт. 2); кривая админ.-хоз. расходов, почти параллельная

оси абсцисс, не окажет заметного влияния на положение минимума, и потому ради простоты ее можно не рассматривать. Для сравнения на черт. 2 нанесены также эксплуатационные расходы при 5 и 15 часовой работе в сутки. Как видно, изменение нагрузки на 50% вызывает перемещение минимума в среднем на 10%.

Таким образом по ламповому варианту получались следующие оптимальные значения мощности:

30 *kW* для минимума стоимости,

20 „ „ „ эксплуатационных расходов.

Так как кривая стоимости имеет тупой минимум, а кривая расходов более острый, то останавливаемся на мощности 20 *kW*, что вызовет увеличение начальных расходов всего лишь на 5% по сравнению с минимумом.

Затем следует произвести аналогичные подсчеты для дуги и машины в. ч., а также учесть влияние рабочей волны и окончательно выбрать из трех систем наиболее экономическую, имея ввиду при выборе системы, конечно, и другие факторы не экономического характера.

В заключение нужно заметить, что функции $S_m = f_2(H)$ и $S_s = f_1(P)$ для данных типов мачты и передатчика применимы и для других случаев передачи. Что же касается функций $S_m = \varphi_1(P)$ и $S_a = \varphi_2(P)$, то они, конечно, имеют индивидуальный характер и для разных случаев передачи будут иметь различный вид в зависимости от коэффициентов a и b формулы (4).

Ленинград. Февраль 1925.

Безламповый усилитель Толэн.—17-тилетний французский изобретатель Толэн предложил механическое усиление по следующей схеме. В цепь телефона, питаемую от батареи постоянным током, включен кроме телефона угольный контакт; пока этот контакт неизменен, звука не появляется. Детектированный ток приемного устройства проходит по обмотке электромагнита, который действует на один из электродов угольного контакта; весьма слабые токи уже достаточно изменяют степень нажатия в контакте для того, чтобы в телефоне получались явные звуки.

Г. Гюнтер, описывая это приспособление, справедливо замечает, что, чем чувствительнее подрегулирован угольный контакт, тем больших помех можно ожидать от всевозможных внешних (в комнате и на улице) сотрясений.

Rafa. H. 21. 1925.

Катодный преобразователь с независимым возбуждением.

Р. В. Львович.

В моей работе „Теория и расчет катодных преобразователей“¹⁾ был предложен простой способ технического расчета и исследования лампового автогенератора (генератора с самовозбуждением), причем было поставлено ограничительное условие, состоявшее в допущении лишь определенного размаха амплитуды сеточного напряжения. Это условие в специальных обозначениях, принятых в моей работе, алгебраически изображалось равенством

$$pX = b + 2,$$

где p —параметр, зависящий от данных колебательного контура, X —амплитуда сеточного напряжения в относительных величинах, b —сдвиг оси отсчета для сеточных напряжений в тех-же величинах. Физически такое условие соответствует случаю, когда величина анодного тока при колебаниях доходит лишь до тока насыщения и сейчас-же уменьшается. Для этого специального случая, соответствующего хорошему режиму работы, были построены все кривые для расчета и исследования.

Для того, чтобы перейти к общему случаю работы автогенераторов и генераторов с независимым возбуждением, следует построить ряд кривых постоянной составляющей анодного тока и первой его амплитуды, как функции b для значения pX в пределах

$$\text{от } pX = b \text{ до } pX = b + 3,5,$$

так как легко видеть, что в этих пределах первая амплитуда и постоянная составляющая изменяются от 0 до 0. Построив такую сеть кривых раз навсегда, можно применять ее для расчета и исследования не только катодных автогенераторов, но и генераторов с независимым возбуждением. Такое построение представляет собой крайне кропотливую работу, но зато дает возможность сделать специальную клетчатую бумагу для весьма простых расчетов и исследований работы катодных генераторов в общем случае и для быстрого определения неизвестных параметров контура и самих ламп с точностью, достаточной для практических целей. Будучи кропотливым для первого составления графиков, такой способ неизмеримо упрощает работу инженера-практика и сокращает время расчетов со многих часов до нескольких минут.

1) ТИТбп № 29, стр. 166. 1925.

Цель настоящей статьи дать более подробное описание метода исследований и расчетов катодного генератора при независимом возбуждении. Для этого необходимо, хотя бы вкратце, привести те основные положения, которые я развивал в предыдущей статье.

Пусть нам задана колебательная энергия в контуре (в антенне) = W . Если нам известно омическое сопротивление контура r , то амплитуда тока в контуре, I —будет равна:

$$I = \sqrt{\frac{2W}{r}}.$$

Первая амплитуда анодного тока $I_1 = \frac{I \cdot r}{\omega L}$, где ω — циклическая частота колебаний, L — самоиндукция между нитью и анодом. С другой же стороны, задавшись отношением амплитуды колебательного напряжения V_c на зажимах самоиндукции L к рабочему напряжению E и обозначив это отношение через ξ , так что $\xi = \frac{V_c}{E}$, найдем полезную

энергию в контуре $W = \frac{V_c I_1}{2} = \xi \frac{E I_1}{2}$ и отсюда определим коэффициент полезного действия

$$\eta = \frac{V_c I_1}{2 E I_0} = \xi \frac{I_1}{2 I_0},$$

где I_0 — постоянная составляющая анодного тока. Вся теория сводится к нахождению величин I_0 и ξ .

Пусть дано значение мгновенного анодного тока i_a , как функция времени

$$i_a = f(t),$$

или, иначе

$$i_a = f(\varphi), \text{ где } \varphi = \omega t.$$

По правилу Фурье найдем величины постоянной составляющей анодного тока I_0 , первой (основной) амплитуды анодного тока I_1 и амплитуд всех обертонов простым интегрированием. А именно:

$$I_0 = \frac{1}{2\pi} \int_{\varphi_0}^{\varphi_1} f(\varphi) d\varphi = \frac{2}{2\pi} \int_0^{\varphi_0} f(\varphi) d\varphi;$$

$$I_1 = \frac{1}{\pi} \int_{\varphi_0}^{\varphi_1} f(\varphi) \cos \varphi d\varphi = \frac{2}{\pi} \int_0^{\varphi_0} f(\varphi) \cos \varphi d\varphi;$$

и, следовательно:

$$\eta = \xi \frac{\int_0^{\varphi_0} f(\varphi) \cos \varphi d\varphi}{\int_0^{\varphi_0} f(\varphi) d\varphi}.$$

Здесь угол φ_0 соответствует моменту прекращения анодного тока i_a . Дело сводится к заданию $i_a = f(\varphi)$ при известном ξ , для чего необходимо знать статические характеристики лампы.

Следует заметить, что вместо действительных величин и токов, и напряжений можно ввести при расчетах их относительные величины, причем за единицу тока примем половину тока насыщения $i_a = \frac{i_s}{2}$, а за единицу напряжений — половину раствора статической характеристики

$$DE_0 = \frac{DE + V_{gs}}{2},$$

где D — проницаемость сетки, E — рабочее напряжение, V_{gs} — положительное напряжение на сетке, подымающее анодный ток как раз до тока насыщения.

Введение в нашу теорию относительных величин позволяет произвести вычисления и построить кривые один раз навсегда и проделывать практические расчеты и исследования по готовым материалам.

Выбор формы динамической характеристики.

Положим, что нам удалось эмпирически найти уравнение динамической характеристики, и пусть оно будет представлено в относительных величинах так:

$$Z = 1 + \frac{3}{2}y - \frac{1}{2}y^3, \quad (5)$$

где

$$Z = \frac{i_a}{i_a}; y = px - (b+1),$$

причем

$$p = 1 - \frac{DL}{M}; x = X \cos \varphi; b = X_{gs} - a;$$

$$X = \frac{V_g}{DE_0}; X_{gs} = \frac{V_{gs}}{DE_0}; a = \frac{DE}{DE_0}.$$

Здесь обозначают: M —коэффициент взаимоиндукции, V_{go} —дополнительное отрицательное напряжение на сетку, V_g —амплитуду сеточного напряжения; остальные обозначения сохраняются прежние.

Величина b играет большую роль, так как ею определяется положение оси отсчета сеточных напряжений; она зависит от рабочего напряжения на аноде и от величины дополнительного отрицательного напряжения на сетке.

Уравнение (5) оправдывается видом динамических характеристик, снятых осциллографом, а также проверкой приводимой теории на практике, и потому может быть положено в основу практических расчетов.

Имея Z , как функцию y , или, что то же самое, как функцию φ , можно проделать вышеуказанные два интегрирования в пределах от 0 до φ_0 и найти относительные величины первой амплитуды анодного тока B_1 и его постоянной составляющей B_0 , после чего сейчас же находится коэффициент полезного действия η .

Заметим попутно, что верхний предел интеграла $\varphi_0 = \arccos \frac{b}{pX}$. Интегрирование нам дает B_0 и V_1 , как функции pX при параметре b для $pX \geq (b)$.

$$B_0 = \frac{1}{\pi} \left\{ \varphi_n \left[\frac{b^2}{2} (b+3) + \frac{3}{4} (b+1) (pX)^2 \right] - \sin \varphi_n \left[\left(\frac{9}{4} b + \frac{11}{12} b^2 \right) pX + \frac{1}{3} (pX)^3 \right] \right\}, \quad (6)$$

$$B_1 = -\frac{1}{\pi} \left\{ \varphi_n \left[\frac{3}{2} (b+2) pX + \frac{3}{8} (pX)^3 \right] + \sin \varphi_n \left[\frac{1}{4} b^2 (b+4) + \frac{1}{8} (16 + 13b) (pX)^2 \right] \right\}, \quad (7)$$

где $\cos \varphi_n = \frac{b}{pX}$. Аналогично можно найти амплитуды обертонов B_2 , B_3 и т. д.

Эти формулы представляют затруднения для вычислений, однако, как выше было упомянуто, можно для каждого pX построить соответствующие кривые в зависимости от b . Меняя pX в пределах от 0 до $b + 3,5$, получим сетку кривых, по которой можно находить значения B_0 и B_1 для любого b и для любого pX , т.-е. находить постоянную составляющую анодного тока и его первую амплитуду в зависимости от дополнительного отрицательного напряжения на сетке и от размахов сеточного напряжения. Иначе говоря, решать все вопросы, относящиеся к генераторам.

Для генератора с самовозбуждением величина pX равна

$$pX = (1 - \frac{DL}{M}) \cdot \frac{V_g}{DE_0}.$$

Для генераторов с независимым возбуждением эта величина не имеет смысла, так как в нее входит коэффициент взаимоиндукции M ; поэтому, в данном случае для Xp применим выражение:

$$pX = X - a\xi,$$

выведенное в предыдущей работе. Таким образом по заданной амплитуде сеточного напряжения V_g и заданному ξ легко находится pX .

Введение величины pX охватывает одновременно теории автогенераторов и генераторов с независимым возбуждением, не делая между ними никакого принципиального различия. Само собой разумеется, что вопросы устойчивости колебаний обуславливают пределы изменения величины pX для автогенераторов.

Ч а с т н ы е с л у ч а и.

1. $b = 0$. В некоторых частных случаях уравнения (6) и (7) превращаются в довольно простые алгебраические зависимости, из которых легко вывести, без всяких графических построений, все интересующие нас соотношения. Один из наиболее интересных случаев, очень часто встречающихся на практике—работа генератора при небольшом добавочном отрицательном напряжении на сетке; поэтому мы здесь подробнее на нем остановимся.

Мы видели выше, что величина

$$b = X_{g0} - a = \frac{V_{g0}}{DE_0} - \frac{DE}{DE_0}.$$

Если $V_{g0} = DE$, то $b = 0$.

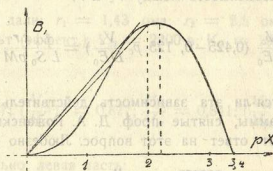
Так как обычно у генератора DE мало, то при небольших добавочных напряжениях на сетке b близко к 0. Итак, наш частичный случай рассматривает режим при $b = 0$. Подставив $b = 0$ в наши уравнения (6) и (7), найдем величины постоянной составляющей и первых амплитуд анодного тока B_0 и B_1 в следующих выражениях:

$$B_0 = \left[\frac{3}{8} - \frac{1}{3\pi} pX \right] (pX)^2, \quad (8)$$

$$B_1 = \left(\frac{2}{\pi} - \frac{3}{16} pX \right) (pX)^2. \quad (9)$$

Здесь B_0 и B_1 представлены лишь, как функции амплитуды сеточного напряжения. Такие уравнения часто называются уравнениями рабочей характеристики. Эти уравнения изображают кубические параболы, проходящие через начало координат.

На черт. 1 изображена кривая B_1 , как функция сеточных амплитуд pX . Ею можно пользоваться для исследования автогенераторов и для генераторов с независимым возбуждением. В первом случае можно определить степень устойчивости режима, соединяя рассматриваемую



Черт. 1.

точку кривой с началом координат. Верхняя точка пересечения дает устойчивое равновесие. Касательная к кривой указывает предельную связь (начало срыва).

Уравнение (9) дает возможность решить ряд задач, относящихся к генератору, весьма важных для практических целей. Пусть черт. 2 изобразит схему автогенератора. Каково будет изменение напряжения у зажимов конденсатора C при изменении сопротивления всего колебательного контура r при неизменных остальных величинах контура и лампы?

Пользуясь уравнением (9), найдем зависимость между напряжением V_c на зажимах самоиндукции L и омическим сопротивлением r .

Заметим, что

$$pX = \left(1 - \frac{DL}{M} \right) \frac{V_c}{DE_0}; \quad V_c = \frac{M}{L} V_e; \quad \text{следовательно } pX = p \frac{M}{L} \frac{V_c}{DE_0}.$$

Обозначив $p \frac{M}{L}$ через p_c , а $\frac{V_c}{DE_0}$ через X_c , найдем $pX = p_c X_c$.

Заменяя в урavn. (9) величину pX величиной $p_c X_c$ и приняв во внимание наши обычные обозначения, получим новое уравнение:

$$\left(\frac{4}{3\pi} - \frac{1}{8} p_c X_c \right) (p_c X_c) = \frac{1}{p_c S_0 R},$$

где R — эквивалентное сопротивление контура, S_0 — подъем характеристики (статической).

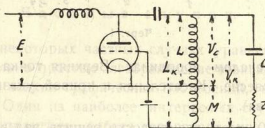
В случае схемы по черт. 2 $\omega^2 c L_k = 1$, $R = \frac{\omega^2 L^2}{\kappa}$; тогда

$$p_c X_c \left(\frac{4}{3\pi} - \frac{1}{8} p_c X_c \right) = \frac{r}{p_c S_0 \omega^2 L^2}.$$

Мы получим зависимость между V_c и r :

$$p_c \frac{V_c}{DE_0} (0,425 - 0,125 p_c \frac{V_c}{DE_0}) = \frac{L_k c r}{L S_0 p M}. \quad (10)$$

Подтверждается ли эта зависимость действительными условиями работ? Осциллограммы, снятые проф. Д. А. Рожанским, и сделанные им измерения дают ответ на этот вопрос. Любезно предоставленная



Черт. 2.

мне таблица зависимостей, найденных им путем прямых наблюдений, между эффективным напряжением на зажимах конденсаторов в колебательной цепи и ее омическим сопротивлением при прочих неизменных величинах послужила мне материалом для проверки излагаемой теории; результаты получились следующие:

1) Вид диаграммы динамической характеристики $i_a = f(V_c)$ весьма сходен с кривой нашей динамической характеристики.

2) Величины V_c в зависимости от r , вычисленные по уравн. (10), совпадают с измерениями проф. Д. А. Рожанского с точностью небольшой в технических расчетах.

Приведу одну из нескольких проверок. Легко видеть, что для этого нет надобности знать данные контура и ламп. Уравнение (10) дает (вместо V_k берем V_c , ибо отношения остаются неизменными; на этом же основании можно подставлять вместо максимальных значений напряжений их эффективные величины):

$$\frac{(0,425 - 0,125 p_c V_{c1}) V_{c1}}{(0,425 - 0,125 p_c V_{c2}) V_{c2}} = \frac{r_1}{r_2} = m_{12},$$

$$\frac{(0,425 - 0,125 p_c V_{c1}) V_{c1}}{(0,425 - 0,125 p_c V_{c3}) V_{c3}} = \frac{r_1}{r_3} = m_{13}.$$

Отсюда

$$\frac{1 - m_{12} \frac{V_{c2}}{V_{c1}}}{1 - m_{13} \frac{V_{c3}}{V_{c1}}} = \frac{1 - m_{12} \left(\frac{V_{c2}}{V_{c1}} \right)^2}{1 - m_{13} \left(\frac{V_{c3}}{V_{c1}} \right)^2}.$$

Измерения дали: $r_1 = 1,43$ ома; $r_2 = 2,5$ ома; $r_3 = 3,58$ ома; $V_{c1} = 2350$ вольт (эффект.); $V_{c2} = 2200$ в; $V_{c3} = 1975$ в; $m_{12} = 0,572$; $m_{13} = 0,4$.

$$\frac{V_{c2}}{V_{c1}} = 0,937; \left(\frac{V_{c2}}{V_{c1}} \right)^2 = 0,877; \frac{V_{c3}}{V_{c1}} = 0,841; \left(\frac{V_{c3}}{V_{c1}} \right)^2 = 0,707.$$

Следовательно, левая часть:

$$\frac{1 - 0,572 \cdot 0,937}{1 - 0,4 \cdot 0,841} = \frac{1 - 0,535}{1 - 0,336} = \frac{0,465}{0,664} = 0,701;$$

первая часть:

$$\frac{1 - 0,572 \cdot 0,877}{1 - 0,4 \cdot 0,707} = \frac{1 - 0,501}{1 - 0,283} = \frac{0,499}{0,717} = 0,697$$

Расхождение $0,701 - 0,697 = 0,004$ или $0,6\%$.

Наибольшее расхождение было около 4% . Генератором служила лампа Хуг'а мощностью 250 ватт. То, что опыты производились над автогенератором, по существу не меняет дела, так как выше было отмечено принципиальное безразличие способа возбуждения с точки зрения рассматриваемой теории.

Для тех случаев, когда на сетку давались значительные отрицательные напряжения, конечно, согласования не получалось, так как уравнение (9) действительно для определенного режима.

Столь точное совпадение наших выводов с прямыми измерениями дает возможность не только произвести технический расчет генератора, но также определить неизвестные параметры цепи и самих ламп. Об этом говорится в следующей статье.

II. $pX = b + 2$. Этот случай, когда мгновенная величина анодного тока доходит как раз до тока насыщения, был разобран для

автогенераторов в моей предыдущей работе. Там были вычислены значения B_0 и B_1 в функции угла φ_0 для этого специального случая и построены кривые для B_0 и B_1 в зависимости от сдвига b . В общем виде можно написать уравнение для постоянной составляющей и для любой из амплитуд n -ого порядка.

$$B_0 = \frac{1}{\pi} \sum_{m=0}^{m=3} A_m \frac{\sin m \varphi_0}{m}.$$

$$B_n = \frac{2}{\pi} \sum_{m=0}^{m=3} \frac{A_m}{2} \left[\frac{\sin (n-m) \varphi_0}{n-m} + \frac{\sin (n+m) \varphi_0}{n+m} \right].$$

n —порядок амплитуды; $n = 1$ для основной, $n = 2$ для первого обертона и т. д. m —обозначает значок внизу у коэффициента A , причем:

$$A_0 = \frac{3 + 3 \cos \varphi_0 + 6 \cos^2 \varphi_0 - 2 \cos^3 \varphi_0}{(1 - \cos \varphi_0)^3},$$

$$A_1 = - \frac{3 + 12 \cos \varphi_0}{(1 - \cos \varphi_0)^3},$$

$$A_2 = \frac{3 + 3 \cos \varphi_0}{(1 - \cos \varphi_0)^3},$$

$$A_3 = - \frac{1}{(1 - \cos \varphi_0)^3}.$$

В функции величины b коэффициенты A выразятся так:

$$A_0 = b^2 \left(\frac{b+3}{2} \right) + \frac{3}{4} (b+1) (pX)^2,$$

$$A_1 = - \frac{3}{4} (b+2) b (pX) - \frac{3}{8} (pX)^3,$$

$$A_2 = - \frac{3}{4} (b+1) (pX)^2,$$

$$A_3 = - \frac{1}{8} (pX)^3.$$

Вычерченные по вышеприведенным уравнениям диаграммы дают возможность для любого режима работы находить величины сеточных напряжений, амплитуду анодного тока и его постоянную составляющую. Для генераторов с независимым возбуждением величину $pX = X - a \xi$ находят по заданному ξ . При исследовании, ξ определяется из отсчета показания статического вольтметра, приключенного к зажимам анодной самоиндукции, и вольтметра, показывающего рабочее напряжение.

III. — $1 < b < 0$; $pX \leq |b|$. Этот случай интересен для расчета и исследования усилительных и детекторных устройств при небольших амплитудах сеточного напряжения. Уравнение мгновенных значений анодного тока представится в виде:

$$Z = A_0 + A_1 \cos \varphi + A_2 \cos 2\varphi + A_3 \cos 3\varphi,$$

где A_0 — постоянная составляющая, A_1 — первая амплитуда, A_2 — вторая и A_3 — третья. Других обертонов нет.

Все вопросы, связанные с этим режимом работы, решаются легко аналитически, так как мы имеем дело с уравнениями порядка, не выше кубического. Еще проще построить рабочие кривые и по ним вести исследования и расчеты. Нужно лишь иметь в виду, что уравнения и кривые действительны лишь для сеточных амплитуд pX , не превышающих абсолютного значения $|b|$.

IV. $b = -1$; $pX \leq |b|$. Случай усилителей. Здесь просто:

$$A_0 = 1, A_1 = \frac{3}{4} (pX) - \frac{3}{8} (pX)^3, A_2 = 0, A_3 = -\frac{1}{8} (pX)^3.$$

Вторая амплитуда (первый обертон) отсутствует. Постоянная составляющая $B_0 = A_0 = 1$; $B_1 = A_1$; $B_2 = 0$; $B_3 = A_3$. Все высшие обертоны отсутствуют.

Заканчивая общее изложение теории катодных генераторов с независимым возбуждением, полагаю уместным отметить, что детальное рассмотрение всех вопросов, связанных с работой генераторов, завело бы слишком далеко; каждый специальный случай может быть легко разобран на основании вышеизложенного. Аналогичным же образом можно обследовать работу генераторов со смешанным возбуждением, а также условия работы выпрямительных устройств (кенотронов). Наконец, не представляет особых затруднений таким же путем анализировать работу генераторов при питании анода переменным током. Для этого следует в формулу для u , входящего в уравнение (5) динамической характеристики, подставить надлежащее значение. В этом уравнении, вместо величины постоянного рабочего напряжения E , надо ввести выражение вида $E \cos \omega_1 t$.

Этим же путем решается задача исследования тональной и телефонной модуляции.

Цепь сетки.

Допуская, что сеточная динамическая характеристика имеет тот же вид, что и анодная, можем сильно упростить исследование и расчет цепи сеток, умножая наше уравнение (5) на некоторый коэффициент μ .

$$Z_g = \mu \left(1 + \frac{3}{2} y - \frac{1}{2} y^3 \right). \quad (5g)$$

Таким приемом задача о нахождении амплитуд сеточного тока и напряжения и постоянных составляющих сводится к способу исследования анодной цепи; меняется лишь масштаб. Некоторые исследования подтвердили допустимость такого упрощения, по крайней мере, для той цели, которую мы все время преследуем—дать возможность быстрой ориентации в вопросах технической работы генераторов.

Анализ работы генераторов произведен в моих обоих статьях. Этим заканчиваю первую часть общей теории катодных преобразователей. Конечно, еще не все вопросы численно освещены. Впрочем, интересующийся читатель сам сможет сделать дальнейшие выводы; кроме того нет еще исчерпывающего практического материала.

В заключение позволю себе выразить надежду, что цель предпринятой работы, многократно упоминавшаяся, мною более или менее достигнута. По крайней мере для меня лично явилась возможность быстро разбираться в подчас запутанных вопросах количественного определения соотношений в генераторных устройствах и притом с довольно большой для техники точностью. Тем не менее я обращаюсь к интересующимся читателям, у которых хватило бы терпения разобратись в обоих статьях, с просьбой указать на пробелы и, может быть, на принципиальные ошибки, возможные в большой работе, даже, у классиков¹⁾. Указания на возможные ошибки и на дефекты изложения приму с благодарностью во внимание и в дальнейшем буду иметь их в виду.

¹⁾ Подобная ошибка принципиального характера встретилась в книге Ценника в отделе о резонансе, и я счел тогда своим долгом ему об этом сообщить.

Определение параметров катодного генератора в условиях действительной работы.

Р. В. Львович.

При исследовании работы катодных генераторов необходимо знать данные катодной лампы и элементов колебательной цепи. Как известно, лампа характеризуется, главным образом, величиной тока насыщения при определенном накале нити, проницаемостью сетки, подъемом характеристики в прямолинейной части и предельной мощностью на аноде. Первые три величины, рассматриваемые, как параметры, могут быть найдены из характеристики. Однако получение характеристики ламп значительной мощности сопряжено с некоторыми затруднениями; кроме того ток насыщения, очень чувствительный к накалу, может значительно измениться при испытании лампы, как генератора, под влиянием изменения температуры нити, температуры анода и, вообще, от изменения тока накала.

С другой стороны, определение параметров колебательной цепи встречает затруднение при измерении величины сопротивления (контура). Из существующих способов нахождения сопротивления, знание которого необходимо для установления отдачи генератора, вряд-ли какой либо соответствует действительным условиям работы.

Развитая мною теория катодных преобразователей¹⁾ дает возможность найти удобно и просто в условиях действительной работы не только величину сопротивления колебательной цепи, но также тока насыщения и подъем характеристики генераторных ламп с точностью, достаточной для практических целей. Стоит лишь включить в различные части генераторной цепи достаточное количество измерительных приборов и во время работы генератора произвести отсчеты показаний этих приборов. Режим генератора может быть при этом совершенно нормальным, отвечающим назначению передатчика.

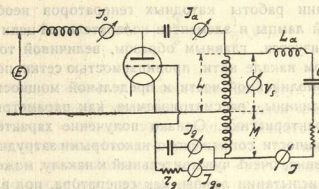
На основании показаний измерительных инструментов (вольтметров и амперметров) можно простыми вычислениями найти как сопротивление антенны (контура), так и ток насыщения и подъем характеристики лампы. Такой способ можно сравнить с моментальным фотографированием режима работы генератора.

Следует заметить, что измерения можно производить как при работе автогенератора, так и генератора с посторонним (независимым) возбуждением.

¹⁾ ТИТбп № 29, стр. 166, № 33, стр. 558. 1925.

1. Определение сопротивления антенны.

Мы будем предполагать, что автогенератор работает по так называемой трехточечной схеме (черт. 1). Для измерений требуются следующие приборы: 1) амперметр постоянного тока I_0 , включаемый в анодный провод источника тока и измеряющий постоянную составляющую анодного тока, 2) тепловой амперметр I_A ¹⁾, измеряющий общий эффективный анодный ток, 3) тепловой амперметр (антенный) I , 4) миллиамперметр



Черт. 1.

постоянного тока I_{g0} , измеряющий постоянную составляющую сеточного тока, 5) тепловой миллиамперметр I_g для измерения общего эффективного сеточного тока, 6) статический вольтметр V_s для определения напряжения на зажимах самоиндукции L , 7) статический вольтметр E для измерения рабочего напряжения.

а) *Параметры лампы известны.* Данные лампы: ток насыщения i_s при рабочем накале, проницаемость сетки или обратная величина и подъем характеристики в прямолинейной части S_0 известны.

Регулируя связь сеточной цепи с анодной самоиндукцией L и сопротивление в цепи сетки r_g так, чтобы мгновенный ток достигал тока насыщения, и чтобы аноды ламп не очень нагружались (о чем можно, приблизительно, судить по накалу анодов), следят за показанием вольтметра V_s . На основании изложенной теории значение максимального напряжения V_s должно быть таковым, чтобы соблюдалось условие:

$$\xi < 1 - \frac{2}{a(g+1)}, \text{ где } \xi = \frac{V_s}{DE_0}, \quad a = \frac{E}{E_0}.$$

При больших величинах g по сравнению с единицей (обычно для генераторных ламп) можно писать:

$$\xi < 1 - \frac{2DE_0}{E}.$$

1) На черт. 1 I_A отмечено I_{A1} .

Однако это неравенство не должно быть далеким от равенства, иначе говоря: максимальное напряжение V_s не должно очень сильно отличаться от рабочего напряжения E .

Подстроив таким образом контур, находят относительную величину постоянной составляющей анодного тока B_0 . Для этого показания амперметра I_0 делят на половинный ток насыщения.

$$\frac{I_0}{\frac{i_s}{2}} = B_0.$$

На диаграмме, изображающей кривую постоянной составляющей анодного тока в зависимости от величины b , $B_0 = f(b)$, по найденному значению B_0 находят b . С другой стороны, из предыдущего мы знаем, что $b = X_{go} - a$, где $X_{go} = \frac{V_{go}}{DE_0}$; V_{go} есть дополнительное отрицательное напряжение на сетку, вызываемое током в сетке I_{go} , проходящим через сеточное сопротивление r_g . Зная r_g и отсчитав показание миллиамперметра I_{go} , находим: $V_{go} = r_g I_{go}$. Теперь необходимо найти величину DE_0 из соотношения $DE_0 = \frac{3}{4} \cdot \frac{i_s}{S_0}$, где i_s и S_0 нам известны по заданию. Тогда

$$b = X_{go} - a = \frac{V_{go} - DE_0}{DE_0}.$$

Итак, мы нашли b двумя путями: по диаграмме и подсчетом. Конечно, оба значения должны совпадать. Этим проверяется правильность настройки для требуемых условий. Если совпадения не получится, то следует соответственно изменить настройку. Впрочем, особых затруднений при этом не встречается и при некотором навыке дело идет довольно быстро.

Найдя из диаграммы величину b , тотчас же находим там же относительное значение основной амплитуды анодного тока B_1 . Коэффициент полезного действия определится из соотношения

$$\eta = \xi \frac{I_1}{2I_0} = \xi \frac{B_1}{2B_0}, \text{ где } \xi = \frac{V_s}{E}.$$

Зная кпд, найдем сопротивление контура (антенны), так как

$$\frac{I^2 r}{2} = \eta E I_0, \text{ и следовательно } r = \frac{2 \eta E I_0}{I^2}.$$

Итак сопротивление антенны определено при полной работе передатчика и при настройке, соответствующей хорошему режиму.

Изменение волны дает возможность найти самоиндукцию L (нить-анод):

$$L = \frac{V_s}{\omega I}$$

Чтобы найти емкость антенны при трехточечной схеме, необходимо знать самоиндукцию L (взаимоиндукцию) и собственную самоиндукцию антенны.

В теории было выведено соотношение:

$$\xi = \frac{b+2}{a} \cdot \frac{L}{gM-L};$$

отсюда следует:

$$M = \frac{DE_0}{\omega I} \cdot (b+2+a\xi).$$

Все величины в правой части известны. Этим вся самоиндукция, входящая в контур (анод-сетка), $L+M$ найдена. При длинной волне, обыкновенно, собственной самоиндукцией антенны можно пренебречь по сравнению с самоиндукцией контура, и тогда емкость антенны находится просто по измеренной волне и по самоиндукции $L+M$.

Обычным путем определение емкости антенны в действительных условиях работы встречает некоторые затруднения. Указанный способ позволяет найти величину емкости во время самой работы генератора. То же замечание относится к нахождению самоиндукции $L+M$.

Примечание 1. Если токи в цепи сетки значительны, то интересно учесть потери в этой цепи, которые равны:

$$\frac{V_g I_g}{2} + (I_{go})^2 r_g,$$

где $V_g = m\omega I$ (может быть также измерено статическим вольтметром). I_g — принимается равным от 0,05 до 0,15 анодного тока I_1 . Остальные величины известны.

Примечание 2. Если число ламп n , то общий ток насыщения будет ni , а общий подъем характеристики nS_0 .

Пример. Передающая станция состоит из 7 ламп. Рабочее напряжение $E = 3000$ вольт; $D = \frac{1}{90}$. Сопротивление каждой лампы, отне-

сенное к прямолинейной части характеристики $R_0 = \frac{1}{S_0 D} = 32 \cdot 10^3 \text{ ом}$. Ток насыщения каждой лампы $I_s = 1$ амп, сопротивление в цепи сетки $r_g = 6500$ ом.

Показания приборов: $E = 3000$ в; $I_0 = 1,39$ амп; $I = 22,5$ амп; $I_{g0} = 0,125$ амп. Находим:

$$B_0 = \frac{I_0}{\pi I_s} = \frac{1,39}{7 \cdot 0,5} \approx 0,4; DE_0 = \frac{3}{4} \cdot \frac{DR_0}{n} \cdot i_s h = \frac{3}{4} \cdot \frac{32000 \cdot 1}{90} \approx 266 \text{ в.}$$

Теперь найдем

$$X_{g0} = \frac{I_{g0} \cdot r_g}{DE_0} = \frac{0,125 \cdot 6500}{266}.$$

Откуда, приблизительно, $b \approx 3$. Из диаграммы величине $b = 3$ соответствует $B_0 = 0,4$. Совпадение довольно удовлетворительное.

На той же диаграмме для $b = 3$ находим $B_1 = 0,735$ и следовательно основная амплитуда анодного тока $I_1 = 7 \cdot 0,73 \cdot 0,5 = 2,55$. Из показания статического вольтметра V_s находим $\xi = 0,87$, и потому:

$$\eta = \xi \frac{I_1}{2I_0} = 0,8.$$

Подведем баланс энергий. Подводимая энергия: $W_0 = EI_0 = 3000 \cdot 1,39 = 4170$ ватт.

Потери в сетке: $W_c = (0,125)^2 \cdot 6500 + [0,125 \cdot 6500 + 2,266] \cdot 2,55 \cdot 0,07 = 102 + 250 = 352$ ватта.

Потери в сетке = сумма потерь от постоянной составляющей и первой амплитуды сеточного тока: $W_c = (I_{g0})^2 r_g + V_g \cdot I_g$. Амплитуду V_g можно приблизительно подсчитать по формуле:

$$V_g = V_{g0} + 2DE_0 = 0,125 \cdot 6500 + 2 \cdot 266 = 1342 \text{ вольта.}$$

Амплитуду I_g принимаем равной $0,07 I_1$. Полезная энергия

$$W = \xi \frac{EI_1}{2} = \frac{0,87 \cdot 3000 \cdot 2,55}{5} = 3300,$$

и, следовательно, на самом деле

$$\eta = \frac{3300}{4170} = 0,8.$$

Столь высокий кпд объясняется большим отрицательным напряжением на сетке. Потери в сетке в этом исчислении кпд не участвуют, так как они учтены в принятой нами за основание теории формой динамической характеристики анодного тока.

Аноды и сеточные цепи поглощают 20% подводимой энергии, т.е. около 840 ватт; из них на аноды падает около 485 ватт. Потери в проводниках, конденсаторах и катушках до колебательного контура в расчет не приняты. Прикинув на эти небольшие потери 2%, найдем полезную энергию равной

$$0,98 \cdot 3330 = 3260 \text{ ватт,}$$

и, наконец, сопротивление контура антенны:

$$r = \frac{3260}{(22,5)^2} = 6,45 \text{ ома.}$$

Прямые измерения не дадут большей точности.

б) *Ток насыщения лампы неизвестен.* Интересным применением нашей теории является возможность проверки правильности данных ламповой лаборатории о токе насыщения. Один взгляд на диаграмму $B=f(b)$ достаточен, чтобы судить о том, совместима ли указанная величина тока насыщения с нормальным режимом работы автогенератора. При отрицательном включении можно, не зная наперед тока насыщения, установить истинную величину его на полном ходу генератора.

Приведу любопытный эпизод по этому поводу. Для одной генераторной лампы, от которой требовалось получить по схеме самовозбуждения 500 ватт колебательной энергии, был указан ток насыщения в 2 ампера при 7,1 амп накала, считаемого нормальным. При рабочем напряжении в 7000 вольт и при кпд около 72% рабочий ток анода будет приблизительно 0,1 амп. Диаграмма $B_0 = f(b)$ указывает, что такой режим невозможен, так как $B_0 = \frac{I_0}{i_s} = \frac{0,1}{1} = 0,1$ — слишком ма-

лая величина; пришлось бы давать на сетку невероятно большое отрицательное напряжение. Конечно, лампа с таким большим током насыщения могла бы дать больше мощности, если бы размеры анода были достаточными. Выход из положения был найден: применением излагаемого здесь метода был определен нормальный ток насыщения и следовательно ток накала для работы в заданных условиях.

Каким же образом найти ток насыщения во время работы лампы в автогенераторной схеме? Выше мы искали параметры контура (сопротивление антенны), предполагая известным ток насыщения, и требо-

вали совпадения b , определяемой двумя путями. Этим дается указание, как следует поступить для нахождения неизвестной величины тока насыщения.

В самом деле, по определению:

$$B_0 = \frac{I_0}{i_s}, \text{ но } \frac{i_s}{2} = \frac{2}{3} S_0 DE_0;$$

в свою очередь

$$b = X_{go} - a = \frac{V_{go} - DE}{DE_0}; DE_0 = \frac{DE_{go} - DE}{b};$$

подставляя, находим:

$$B_0 = \frac{3}{2} \cdot \frac{I_0}{S_0 (V_{go} - DE)} \cdot b;$$

отсюда

$$\frac{B_0}{b} = \frac{3}{2} \cdot \frac{I_0}{S_0 (V_{go} - DE)} = \tan \phi.$$

Зная S_0 , D , V_{go} , I_0 , вычислим $\tan \phi$. На диаграмме $B_0 = f(b)$ проведем из начала координат прямую под углом ϕ до пересечения с кривой B_0 . Абсцисса точки пересечения даст величину b , а ордината B_0 , и тогда ток насыщения найдется, как отношение $\frac{I_0}{B_0} = \frac{i_s}{2}$. Найденная величина b определит весь режим генератора.

Пример. Две лампы номинальной мощности в 500 ватт работают параллельно в автогенераторной схеме при рабочем напряжении $E = 8000$ вольт. Рабочий ток $I_0 = 2,0,115$ амп; $S_0 = \frac{5}{3000}$ амп/вольт; $D = 0,006$; сопротивление в цепи сетки 15000 ом. Постоянный ток через это сопротивление $I_{go} = 0,010$ амп. Найдем $DE = 0,006 \cdot 8000 = 48$ вольт. $D_{go} = 15000 \cdot 0,010 = 150$ вольт.

$$\tan \phi = \frac{B_0}{b} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2,0,115 \cdot 3000}{2,5 (150 - 48)} = 1,01.$$

На диаграмме $B_0 = f(b)$ прямая, проведенная из нулевой точки под углом, $\tan$ которого равен 1,01, пересечет кривую B_0 в точке, ордината и абсцисса коей, приблизительно, равны между собой и

равны 0,56. Следовательно, ток насыщения *одной* лампы определится

$$i_s = 2 \cdot \frac{0,115}{0,56} = 0,410 \text{ амп.}$$

Диаграмма $B_1 = f_1(b)$ дает величину основной амплитуды анодного тока B_1 и величину $\frac{\eta}{\xi}$. Измерив ξ путем, указанным выше, определим интересные нас параметры контура, в том числе сопротивление контура (антенны).

в) *Ток насыщения и подъем характеристики неизвестны.* И в этом случае можно вести исследование режима работы автогенератора, найти параметры контура, включая сопротивление антенны контура и попутно определить данные лампы. Но для этого необходимо принять во внимание показания теплового амперметра I_A , регистрирующего общий эффективный анодный ток (кроме постоянной составляющей), т.е. показывающего среднюю квадратичную основную амплитуды и всех обертонов. Кроме того в его показание входит паразитный ток заряда емкости анод-сетка; но этот ток приближенно можно учесть до некоторой степени по показанию теплового амперметра I_g , включенного в ответвление сеточной цепи, через которое почти исключительно проходят переменные сеточные токи. Так как собственно сеточный переменный ток мал, то на основании практических соображений его можно учесть и отнести остальную часть показания теплового амперметра I_g за счет емкостного паразитного тока.

Если бы этого последнего не было, то амперметр I_A показал бы среднюю квадратичную основную амплитуды и всех обертонов, т.е.

$$I_A = \sqrt{\frac{I_1^2}{2} + \frac{I_2^2}{2} + \frac{I_3^2}{2} + \dots}$$

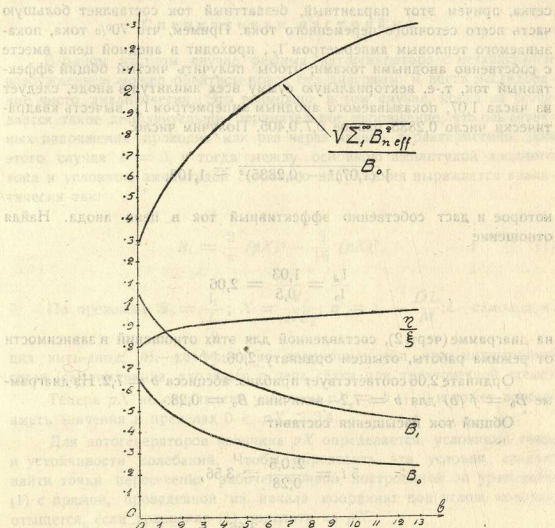
Мы можем построить новую диаграмму таким образом, что для величины b вычислим I_A . Мы получим кривую, ордината коей будет изображать общий эффективный ток, а абсцисса—величину b (сдвиг характеристики, сдвиг оси отсчета), характеризующую режим генератора. По принятому нами во всей теории методу, величины тока отнесем к половинному току насыщения.

Можно, наконец, для каждого значения b поделить среднюю квадратичную анодного тока I_A на постоянную составляющую того же тока и отношение нанести в виде кривой с абсциссами $b^{(1)}$ и ординатами $\frac{\Sigma I_n^2 \text{ eff}}{B_0}$ (черт. 2). Тогда, посмотрев на амперметры I_A и I_0 и найдя отношение, мы по этой новой диаграмме немедленно найдем b , а сле-

1) Это выполнено А. Я. Брайтбартом.

довательно определим весь режим работы, найдя попутно ток насыщения и под'ем характеристики.

Правда, здесь придется учесть еще влияние паразитного емкостного тока, как говорилось выше; однако, при некотором навыке учет этот



Черт. 2.

особых трудностей не представляет. Само собой разумеется, что такие измерения могут быть только приблизительными, но для практических целей такое приближение вполне достаточно.

Пример: 5 ламп работают параллельно в трехточечной схеме. Рабочее напряжение $E = 3150$ вольт; $I_0 = 0,5$ амп. Общий эффективный ток в аноде (переменный), показываемый тепловым амперметром $I_A = 1,07$ амп. Постоянный ток в цепи сетки $I_{go} = 0,148$ амп. Эффективный переменный ток в цепи сетки $I_g = 0,405$ амп. Ток в антенне (эффективный) $\frac{I}{\sqrt{2}} = 8,8$ амп. Сопротивление в цепи сетки (введенное) $r_g = 6500$ ом. Проницаемость сетки $D = 1,25\%$. Ток насыщения лампы

и подъем характеристики ее неизвестны. Требуется найти сопротивление антенны и недостающие данные лампы, хотя бы приблизительно.

Сначала заметим, что тепловой амперметр в цепи сетки I_g учитывает не только собственный ток сетки, но и ток заряда емкости анод-сетки, причем этот паразитный, безваттный ток составляет большую часть всего сеточного переменного тока. Примем, что 70% тока, показываемого тепловым амперметром I_g , проходит в анодной цепи вместе с собственно анодными токами; чтобы получить чистый общий эффективный ток, т.е. векториальную сумму всех амплитуд в аноде, следует из числа 1,07, показываемого анодным амперметром I_A , вычесть квадратически число 0,2835 равное $0,7 \cdot 0,405$. Получим число:

$$\sqrt{(1,07)^2 - (0,2835)^2} \approx 1,03,$$

которое и даст собственно эффективный ток в цепи анода. Найдя отношение

$$\frac{I_A}{I_0} = \frac{1,03}{0,5} = 2,06$$

на диаграмме (черт. 2), составленной для этих отношений в зависимости от режима работы, отыщем ординату 2,06.

Ординате 2,06 соответствует приблиз. абсцисса $b = 7,2$. На диаграмме $B_0 = f(b)$ для $b = 7,2$ — величина $B_0 = 0,28$.

Общий ток насыщения составит

$$5 i_s = \frac{2,05}{0,28} \approx 3,56,$$

и ток насыщения одной лампы равен $\frac{3,56}{5} = 0,715$ амп.

С другой стороны $b = \frac{V_{go} - DE}{DE_0}$ и отсюда:

$$DE_0 = \frac{V_{go} - DE}{b} = \frac{0,148 \cdot 6500 - 0,0125 \cdot 3150}{7,2} = 128,5.$$

Из формулы $DE_0 = \frac{3}{4} \cdot \frac{i_s}{S_0}$ — определится подъем характеристики:

$$S_0 = \frac{3}{4} \cdot \frac{i_s}{DE_0} = \frac{3}{4} \cdot \frac{0,715}{128,5} = 4,16 \cdot 10^{-3}.$$

Лабораторией указана крутизна характеристики, равная $3,95 \cdot 10^{-3}$. Разница в 5% для практических целей не существенна. Дальнейший расчет ведется, как указано выше, так как теперь известны данные лампы.

Специальная настройка.

В одном частном случае режима автогенератора с независимым возбуждением можно обойтись вовсе без диаграмм и вести исследование чисто аналитически. Это возможно в том случае, когда на сетку дается такое дополнительное отрицательное напряжение, что ось сеточных напряжений проходит как раз через начало характеристики. Для этого случая $b = 0$, и тогда между основной амплитудой анодного тока и условной амплитудой сеточного напряжения выражается аналитически так:

$$B_1 = \frac{2}{\pi} (pX)^2 - \frac{3}{16} (pX)^3. \quad (1)$$

По прежнему $B_1 = \frac{I_1}{i_s}$; $X = \frac{V_g}{DE_0}$; $p = 1 - \frac{DL}{M}$; L —самоиндук-

ция нить-анод, M —коэффициент взаимной индукции при индуктивной связи (самоиндукция, входящая в цепь сетки при трехточечной схеме).

Теперь pX не ограничено условием $pX = b + 2$ и может вообще иметь значения в пределах $0 \leq pX \leq 3,4$.

Для автогенераторов величина pX определяется условиями связи и устойчивости колебаний. Чтобы определить эти условия, следует найти точки пересечения рабочей кривой, построенной по уравнению (1) с прямой, проведенной из начала координат под углом, который отыщется, если уравнение (1) поделить на pX .

$$\tan \alpha = \frac{B_1}{pX} = \frac{2}{\pi} pX - \frac{3}{16} (pX)^2.$$

Легко заметить, что $\frac{B_1}{pX} = \tan \alpha$, согласно нашим обозначениям, превращается в выражение

$$\frac{3}{2} \frac{cr}{pS_0 M} = \frac{3}{2} \frac{cr}{(M - DL) S_0},$$

где c —емкость колебательного контура, r —сопротивление его; остальные обозначения известны. Можно поэтому писать:

$$\frac{2}{\pi} pX - \frac{3}{16} (pX)^2 = \frac{3}{2} \frac{cr}{pS_0 M}. \quad (1a)$$

Это квадратное уравнение дает просто амплитуду сеточного напряжения, в зависимости от параметров контура. Из двух решений одно соответствует устойчивому режиму.

Все рассмотренные в общем случае вопросы здесь решаются просто аналитически по показаниям вышеупомянутых приборов. Легко также проследить изменения различных величин тока и напряжения в любых частях колебательного контура при изменении тех или иных параметров цепи. Кпд в зависимости от сеточной амплитуды найдем, поделив уравнение (1) на уравнение для B_0 :

$$B_0 = \frac{3}{8} (pX)^2 - \frac{1}{3\pi} (pX)^3 \quad (2)$$

и помножив отношение согласно вышеизложенного на $\frac{\xi}{2}$.

$$\xi \frac{I_1}{2I_0} = \eta = \frac{\xi}{2} \cdot \frac{\frac{2}{\pi} - \frac{3}{16} (pX)}{\frac{3}{8} - \frac{1}{3\pi} (pX)} = \frac{\xi}{2} \cdot \frac{96 - 9\pi (pX)}{18\pi - 16 (pX)}.$$

Решая квадратное уравнение (1a), найдем вообще два значения для pX :

$$pX = \frac{16}{3\pi} \pm \sqrt{\frac{256}{9\pi^2} - \frac{8cr}{pS_0 M}} = 1,7 \pm \sqrt{8(0,362 - \frac{cr}{S_0 pM})}. \quad (1)$$

Предельное значение pX , при котором прекращаются колебания, $pX = \frac{16}{3\pi} = 1,7$ даст максимальный кпд около 80%. При этом свя-

занный комплекс $\frac{cr}{pS_0 M}$ получит значение $\frac{cr}{pS_0 M} = 0,362$. Вообще же $\frac{cr}{pS_0 M} < 0,362$.

Этот частный случай настолько удобен для выяснения связи между параметрами ламп и контура и для определения их, что, задавшись целью произвести измерения, стоит установить этот специальный режим работы, для чего в цепь сетки вводится, при помощи батареи аккумуляторов или сухих элементов, дополнительное напряжение, равное DE . Если рабочее напряжение 3000 вольт, а проницаемость сетки 1%, то

Это уравнение дает зависимость между амплитудой конденсаторного напряжения и омическим сопротивлением колебательного контура генератора, работающего по схеме черт. 3.

Если $\omega^2 c L_k = 1$, то:

$$3,4 (p_k X_k) - (p_k X_k)^2 = 8 \frac{cr}{p_k S_0 L_k} \quad (1k)$$

Это уравнение параболы может быть представлено в общем виде:

$$a_k V_k - b_k V_k^2 = r. \quad (2k)$$

Включив по прежнему измерительные инструменты, можно найти все величины, определяющие лампу и контур.

Весьма интересным может казаться вопрос, насколько выведенное из теории уравнение (2k) оправдывается действительно произведенными измерениями. Для того, чтобы ответить на него, я сошлюсь на результаты исследований проф. Д. А. Рожанского в Центральной Радиолaborатории Треста Слабого Тока, любезно им мне представленные. Измерения производились при работе в качестве генератора по приведенной здесь схеме лампы Хута L. S. 85 (250 ватт номинальной мощности).

Одна серия измерений дала следующую таблицу:

При рабочем напряжении около 3000 вольт и токе накала нити—3,5 амп.

Общее сопротивление контура: Эффективное напряжение
(омическое) у зажимов конденсатора контура

r ом:	$\frac{V_k}{\sqrt{2}}$ вольт:
1,43	2350
2,5	2200
3,58	1975
4,65	1550
5,73	1315

Напишем снова уравнение (2k):

$$a_k V_k - b_k V_k^2 = r.$$

Возьмем из таблицы первой, второй и пятый ряд и обозначим:

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{1,43}{2,5} = m_{12}; \quad \frac{r_1}{r_2} = \frac{1,43}{5,73} = m_{15}.$$

Исключая коэффициенты a и b , получим отношение:

$$\frac{1 - m_{12} \frac{V_2}{V_1}}{1 - m_{12} \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2} = \frac{1 - m_{15} \frac{V_5}{V_1}}{1 - m_{15} \left(\frac{V_5}{V_1} \right)^2};$$

$$V_1 = 2350; \quad V_2 = 2200; \quad V_5 = 1315.$$

Отношение напряжений не зависит, конечно, от того, считаем ли мы амплитудные, или эффективные значения.

Вычисляем (по логарифмич. линейке, длиной 25 см):

$$\frac{1 - m_{12} \frac{V_2}{V_1}}{1 - m_{12} \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2} = \frac{1 - 0,572 \cdot 0,937}{1 - 0,572 \cdot 0,877} = \frac{1 - 0,535}{1 - 0,501} = \frac{0,465}{0,499} = 0,932.$$

$$\frac{1 - m_{15} \frac{V_5}{V_1}}{1 - m_{15} \left(\frac{V_5}{V_1} \right)^2} = \frac{1 - 0,25 \cdot 0,56}{1 - 0,25 \cdot 0,3136} = \frac{0,86}{0,9218} = 0,933.$$

Недурное совпадение!

Итак несомненно, что три проверенные точки лежат точно на параболе. Для проверки остальных точек уравнение (2k) разделим на

$$V'_k = \frac{V_k}{\sqrt{2}}^1):$$

$$\frac{r}{V'_k} = a'_k - b'_k V'_k.$$

Подставляя вместо r и V_k соответственные значения из вышеприведенной таблицы и нанеся их по точкам на диаграмме, увидим (черт. 4), что три точки лежат на прямой почти идеально, одна близко к прямой и лишь одна несколько выпадет; конечно, можно объяснить выпадение случайными причинами (изменение напряжения, накала и т. п.).

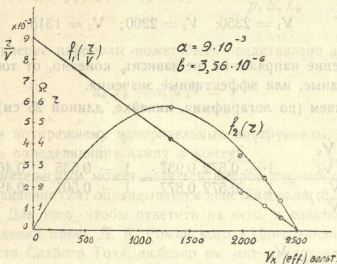
Полученная прямая, продолженная до пересечения с осями координат, дает возможность графически определить коэффициенты a'_k и b'_k . (Эти коэффициенты не имеют ничего общего с величинами a и b , упоминаемыми выше).

Найдя графическим путем a'_k и b'_k , сравнивая уравнения (1k) и

¹⁾ По совету проф. Д. А. Рожанского.

(2k) и замечая, что в уравн. (1k) V_k означает максимальное напряжение, а в уравнении (2k) V'_k — эффективное, найдем значения a_k и b_k :

$$a_k = \frac{0,615 p_k^2 S_0 L_k}{c DE_0}; \quad b_k = 0,25 \frac{p_k 3 S_0 L_k}{c (DE_0)^2}; \quad \frac{a_k}{b_k} = 2,46 \frac{DE_0}{p_k}.$$



Черт. 4.

Это предельное значение максимального напряжения на зажимах конденсатора соответствует отсутствию сопротивления в колебательном контуре, $r = 0$.

$$V_{ko} = \frac{a_k}{b_k} = 2,46 \frac{DE_0}{p_k}.$$

Половина этой величины

$$\frac{V_{ko}}{2} = V_{k, opt} = \frac{a_k}{2b_k} = 1,23 \frac{DE_0}{p_k}$$

соответствует максимальному значению сопротивления r_{max} , при котором еще возможны колебания.

$$r_{max} = \frac{a_k^2}{4b_k} = 0,378 \frac{p_k S_0 L_k}{C}.$$

При введении в контур большего сопротивления колебания должны прекратиться, что опыт и подтвердил.

Зная C и L_k , можно найти ток насыщения без всяких других измерений:

$$i_s = \frac{4}{3} S_0 DE_0 = 2,87 \frac{cr_{\max}}{L_k} V_{k \text{ срт}}.$$

Подобным же образом можно найти коэффициент взаимоиנדукции, необходимой для соответствующего режима, и его предельное значение. Можно также исследовать влияние изменения величины L_k и c на токи в анодной и контурной цепи и, вообще, всякие взаимоотношения между элементами контура, токами, напряжениями и данными лампы.

Вышеприведенный пример показывает, с какой точностью применима изложенная теория для простого решения даже деликатных вопросов в исследовании работы катодных генераторов. Правда, еще не было достаточно времени, чтобы собрать богатый материал для всестороннего обследования, в различных общих случаях, режима работы на основании многочисленных экспериментов, но и то, что можно было успеть проверить, указывает довольно определенно на уверенность первых шагов по пути дальнейших работ в этой области.

Приношу здесь благодарность проф. Д. А. Рожанскому за его предоставление мне экспериментального материала для проверки теории.

Об автоматическом радиоприеме с большими скоростями.

П. Н. Куксенко, д. ч. РОРИ.

(Окончание со стр. 498).

§ 5. При современных методах ламповой радиотехники нет особых трудностей сделать декремент приемных контуров близким к нулю. И постольку, поскольку уменьшение декремента контуров ведет к ощутительному повышению „приемного фактора“, казалось бы выгодным уменьшать декремент до значений близких к нулю. Однако, так как от величины декремента, как мы увидим дальше, зависит сохранение формы огибающей принимаемых сигналов, то с уменьшением декремента можно практически идти лишь до некоторого определенного предела.

Дело в том, что, если на какой либо колебательный контур воздействует в течении некоторого промежутка времени эдс $E \sin \omega t$, то, по теории электромагнитных колебаний, возрастание тока в этом контуре при предположении, что огибающая эдс¹⁾ имеет прямоугольную форму, т.е. она резко возрастает от 0 до E в начале воздействия и резко спадает до 0 в конце, определяется следующим уравнением:

$$i = \frac{E}{R} (1 - e^{-mt}) \sin \omega t, \quad (*)$$

где $m = \frac{R}{2L}$, т.е. ток приобретает не сразу свое максимальное значение, а стремится к нему, как к своей асимптоте по показательной кривой.

После резкого прекращения действия на контур эдс, ток спадает опять не сразу, а подчиняется в своем изменении уравнению $i = I_0 e^{-mt} \sin \omega t$.

Из этих уравнений мы видим, что форма сигнала как в случае нарастания, так и спадания тока всецело определится выражением e^{-mt} .

Спадание и возрастание тока за период определится выражением: $e^{-m\tau}$ ¹⁾. С другой стороны

$$e^{-m\tau} = e^{-\frac{m}{n}} = e^{-\delta}.$$

1) В отличие от продолжительности точки Т период будем обозначать через τ .

Следовательно за произвольный промежуток времени спадание тока определится $e^{-\delta n t}$, а за время передачи точки $e^{-\delta n T}$, тире $e^{-3\delta n T}$. Таким образом спадание и возрастание тока, обуславливающее собою форму принимаемых контуром сигналов, зависит от декремента, частоты и продолжительности точки или, что то же, скорости передачи.

Так как $m = n\delta$, и $m = \frac{R}{2L}$, то $R = 2nL\delta$. Подставляя это выражение в выражение (*), имеем:

$$i = \frac{E}{2nL} \cdot \frac{1 - e^{-\delta n T}}{\delta} \sin \omega t.$$

На черт. 14 (стр. 591) нанесены кривые зависимости коэффициента $\frac{1 - e^{-\delta n T}}{\delta}$ от числа колебаний, считая от начала развития знака, т.-е. от δn для трех различных δ . Эти кривые позволяют сделать весьма важные выводы относительно влияния декремента на форму сигналов. Наглядной иллюстрацией этого влияния служат примеры, приведенные в таблице 4.

ТАБЛИЦА 4.

δ	Продолжит. точки, выра- женная чис- лом колебан. nT	Тире $3nT$	Амплитуда тока в конце точки.	Отношение ампли- туды в конце точки к конечной ампли- туде тока в 0/0 (к асимптоте).	Отношение ампли- туды в конце тире к амплитуде в кон- це точки.
0,01	500	1500	100. $E/2nL$	Около 100%	1
0,001	"	"	400. "	Около 40%	ок. 2
0,0001	"	"	500. "	Около 5%	2,8

На черт. 15 изображена форма кривых знака „l“ (.—.) во 1) при $n\delta T = 2$ и во 2) при $n\delta T = 1$. В нижней части того же чертежа изображен прием знаков на колебательные контура, удовлетворяющие условиям $n\delta T = 2$ и $n\delta T = 1$. Из черт. видно, что при $n\delta T = 1$ знак получается значительно искаженным, так например первая точка буквы „l“ получается в 2 раза короче, чем последующие точки. Кроме того знаки практически могут получиться еще более искаженными по следующим 2 причинам.

1. Кривые черт. 15 построены при предположении, что амплитуда тока (0,7) через обмотки реле, при которой реле начинает реагировать, давать замыкание контакта, равна амплитуде, при которой происходит

размыкание контакта. На самом же деле для замыкания контакта реле требуется большая амплитуда тока, чем для размыкания.

2. Кривые построены при предположении, что в промежутке между отдельными сигналами передатчик сохраняет фазу колебаний тока. Таким образом в приемном устройстве остаточные колебания после каждого сигнала при начале передачи следующего сигнала также попадут в фазу с новыми, воздействующими на приемное устройство, колебаниями, и форма кривой сигнала определится из сложения этих двух колебательных токов так, как это показано на чертеже.

Если же эдс нового сигнала будет иметь противоположную фазу, чем эдс предыдущего знака, то новая эдс прежде всего должна привести остаточные колебания к нулю, а затем только начнется развитие кривой нового сигнала. Для случая $n\delta T = 1$ это явление изображено на черт. 15 пунктирной кривой на последней точке, а также показано в нижней части чертежа воспроизведение в этом случае точки на аппарате. Искажение получается еще более значительным. Отсутствие последнего явления в действительных условиях гарантируется только ламповым передатчиком с независимым возбуждением.

На черт. 16 приведен образец фактической записи работы Наузна (для его позывного) на волне 18.000 метров со скоростью около 20 слов при декременте приемных контуров δ порядка 0,001, т.е. при $n\delta T$ близком к 1. Из черт. видно, что: первая точка в букве „р“ по крайней мере в 3 раза короче, чем последняя; 2) последняя точка равна приблизительно половине тире, тогда как она должна составлять третью часть тире.

Тернер¹⁾ путем графического построения, полагая опять таки прямоугольную форму огибающей принимаемых знаков, находит, что для отчетливой записи сигналов $n\delta T$ должно быть не меньше 2. Сопоставляя это требование с чувствительностью приемника S , каковая, как это

не трудно понять, также пропорциональна $\frac{1 - e^{-n\delta T}}{\delta}$, Тернер строит

кривую, изображенную на черт. 17, дающую зависимость чувствительности приема от $n\delta T$ и одновременно определяющую области отчетливой и не отчетливой записи. За чувствительность, как обычно, Тернер полагает выражение $\frac{2nLI_0}{E}$, где I_0 амплитуда тока, на которую реагирует реле (или телефон).

По оси же ординат для большей наглядности нанесено отношение S/S_0 действительной чувствительности приема к чувствительности, когда $n\delta T = 2$. Из кривой видно, что 1) для отчетливой записи при данной длине волны и скорости декремент не должен быть ниже $\delta = 2/nT$, 2) чувствительность пропорциональна I_0/E при увеличении декремента

растет, но она не может быть в условиях современного радиоприема полностью использована, 3) последнее обстоятельство затрудняет борьбу против атмосферных разрядов, так как амплитуда, развиваемая атмосферными разрядами, не зависит от δ . Здесь уместно вспомнить, что при $n\delta T = 1$ прием приблизительно на 40% освобождается от мешающего действия атмосферных разрядов по сравнению с $n\delta T = 2$; дальнейшее уменьшение $n\delta T$ ниже единицы дает в этом отношении незначительные преимущества. Кроме того густота станций, работающих на длинных волнах настолько значительна, что $n\delta T = 2$ в этом отношении иногда в полной мере не удовлетворяет современным условиям приема.

Целый ряд экспериментаторов пытались практическим путем определить наивыгоднейшее $n\delta T$ в условиях приема. Результаты этих измерений сводятся в общем к следующему:

1) Ф. Бест определил наивыгоднейший декремент приемных контуров при слуховом приеме со скоростью 25 слов в минуту для Онгера приблизительно равным 0,0018 и для Бордо 0,0083. Таким образом его определения дали $n\delta T = 5$, т.е. значительно выше, чем это определил Тернер. Так как реле является весьма совершенным прибором, то для пишущего радиоприема, как это установлено опытным путем, $n\delta T$ может быть значительно ниже. Слуховой же прием при низких декрементах из-за явления „набегания сигналов“ (Ringing), обуславливаемого своего рода „инерцией колебательных контуров“, почти не возможен. Таким образом опыты Беста в части пишущего радиоприема, который будет возможен при $n\delta T \ll 5$, к большим разногласиям с положениями, выдвинутыми Тернером, не привели. Здесь следует также отметить, что в этом отношении пишущий прием дает значительное преимущество над слуховым, так как позволяет более действительным образом бороться с атмосферными разрядами путем повышения избирательности контуров, нежели слуховой, хотя пишущий прием в этом отношении также не дает полного простора.

2) Работы в этом направлении других экспериментаторов, в том числе и автора настоящей статьи, показали, 1) что при некоторой более сложной регулировке аппаратов возможен еще пишущий прием при $n\delta T = 1,5$, 2) что цифра, данная Тернером, в практических условиях в большинстве случаев оправдывается (см. черт. 16) и 3) что для наиболее отчетливой записи при минимуме всякого рода механических регулировок предпочтительнее иметь $n\delta T = 3$. Последнее положение объясняется очевидно тем, что на передатчике амплитуда колебательных токов возрастает также не мгновенно, и, если предположить, что она подчиняется тому же закону, который нами приведен здесь для приемных контуров, то в случае, если $n\delta T$ передатчика также равна 1,5—2, то наименьшее $n\delta T$ для приема должно быть порядка 3—4. Во всяком случае значение $n\delta T$ передатчика должно оказывать весьма важное влияние на прием. Например, если передатчик имеет $n\delta T = 4$, а приемник $n\delta T = 2$, то первая точка даст остаточную ампли-

туду на 50% большую, чем при эдс'е с прямоугольной формой огибающей.

Необходимость работать при высоком $n\delta T$ заставляет для обеспечения соответствующего „приемного“ фактора (отношение $\frac{\text{сила сигнала}}{\text{сила атм. раз.}}$) прибегать к значительному повышению мощности передатчиков. Так например, если приемные контура имеют $n\delta T = 2$, то необходимо примерно на 75% поднимать мощность передатчика для того, чтобы приемный фактор остался тем же, как и в случае приема на контуре с $n\delta T = 1$. Следовательно явление „инерции“ колебательных контуров является одним из факторов, заставляющих прибегать к увеличению мощности коммерческих передатчиков.

Нетрудно понять, что мощность передатчика, при данном δ и λ , зависит также и от скорости передачи. Так как требуемая мощность передатчика пропорциональна квадрату $1/S$, то мощность передатчика W_0 при $n\delta T = 2$, а следовательно при соответствующей чувствительности приемника

$$S_0 = \alpha \frac{1 - e^{-2}}{2/nT} = 0,43 \pi nT, W_0 \text{ пропорц. } \left(\frac{1}{S_0}\right)^2 = \left(\frac{1}{0,43 \pi nT}\right)^2;$$

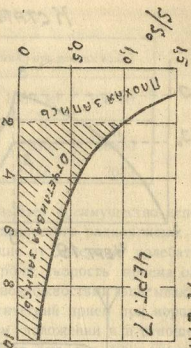
S , как указано выше, равно $\alpha \frac{1 - e^{-n\delta T}}{\delta}$. Тернер, пользуясь этой зависимостью, аналитическим путем нашел, что мощность передатчика для работы с наибольшей возможной скоростью при данных δ и λ должна быть повышена на 35% по сравнению с мощностью потребной для работы со скоростью 20 слов в мин.

Таким образом, резюмируя все сказанное выше, получаем 3 важных основных положения:

1. Автоматический прием с большими скоростями требует повышения чувствительности приемных аппаратов, по сравнению с автоматическим же приемом с малыми скоростями.
2. Автоматический прием вообще позволяет для отчетливой регистрации сигналов иметь большую избирательность приемных контуров, чем слуховой, со всеми вытекающими отсюда последствиями в отношении борьбы с атмосферными разрядами.
3. Скорость приема ограничивается в условиях практики декрементом приемных контуров и длиной волны.

Если принять за наименьшее $n\delta T$, при котором еще возможна отчетливая запись сигналов, цифру 2, то для различных декрементов и длин волн, отчетливая запись может получаться при скоростях не выше указанных в таблице 5.

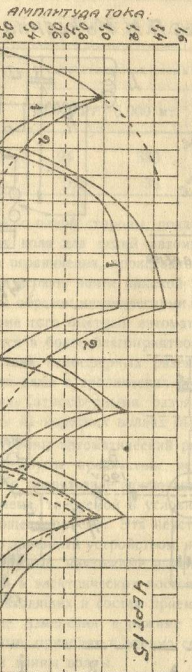
М. СТАТЬЕ П. М. КУХНЕНКО.



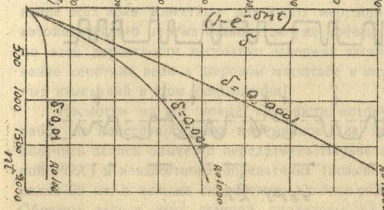
$\lambda = 18000$ мтр. НУДН ПСМ. $\delta = 0,001$

ЧЕРТ. 16.

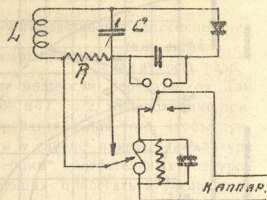
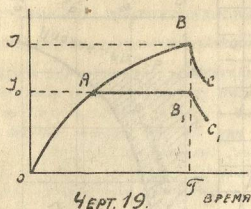
ЧЕРТ. 14.



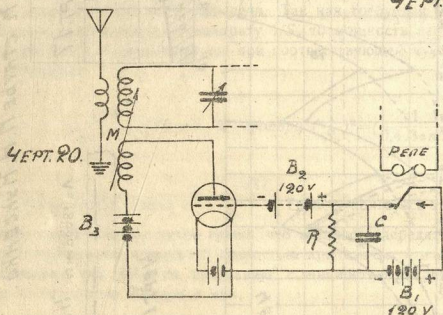
ПЕРЕДАЧА
ПРИМ.:
ПОД ПОТ = 2 (конт. 2)
ПОД ПОТ = 1 (конт. 2)
ПРИМ.: Конт. 2



К СТАТЬЕ П. Н. КУХСЕНКО.



4 ЕРТ. 18.



A — — — — — P — — — — — A — — — — — R — — — — — I — — — — — S.

B

C

D — — — — —

4 ЕРТ. 21.

ТАБЛИЦА 5.

Декремент δ	Скорости приема (слов в мин.) при длинах волн λ			
	20.000 мт.	5.000 мт.	1000 мт.	100 мт.
0,01	94	380	1880	20830
0,001	9,4	38	188	2083

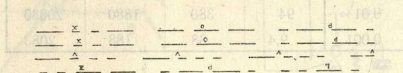
Эта таблица, с одной стороны, показывает преимущество использования коротких волн для целей автоматического радиоприема. При коротких волнах ограничения, происходящие от „инерции“ колебательных контуров, не играют почти никакой роли; скорость приема определяется главным образом механическими возможностями записывающей аппаратуры. Кроме того быстрый автоматический прием при коротких волнах оказывается в более благоприятном положении и в отношении мешающего действия атмосферных разрядов (см. стр. 492). Практика уже показала, что даже в тропических странах в то время, когда прием на длинных волнах атмосферными разрядами был парализован почти полностью, прием на коротких волнах был совершенно надежен.

С другой стороны автоматический радиоприем на коротких волнах наталкивается на другое препятствие, неизвестное в практике приема длинных волн. Это препятствие заключается в трудности поддержания устойчивости приема, требуемой в условиях эксплуатации автоматического записывающего приема. Эта неустойчивость приема обуславливается не только приемным устройством, но и передающим, и объясняется тем, что всевозможные ничтожные изменения, вызываемые механическими причинами, в электрических постоянных отдельных цепей (особенно антенны), входящих в состав приемной (и передающей) аппаратуры, и малейшие изменения в режиме этих цепей, эксплуатационно труднее избегаемые, приводят к весьма серьезным изменениям используемой для связи длины волны.

Эти затруднения, дающие себя резко знать, несмотря на применение всех пока известных для этого мер, при слуховом приеме, для автоматического приема становятся уже чрезвычайно серьезными. Они по всей вероятности несколько задержат эксплуатационное использование коротких волн в широком масштабе и потребуют еще значительных изысканий в этом направлении.

Несмотря на эти новые трудности, автору статьи, после долгих работ по конструированию приемников для коротких волн, удалось получить запись опытного передатчика Науэна на волне 26 мт (позывной *POX*) и неизвестного передатчика (позывной *OCX*) на волне порядка 35 мт, с малыми скоростями, а также ряда других передатчиков. Образцы записи этих станций приведены на черт. 17а. Прием этих

станций, производившийся всего лишь на 3 лампы, несмотря на очень большую силу приема и экранирование приемника, тем не менее не может считаться пока надежным. Для надежной записи, требующей большую устойчивость приема, как показали работы автора, приемное устройство должно быть значительно усложнено. О дальнейших своих работах в этом направлении автор опубликует в последующей статье.



Черт. 17 а.

Науэн, 12 мая 23 часа.

$\lambda = 26$ мт.

Таблица 5 с другой стороны показывает те затруднения, обуславливаемые только инерцией „колебательных контуров“, которые имеют место при приеме длинных волн с большими скоростями. Для отчетливой записи на длинных волнах декремент приемных контуров должен быть порядка 0,01; но при таком низком декременте контуров вопрос об избирательности приема, имеющий особенно важное значение при большом количестве радиостанций большой мощности, работающих именно на длинных волнах, а также вопрос относительно борьбы с атмосферными разрядами, оказывающими наибольшее мешающее действие именно на длинных волнах, становятся трудно разрешимыми. В эксплуатационной практике на волнах свыше 15—16 тысяч метров с трудом удается иметь прием со скоростями больше 50 слов в мин. Прием в эксплуатационных условиях со скоростями 100 слов в мин. ведется в настоящее время только на волнах в пределах 2000—1400 метров.

Тем не менее вопрос о повышении скорости приема на всех волнах и о возможности работать при высоких декрементах (т. е. при $n\delta T < 2$) настолько важен, что ему в заграничной практике уделяется весьма большое внимание, и найдены уже некоторые методы, позволяющие частично избегать затруднения, связанного с явлением „инерции колебательных контуров“.

Искажение формы сигналов обязано главным образом (см. черт. 15) наличию „остаточных колебаний“. Остаточные колебания особенно велики после передачи тире и вызывают удлинение всех последующих за первым тире знаков за счет паузы. Таким образом основная причина этих искажений заключается в том, что тире длится дольше точки. Отсюда вытекают и те методы, которые необходимо применить для борьбы с этим затруднением. В настоящей статье я ограничусь только перечислением тех методов, которые не нашли пока практического

применения, и более подробно остановлюсь на том, что имеет значение для эксплуатационной практики.

Для устранения искажений сигналов, обуславливаемых „инерцией контуров“, в различное время применялись следующие основные методы:

1. Передача тире и точки заканчивалась изменением фазы колебательных токов на 180° , благодаря чему остаточные колебания приводились к нулю. Этот способ действителен, но в практике он не получил распространения ввиду сложности передающей радиоаппаратуры, а также возможности использования его вообще лишь при малых передаваемых мощностях.

2. Тире передается несколько меньшей мощностью, чем точка. Способ требует усложнения передающей аппаратуры не желательного с точки зрения эксплуатации.

3. Тире и точка передаются различными волнами. Этот способ, обеспечивая устранение влияния остаточных амплитуд на последующие сигналы (главным образом точки), в то же время позволяет значительно поднять скорость приема, так как в этом случае слово „Paris“ будет иметь уже не $48 T$, как обычно, а $34 T$, т.е. окажется возможным увеличить скорость приема на 30% только лишь за счет ускорения тире, не говоря уже о ликвидации влияния остаточных колебаний на последующие точки. Этот способ, предложенный Муллином, одно время нашел было некоторое распространение, причем был сконструирован специальный аппарат, записывающий на одной ленте 2 колесиками отдельно точки и тире, но затем, очевидно ввиду сложности аппаратуры, он был оставлен.

4. Оказывается возможным уменьшить $n\delta T$ контуров с 2 до 1,5 при укорочении тире с $3T$ до $2T$, но это с одной стороны потребовало серьезного переконструирования записывающих аппаратов, с другой стороны значительно понизило бы читаемость знаков при возможных случайных изменениях продолжительности знаков.

5. Передача всех знаков помощью одних только точек. Этому требованию удовлетворяет пятиточечная азбука аппаратов Сименса, Бодо, Телетайпа и друг. Передача радиogramм знаками одной продолжительности позволяет понижать $n\delta T$ приемных контуров до 1. Вместе с тем практика эксплуатации аппаратов с подобной точечной азбукой показала, что продолжительность знака азбуки Морзе к продолжительности знака пятиточечной азбуки относятся, как 8 к 5; отсюда следует, что скорости передачи будут находиться в обратном отношении. Несмотря на эти преимущества пятиточечной азбуки, аппараты, работающие этой азбукой, в радиотелеграфе не привились, в настоящее время от них начинают мало по малу отказываться в пользу аппаратов Крида, работающих азбукой Морзе¹⁾. Объясняется это тем, что аппараты,

1) Даже в Германии, на родине аппаратов Сименса, сейчас радиосвязь переходит на аппараты Крида, являющиеся продуктом английской техники.

работающие пятиточечной азбукой, обнаружили в эксплуатационной практике чрезвычайную чувствительность к форме приходящих сигналов; они допускают гораздо меньшую степень искажения сигналов, чем аппараты с азбукой Морзе, а потому в условиях радиоэксплуатации аппараты, работающие азбукой Морзе, работали всегда лучше, чем аппараты пятиточечной азбукой. Буквопечатающий аппарат Крида практически является единственным буквопечатающим аппаратом с использованием азбуки Морзе, а потому для целей радиосвязи он является весьма удобным, позволяя при различных атмосферных условиях легко переходить с автоматической записи помощью перфорирования ленты (аппарат Крида дает именно такую запись) на индукторную и слуховой прием. В этом заключается его большое значение для радиотелеграфа, и очевидно ему обеспечено широкое распространение в коммерческой радиосвязи.

6. Передача по радио текста радиограммы фотографическим путем. Этот метод пока находится в стадии лабораторных опытов, тем не менее за ним по всей вероятности большое будущее. Идея этого метода принадлежит американскому изобретателю Дженкинсу, который, используя приборы, предназначенные для передачи фотографий по радио, осуществил передачу текста со скоростью примерно 100 слов в минуту. Пока нет еще достаточного материала, чтобы можно было полностью судить о влиянии инерции колебательных контуров на передачу и прием в этом случае, но можно предполагать, что это явление не будет играть такой роли, как при записи помощью реле, хотя по всей вероятности придется столкнуться с целым рядом других затруднений, на которых в настоящей статье мы не останавливаемся ввиду того, что эти опыты находятся еще в начальной лабораторной стадии.

Все рассмотренные до сих пор методы устранения искажений, обуславливаемых „инерцией“ колебательных контуров, при проведении их в жизнь требуют значительных технических усложнений как в передающей, так и приемной радиоаппаратуре. По этой причине главным образом они и не получили всеобщего распространения, хотя в отдельных случаях они могут быть использованы с большим успехом.

Ниже приводятся методы, которые не требуют каких либо организационных изменений в радиосвязи, а также не требуют внесения тех или иных технических усложнений в устройстве передающей аппаратуры. Они касаются только технического выполнения приемной аппаратуры, а потому несомненно имеют большое значение для практики. Эти методы следующие:

1. Применение на приемной установке многочисленных фильтров (3—4 ячейки) высокой частоты в комбинации с настроенными контурами с низким декрементом. Такое устройство позволяет: 1) иметь приемные контура с $n\delta T = 2$ для любой скорости, а затем 2) низкую избирательность, обуславливаемую этой скоростью и недостаточную для приема

без помех, исправлять помощью узкой столовидной кривой резонанса ячеечного фильтра.

Ширина этой кривой обуславливается скоростью передачи, причем она тем больше, чем выше скорость, и может быть определена следующим образом. Известно, что огибающая любого телеграфного сигнала может быть разложена в ряд Фурье, состоящий из основной синусоидальной частоты и ряда гармоник. Пренебрегая гармониками и полагая, что колебания в ч. полностью модулируются основной частотой сигнала, мы получим в результате основную радиочастоту и две „боковые частоты“. Для приема без искажений общая резонансная кривая приемника должна быть таковой, чтобы в нее по крайней мере укладывались все эти частоты. Если частота передачи точек сигнала равна $\frac{1}{2T}$, то бо-

ковыми частотами будут $n + \frac{1}{2T}$ и $n - \frac{1}{2T}$ соответственно, а пучок частот, который должен быть пропущен приемными контурами для приема без значительных искажений формы сигнала, равен $\frac{1}{T}$, т.е. например при скорости 140 слов в мин, ширина кривой фильтра должна равняться по крайней мере 125 периодам, для скорости 120 слов—90 периодам, и для 25 слов—20 периодам в сек. Этот способ дает действительный способ для повышения скорости приема, а потому используется практикой, но отрицательная сторона его та, что фильтр понижает чувствительность приемника и фиксирует его приемную волну. При приеме длинных волн применение фильтров становится в большинстве случаев совершенно необходимым.

2. Прием с ограничением огибающей кривой сигнала. Этот метод, предложенный Тернером, в принципе заключается в следующем. Из изложенного выше ясно, что, если амплитуда тока во время приема знака достигла значения I_0 , на которое реагирует реле, дальнейшее возрастание амплитуды бесполезно для реле и вызывает лишь возрастание остаточных колебаний, искажающих форму сигналов. В этом отношении весьма рационально в тот момент, когда амплитуда сигналов достигла значения достаточного для действия реле (замыкание контакта), ввести в колебательный контур добавочное сопротивление, которое ограничит дальнейшее нарастание амплитуды. На черт. 18 (стр. 592) контур LC с низким декрементом содержит сопротивление R , включаемое тогда, когда замыкается рабочая цепь аппарата. Если R соответствующим образом подобрано, то кривая сигнала имеет вид $OAB'C'$ черт. 19 вместо $OABC$ в случае обычной схемы. Если действие ограничения продолжить на некоторое время и после прекращения сигнала, что обеспечивается в схеме черт. 18 конденсатором с шунтирующим сопротивлением, то колебания в контуре также прекратятся скорее, чем в обычной схеме. Практически такая схема может быть выполнена следующим образом: низкий декремент в колебательном

контуре может быть достигнут помощью триода с обратной связью, а ограничительное действие сопротивления на контур после замыкания главного реле может быть осуществлено помощью схемы черт. 20. Здесь при разомкнутом реле сетка лампы находится под значительным отрицательным зарядом, почему цепь анода, связанная с колебательным приемным контуром, имеет бесконечное сопротивление и не оказывает никакого влияния на контур. После замыкания реле, батарея B_1 , через сопротивление R приводит потенциал сетки к нулю, и анодная цепь своим сопротивлением начинает оказывать ограничительное действие на приемный контур. Ограничительное действие помощью конденсатора C обеспечивается и на некоторую часть паузы. При прекращении действия сигнала потенциал сетки возвращается к напряжению b_2 (батареи B_1) согласно выражения

$$-(b_2 - b_1) e^{-t/CR}.$$

Таким образом изменением емкости можно менять продолжительность ограничительного действия во время паузы. Тернер аналитическим путем нашел, что этот метод позволяет при том же $n\delta T$ поднять почти в 2 раза скорость приема по сравнению с обычной схемой или при сохранении скорости постоянно в 3,5 раза уменьшить мощность передатчика. Практически этою схемою пока не пользуются.

3. Прием на электрохимические телеграфные аппараты. Принцип действия этих аппаратов заключается в том, что выпрямленные токи от принятых сигналов, проходя через специальную ленту, насыщенную каким либо химическим раствором, вызывают изменение ее окраски. В электрохимическом аппарате Бейна бумажная лента, насыщенная раствором ферроцианистого натра и алюминиевой азотно-кислой солью, помощью моторчика с большой скоростью пробегает по медному барабану; на ленту кроме того давит железное колесико. Под влиянием проходящего тока между барабаном и колесиком лента принимает голубоватую окраску. В других аппаратах эта лента пропитывается иодином. Преимущества в смысле возможности повышения скорости радиосвязи, получающиеся в результате использования этих аппаратов, в практике радиотелеграфа значительные. Этот аппарат допускает работу без реле при высоких декрементах приемных контуров. В лабораториях была показана возможность записи до 1000 слов в мин. при $n\delta T = 1$. Недостаток аппарата — дороговизна эксплуатации, ввиду большой стоимости продукции лент.

4. Так называемый ондуляторный прием. Ондуляторный прием осуществляется помощью специальных аппаратов и заключается в том, что особым пером, называемым в заграничной практике „сифон-

рекордером¹⁾ и являющимся основной деталью этих аппаратов, записывается вся кривая выпрямленных приемных токов. На первых порах развития автоматического радиоприема существовала тенденция фотографической регистрации токов сигнала при приеме их на специальный гальванометр Ейтговена. Но затем ввиду дороговизны и сложности обслуживания фотографических приемников, а также ввиду усовершенствования ондуляторных аппаратов, особенно в части устройства сифон-рекордера, фотографическая запись была оставлена вовсе, а ондуляторные аппараты получили широкое развитие, и в настоящее время большая часть автоматического радиоприема, особенно с дальних расстояний ведется именно ондуляторными аппаратами.

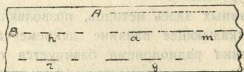
Радиоприем помощью ондуляторных аппаратов имеет весьма существенные преимущества по сравнению со всеми прочими аппаратами, применяемыми для целей радиотелеграфирования. Преимущества эти следующие: 1) Дается возможность пишущего радиоприема без реле, а следовательно с установок, приемные контура которых имеют $\lambda \delta T = 1,5$ или даже 1. 2) Легче разобрать принятые сигналы при мешающем действии со стороны атмосферных разрядов. Объясняется это следующими причинами.

Атмосферные разряды обычно могут вызвать следующие искажения сигналов при приеме на контактные аппараты (реле).

а) Разрыв знака, если сильный атмосферный разряд воздействует на приемную установку во время приема этого знака (см. черт. 21 и 21а).

б) Пропуск коротких знаков (точка). В этом случае разряд понижает эффект от сигнала, не совпадая с сигналом по фазе.

в) Пропуск паузы между знаками, если атмосферный разряд приходится на паузу.



Черт. 21 а.

д) Увеличение продолжительности знака.

е) Посторонние знаки в больших паузах.

ф) Смазывание нескольких знаков при большой скорости приема и при продолжительном действии атмосферного разряда.

Все эти искажения можно обнаружить на черт. 21 а, где строчка А дает запись атмосферного разряда, а строчка В запись сигналов при этом разряде.

¹⁾ Это перо имеет в сущности такое же устройство, как в регистрирующих метеорологических приборах (барограф, термограф и проч.).

При приеме на ондулятор, так как последний в точности воспроизводит всю форму принятых знаков, оказывается возможным большую часть искажений, вносимых атмосферными разрядами, легко выделить и прочесть такие знаки, которые контактными аппаратами воспроизводились бы совершенно ошибочно.

На черт. 21 изображена запись сигналов на контактном (А) и ондуляторном (В) аппаратах при отсутствии мешающего действия атмосферных разрядов. В случае же мешающего действия запись сигналов на ондуляторном аппарате могла бы принять примерный характер, изображенный на том же чертеже строкой С. Места, пораженные атмосферными разрядами, здесь отмечены стрелками. В этом случае, если предположить, что контактный аппарат реагирует на амплитуду от сигнала, отмеченную пунктирной линией, запись имела бы вид, изображенный строкой D, т.е. была бы совершенно искаженной, тогда как ондуляторный прием позволил бы расшифровать эти искажения и при некотором навыке прочесть знаки полностью.

4. Ондуляторный прием требует меньше всякого рода механических регулировок. В связи с этим весьма существенными преимуществами ондуляторного приема, распространенный в настоящее время в заграничной практике радиотелеграфа аппарат Крида обычно имеет рессиверную часть, состоящую из 2 аппаратов: 1) ондулятора и 2) перфоратора. Первый применяется при тяжелых атмосферных условиях, а второй, давая буквопечатающую запись, находит применение только тогда, когда атмосферные условия благоприятны. Таким образом на аппаратах Крида автоматичность приема обеспечена в самых различных условиях; при сильных атмосферных разрядах теряется только удобство переписки принятых радиogramм, которая при записи на перфораторный аппарат производится автоматически помощью специального печатающего аппарата („Typewriter“).

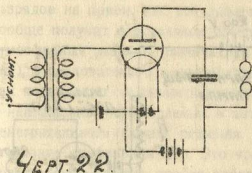
Из всех описанных здесь методов, позволяющих в той или иной степени обойти искажающее влияние декремента на форму сигнала, современная практика радиоприема базируется главным образом на ондуляторном приеме и на применении фильтров со столообразной кривой резонанса.

Ондуляторный прием тем не менее имеет тот основной недостаток, что при пользовании им отпадает вовсе вопрос о буквопечатающем приеме, представляющем собою определенное преимущество в отношении ускорения и удешевления радиообмена.

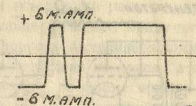
Фильтры, значительно усложняя устройство радиоприемной аппаратуры, в то же время не дают полного простора в вопросе борьбы с атмосферными разрядами.

Таким образом проблема пишущего радиоприема, а также проблема борьбы с мешающим действием атмосферных разрядов, тесно связанные друг с другом, не могут считаться в настоящее время окончательно решенными и очевидно понадобится еще большое число

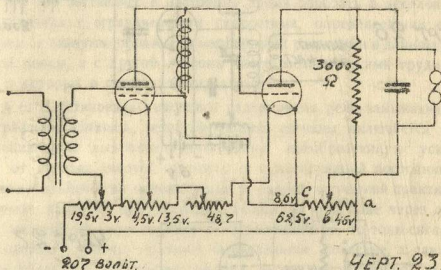
КСТАТЬЕ П. Н. КУКСЕНКО.



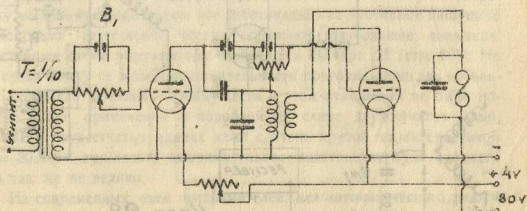
ЧЕРТ. 22.



ЧЕРТ. 24.



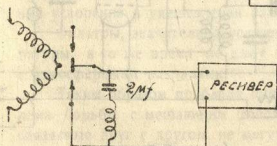
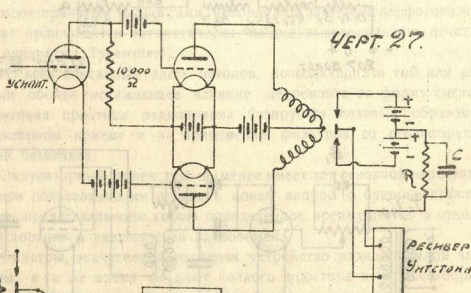
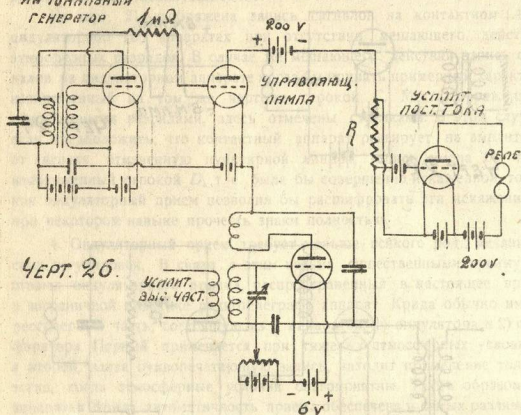
ЧЕРТ. 23.



ЧЕРТ. 25.

К СТАТЬЕ П. Н. КУКСЕНКО

НА ТОНАЛЬНЫЙ
ГЕНЕРАТОР



исследований и продолжительных наблюдений, прежде чем эти задачи смогут получить совершенно удовлетворительное для практики решение. И если вопрос о пищевом радиоприеме при низких декрементах приемных цепей начинает уже и сейчас получать как будто бы удовлетворительные результаты, то вопрос борьбы с влиянием атмосферных разрядов на прием, как показывает вся история его развития, вряд ли вообще получит однозначное исчерпывающее решение. Ввиду того, что атмосферные разряды различаются по природе (источник происхождения), а следовательно и по характеру воздействия на прием, а также, как показывают осциллографические записи, по форме кривых токов и напряжений, возбуждаемых в антенне, то этот последний вопрос для действительного своего решения потребует применения на приемной установке комбинации мер. Это чрезвычайно усложняет методы исследовательской работы, требуя предварительно значительного пополнения наших знаний об атмосферных разрядах и на несколько лет отдалает решение задачи.

Все это заставляет в настоящее время работать в эксплуатационных условиях с ограниченными скоростями, определяемыми с одной стороны и главным образом атмосферными разрядами и длиной используемой волны, а с другой стороны чисто механическими трудностями, речь о которых в следующем параграфе.

§ 6. В установках пищевого радиоприема реле, замыкающее цепь телеграфного аппарата, регистрирующего сигналы, включается обычно в специальную выпрямительную схему, преобразующую усиленные токи от сигнала (низкой частоты) в пульсирующий постоянный ток. Так как большинство используемых в радиотелеграфной практике реле работают надежно при больших скоростях при токе через обмотки реле по крайней мере порядка 2—3 миллиампера, то токи сигналов до выпрямителя должны получить значительное усиление, а сама схема выпрямительного устройства должна быть чувствительной к весьма коротким импульсам, воздействующим на нее.

Действие реле, особенно при больших скоростях в значительной степени зависит от действия схемы выпрямителя и поэтому на разработку выпрямительной схемы все работающие над проблемой пищевого радиоприема естественно всегда обращают наибольшее внимание. Простейшая схема выпрямителя изображена на черт. 22 (стр. 601). Но эта схема ввиду ее малой чувствительности пригодна лишь для небольших скоростей. Никаких преимуществ в этом отношении не было получено и при применении в подобной же схеме двухсетчатых ламп, так как в двухсетчатых лампах даже с очень крутой характеристикой ($S = 20 \cdot 10^{-4}$ амп/вольт) выпрямительное действие от нуля анодного тока так же не велико.

Из современных схем выпрямителей для автоматического радиоприема заслуживает особенного внимания схема (Лейтгаузера), применяемая в Германии (черт. 23). Эта схема имеет 2 лампы: двухсетчатую

для предварительного усиления и триодную лампу для конечного выпрямления. Вся схема питается от осветительной сети. При отсутствии сигнала ток через реле обуславливается напряжением (46 вольт), создаваемым осветительной сетью на участке сопротивления $a b$. При сигнале, когда на сетку последней лампы прикладывается положительное напряжение, ток через реле создается напряжением участка $b c$ и течет в противоположном направлении. Осциллограмма тока через реле при приеме буквы „а“ имеет вид, изображенный на черт. 24. Схема весьма проста в эксплуатации и не требует аккумуляторных батарей, что чрезвычайно удобно для эксплуатационных условий¹⁾.

Автор настоящей статьи в своих работах применил схему выпрямителя, изображенную на черт. 25 (стр. 602) и описанную в ТиТбп № 28. В этой схеме использован генераторный режим катодной лампы, почему схема 1) чрезвычайно чувствительна, а 2) обладает ограничительным действием. Особенностью ее является то, что замыкание реле вызывается резким падением тока до нуля, а в паузах током, проходящим через реле, якорь прижат к холостому контакту²⁾. Экспериментальным путем автор убедился, что реле Приса в этих условиях прекрасно работало при скоростях до 100 слов в мин, причем регулировка реле ничем не отличалась от регулировки при обычной работе реле.

Эту схему уместно будет здесь сравнить с заграничными схемами, использующими также генераторный режим ламп. Типичной в этом отношении схемой является так называемое „реле Тернера“³⁾. В реле Тернера приходящие сигналы на высокой частоте воздействуют прямо на сетку генераторной лампы (а не на контур, как в схеме автора), поэтому там пришлось столкнуться с явлением „колебательного гистерезиса“. Это явление было преодолено в схеме Тернера вторым реле, замыкающим на коротко обратную связь, причем число замыканий обратной связи на коротко в этой схеме зависит от скорости приема. Экспериментальным путем было установлено, что число этих замыканий в сек должно быть в 2,7 раза больше, чем число слов в мин. Таким образом при скорости 200 слов в мин требуется 540 замыканий реле в сек. Естественно, что подобная скорость замыкания реле особенно при высоких скоростях приема встречала в практике затруднения; поэтому от этого реле пришлось отказаться. Функции реле выполнял специальный коллектор, вращаемый с большой скоростью моториком. Такое приспособление вместе с тем позволяло легко изменять число замыканий. Впоследствии и от коллектора отказались, и схема получила

1) После того, как статья была написана, я узнал о чрезвычайно интересной и принципиально новой схеме, предложенной Г. А. Остроумовым. Эта схема по всей вероятности будет опубликована автором ее, потому я на ней здесь не останавливаюсь.

2) Если вместо батареи B_1 включить гридлик соответствующих электрических размеров, то схема будет работать на возрастание тока. Эту схему автор оставил, потому что она дает меньший эффект в работе.

3) Подробности см. в статье автора, ТиТбп № 28, стр. 2—28. 1925.

вид, изображенный на черт. 26 (стр. 602). Здесь колебательный гистерезис устраняется помощью тонального генератора, который через посредство специальной лампы модулирует анодное напряжение в генераторной лампе. Эта схема при больших скоростях приема для отчетливой записи потребовала вынесения обмоток реле с их высоким коэффициентом самондукции из цепи анода генераторной лампы в цепь анода специальной усилительной лампы, связанной с генераторной лампой через сопротивление R . Из черт. 26 совершенно определенно явствует сложность этой схемы, использующей также генераторный режим лампы, по сравнению со схемой автора.

Преимуществом же ее над схемой черт. 25 является то обстоятельство, что она избирательна по отношению к воздействующим на нее сигналам, тогда как в схеме черт. 25 принятые сигналы преобразовываются в приемнике сначала в токи низкой частоты и затем только подводятся к схеме пишущего выпрямителя. Но и это преимущество схемы черт. 26, если требуется пишущее устройство выделить с приемной станции и перенести в центральное бюро, в случае радиоузла, может стать серьезным недостатком схемы. Кроме того схема черт. 25 отличается принципиально от схемы черт. 25 тем, что она действует на возникновение колебаний, т.-е. на возрастание тока.

Усложнения схемы реле Тернера, как легко понять, обуславливаются главным образом необходимостью бороться „колебательный гистерезис“. Несколько более простым способом „колебательный гистерезис“ был преодолен:

1) Апплетоном¹⁾, предложившим воздействовать на сетку лампы переменным напряжением от городской сети для заполнения гистеретической петли.

2) Траутвейном²⁾, предложившим включать в общий участок цепей сетки и анода некоторое сопротивление, создающее при возникновении колебаний на сетке такое отрицательное напряжение, которое, делая колебательный процесс лампы неустойчивым, после прекращения действия сигнала, позволяет режиму лампы легко выйти из колебательного состояния.

Здесь мы не будем останавливаться на деталях этих схем, так как все же эти схемы в условиях эксплуатации пишущего радиоприема весьма сложны в обращении и мало устойчивы в работе. Тогда как схема, предложенная автором, насколько это показала лабораторная работа, в этом отношении почти ничем не отличается от обычных схем выпрямителей, принятых эксплуатационной практикой (см. черт. 23).

Независимо от схемы выпрямителя, имеет свои особенности при высоких скоростях и работа реле, используемого в радиотелеграфной практике. Особенности эти вообще заключаются в следующем:

1) J. J. E. E. № 326. Февраль 1924 г.

2) Zeitschrift für technische Physik, № 12. 1924.

При повышении скорости, для отчетливой записи, реле требует 1) увеличения тока от сигналов, проходящего через обмотки¹⁾ и 2) уменьшения расстояния между контактами²⁾.

Первое требование в условиях радиосвязи может быть осуществлено путем усиления сигналов, или повышения чувствительности выпрямительной схемы. Схема, предложенная автором (черт. 25), не повышая усиления сигналов, позволяет легко повысить чувствительность реле за счет небольшого повышения анодного напряжения. Другие схемы (напр. черт. 23) не дают этой возможности.

Второе требование при своем выполнении приводит к сильному искрению контактов тем более, что при повышении скорости требуется повышать ток и через аппарат. Искрение контактов в свою очередь приводит к следующим последствиям:

1) Форма посылок тока через аппарат сильно искажается и 2) искрящиеся контакты, вместе с проводами к аппарату составляют как бы вибратор, возбуждающий толчком приемную антенну, и тем самым создают сильное мешающее действие (реакция) на прием, искажающее иногда сигналы до неузнаваемости.

Таким образом автоматический прием вообще, а с большими скоростями — особенно, требует безусловного устранения искрения контактов.

Искрение контактов может быть устранено одним из следующих способов или еще лучше комбинацией приводимых ниже способов:

1) Применение дифференциальной схемы включения реле и аппарата. Подобная схема изображена на черт. 27. Особенность схемы та, что сигналы вызывают в одной из обмоток возрастание тока, в другой спадание тока. При таком включении чувствительность реле возрастает, и оказывается возможным несколько увеличивать расстояние между контактами. Кроме того батарея аппарата разделяется на две половины, причем одна половина напряжения всей батареи приходится на один контакт, другая половина — на другой. В результате этого при замыкании одного контакта ток посылается в одном направлении, при замыкании другого в противоположном, и, таким образом, на каждый контакт приходится только лишь половина всего изменения тока в цепи аппарата. Этим путем удастся значительно понизить искрение, но ограничиться только этой мерой нельзя. При применении двухсетчатых ламп дифференциальная схема может быть осуществлена помощью только одной лампы.

2) Включением искрогасящего конденсатора параллельно контактам реле. Этот конденсатор, если он взят большой емкости, может несколько исказить форму токов в цепи аппарата, поэтому, особенно для автома-

¹⁾ См. также стр. 590.

²⁾ См. Характеристики реле в ст. инж. Дашкевича: „Техника Связи“, том II, № 3 и 4, стр. 335.

тической записи с большими скоростями, емкость его нужно взять по возможности минимальной или лучше последовательно с шунтирующим конденсатором емкостью $2 \mu F$ включить сопротивление порядка 300 ом или дроссель (см. черт. 28).

3) Так как искрение в контактах реле обусловлено большим коэффициентом самоиндукции обмоток электромагнитов аппарата или точнее — большим значением постоянной времени ($\frac{L}{R}$) цепи, то хороших результатов в смысле устранения искрения можно добиться, если включить последовательно в цепь аппарата некоторое сопротивление (примерно 1000 ом); а параллельно этому сопротивлению конденсатор (см. черт. 27). Такое устройство требует некоторого повышения напряжения местной батареи в цепи аппарата, но зато действительным образом устраняет искрение контактов и обеспечивает быстрое нарастание тока в цепи, необходимое для отчетливой работы с большими скоростями. Осциллографические исследования показывают в этом отношении преимущество этого метода над методом, описанным в пункте 2.

4) Необходимость бороться с искрением контактов в реле приводит всегда к некоторому усложнению всей системы пишущей аппаратуры. Наилучших результатов в этом отношении можно добиться только в том случае, если выпрямительное устройство вместе с реле вынесено на некоторое расстояние от приемной установки, потому что малейшее, на глаз незаметное, искрение контактов всё же оказывает такое значительное действие на антенный контур (и другие контуры, если они не заэкранированы), при тех больших усилениях, которыми пользуются в практике пишущего радиоприема, что сигналы получаются искаженными, причем эти искажения при больших скоростях могут стать чрезвычайными. В заграничной практике по имеющимся сведениям в последнее время реле вместе с выпрямительными устройствами стали выносить в узлы.

Автор настоящей статьи, после продолжительных своих работ в этом направлении, нашел, что в смысле ликвидации искрения контактов реле и влияния вообще резких изменений тока в цепи аппарата не прием можно добиться исчерпывающих результатов только лишь при полном устранении реле из приемной установки. Для этого необходимо, чтобы изменение тока в цепи анода при последовательном включении обмоток ресивера Уитстона достигло по крайней мере 6—7 миллиампер¹⁾. Этим требованием вполне отвечает принятая и разработанная автором схема черт. 25. Действительно помощью этой схемы при некотором увеличении анодного напряжения (или накала на обычной приемной лампе) можно вызвать в анодной цепи изменение тока до 12 миллиампер, причем входящая в выпрямитель энергия от сигналов остается та же, что и для

¹⁾ Можно добиться работы ресивера и при токе в 4 миллиампера, но в этом случае регулировка получается чрезвычайно неустойчивой, и практически нетрудно убедиться, что надежной эксплуатационной работы аппарат не даст.

меньших изменений тока, например для изменений в 3—4 миллиампера, в случае применения реле. В этой схеме для перехода на запись без реле обмотки ресивера включаются непосредственно в анодную цепь. Таким образом эта схема при сравнительно незначительном усилении (см. ниже) и при использовании в выпрямителе обычных приемных ламп позволяет иметь уверенную запись без реле со всеми вытекающими отсюда преимуществами.

Автоматическая же запись без реле, кроме отмеченных выше преимуществ, обуславливаемых полной ликвидацией искрящихся контактов, дает еще следующие преимущества:

1. Повышает надежность приема, так как выпадает совершенно одно из самых больных мест быстродействующей записи, особенно в русской практике.

2. Упрощается по тем же причинам обслуживание аппаратуры. Все механические регулировки ограничиваются только лишь аппаратом. При пользовании реле регулировка аппарата и реле, как известно, тесно связаны друг с другом и при больших скоростях весьма кропотливы.

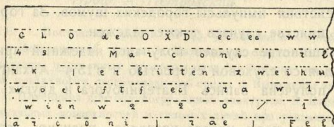
3. Повышает скорость приема, которая в этой системе помимо всех соображений, высказанных выше об „инерции“ колебательных контуров, определяется только самим аппаратом.

Вместе с тем используемая схема выпрямителя легко может быть выделена в центральный узел; в этом случае в узел передаются по кабелю токи низкой частоты, воздействующие уже на выпрямительную схему. Лабораторные испытания этого нового метода автоматического радиоприема дали весьма положительные результаты.

В качестве приемной установки автор использует 1) селекторную схему с одной лампой (подобную схеме 12) при аperiodической антенне и 2) 3-х ламповый усилитель двойного действия с регенерацией на высокой частоте, схема которого была описана в ТиТбп № 28. Этот усилитель в условиях автоматического радиоприема зарекомендовал себя с самой хорошей стороны. Он помимо большой чувствительности обнаружил некоторые ограничительные свойства по отношению к сигналам. Это ограничительное действие подобное тому, которое дает схема Тернера (черт. 20), обуславливается наложением на одни и те же лампы усиленных токов низкой частоты, благодаря чему из за возрастания тока сеток в лампах при продолжительных тире амплитуды колебательных токов не могут получить чрезмерного и вредного для отчетливой записи нарастания. При приеме волн свыше 12000 мт кроме того используется отдельный гетеродин.

Помощью этой аппаратуры автор статьи получил запись ряда заграничных радиостанций, работающих с наибольшей в настоящее время эксплуатационной скоростью 120 слов в минуту (продолжительные точки 0,0104 сек.). В качестве образца здесь на черт. 29 приводится запись радиостанции К-ии Маркони в Вене (позывной OXD) $\lambda = 3500$ метров

со скоростью 120 слов в минуту, произведенная 18 декабря 1924 г. 19 часов вечера. На черт. 30 приводится запись опытной работы Науэна ($\lambda = 12800$ метров) со скоростью 140 слов в минуту, полученная

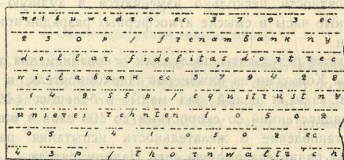


Черт. 29.

Продолжительность точки 0,01 сек.

14 февраля¹⁾. В России, поскольку автору это известно, записи по радиотелеграфу подобных скоростей являются рекордными, причем здесь необходимо отметить, что достигнуты они были легко, благодаря устранению механич. реле. Ежедневные лабораторные испытания этой системы автоматического приема, произведенные в течение 6 месяцев с ноября по апрель 1924—25 г. на действительный прием заграничных станций, показали, что:

1. Прием мощных европейских станций со всеми скоростями,



Черт. 30.

Продолжительность точки 0,008 сек.

с которыми эти радиостанции работали, во всякое время суток совершенно надежен.

2. Прием целого ряда европейских радиостанций, предназначенных для европейского обмена, как „малые“ POZ (aGO, aGN), Кенигвустер-

1) После сдачи этой статьи в печать, были произведены опыты приема Сокольниковского передатчика, работавшего специально для этих опытов со скоростями до 180 слов в мин, причем все быстрые работы Сокольниковых были полностью записаны. Интересно отметить, что управление энергией излучения Сокольниковского передатчика также совершалось при отсутствии механического реле. Работы в части передачи с большими скоростями в этих опытах протекали под руководством А. Л. Минц.

гаузен (*Wp*), Христиания (*LCX*), Вена (*OXp*), Малый Сент-Ассиз (*OFP*), Карлсбург (*SAj*), Лондон (*bLO*, *bLA*) и целый ряд других радиостанций, в утренние часы с любыми скоростями совершенно надежен. В вечерние часы прием некоторых более отдаленных радиостанций оказывают мешающие действия импульсы городских шумов. За городом вечером прием в большинстве случаев также надежен.

3. В большинстве случаев получался надежный прием Ташкента в 16 ч 30 м дня со слуховой скоростью и в 15 ч—Архангельска. Точно также была получена запись Екатеринбурга и других наших радиостанций.

4. В утренние часы иногда удавалось получить запись и американских станций (*MQL*, $\lambda = 17500$ и *WGG*, $\lambda = 15900$ метров). Но эта запись в тех условиях, в которых работает автор, ни в коем случае не может считаться надежной. Для придания ей надежности несомненно требуется установка за пределами города специальной приемной станции с однонаправленной антенной и антипаразитными свойствами.

Сооружение такой станции, конечно, потребует предварительного весьма тщательного изучения условий приема Америки. Тем не менее, насколько показали опыты автора, эта задача разрешима; за нее нужно только, как следует, взяться.

Кроме того получена была запись французской радиостанции в Китае в Пекине (*XVZ*).

В летнее время при сильных атмосферных разрядах эти положения по всей вероятности несколько изменяются в худшую сторону, но в благоприятные часы в смысле атмосферных разрядов прием наверное еще возможен.

Достигнутые результаты послужили основанием для демонстрации системы Комиссии из инженеров Наркомпочтеля, в присутствии которых был записан целый ряд малых и больших (*ACN*, *Lp*, *SAj*, *Mи*, *AGS*) радиостанций со скоростями до 100 слов в мин. Комиссия вынесла постановление о желательности испытания разработанной аппаратуры на радиотелеграфную сеть Наркомпочтеля.

Эти эксплуатационные испытания, надо думать, дадут весьма ценные материалы в отношении рациональности автоматической радиосвязи и позволят автору еще более усовершенствовать разработанную им систему, нуждающуюся в эксплуатационном опыте.

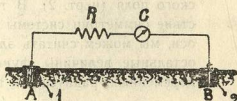
Размеры журнальной статьи и недостаток времени не позволяют автору полностью опубликовать те материалы, которые у него накопились по данному вопросу после почти 1½ годичной работы. Поэтому автор вынужден был в настоящей статье осветить только наиболее важные, по его мнению, моменты, положив в основу богатый и весьма ценный заграничный опыт в этой отрасли радиодола.

Теория измерения земных токов.

Проф. А. Петровский.

СОДЕРЖАНИЕ: 1. Постановка задачи. 2. Дф. уравнения и пограничные условия работы электрода в безграничной среде. 3. Нахождение общего интеграла для элек. потенциала. 4. Значения постоянных произвольных. 5. Влияние на величину элек. потенциала плоской поверхности, ограничивающей среду. 6. Выражение элек. потенциала для этого случая. 7. Потенциал при полупогруженном электроде. 8. Картина распределения изопотенциальных поверхностей и силовых линий при различных условиях.

1. При измерении земных токов в землю вставляют пару неполяризующихся электродов, соединенных друг с другом проводником через чувствительный гальванометр G (черт. 1). В этот проводник ответвляется из земли некоторая часть идущего по ней тока, причем все близлежащие токовые линии испытывают более или менее значительные изменения.



Черт. 1.

Схема измерения земных токов.

Ясно, что правильное суждение о величинах, характеризующих электрическое поле внутри земли, может быть сделано по наблюдению отклонения гальванометра лишь при надлежащем учете тех изменений, о которых было только что сказано. Этому учету и посвящена настоящая работа.

Для того, чтобы получить решение вопроса в простой и вместе с тем законченной форме, сделаем следующие предположения.

- 1) Исследуемое электрическое поле однородно и наблюдается в однородной изотропной безграничной среде.
- 2) Электроды имеют сферическую форму.
- 3) Уд. проводимость материала электродов во много раз больше таковой окружающей среды.
- 4) Расстояние между электродами весьма значительно по сравнению с размерами их.

Так как разнос электродов обычно не превосходит нескольких метров, то первое предположение является допустимым.

Форма электродам может быть придана сферическая, но, повидимому, с достаточным приближением выводы остаются справедливы и

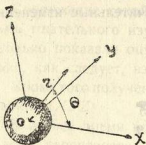
для цилиндрической формы, если диаметр и высота цилиндра приблизительно равны.

Уд. проводимость почвы может изменяться в пределах от 0,1 (морская вода) до 10^{-6} (сухая глина) мо на см, тогда как уд. проводимость меди составляет около 10^8 мо на см; следовательно, третье требование всегда бывает соблюдено в достаточной мере.

Расстояние между электродами обычно превышает диаметр электрода в 50–100 раз, что в достаточной мере удовлетворяет и четвертое требование.

В силу четвертого пункта можно совершенно не считаться с действием одного электрода на другой и рассматривать лишь искажение, которое имеет место в однородном поле при помещении в нем одного электрода.

2. Расположим правую систему полярных координат так, чтобы ось OX проходила через центр сферы, ограничивающей поверхность электрода, и была направлена вдоль силовых линий исследуемого однородного электрического поля (черт. 2). В таком случае, вследствие симметрии системы относительно этой оси, мы можем считать эл. потенциал U и все остальные величины функциями только двух переменных: радиуса r и полярного угла θ .



Черт. 2.

Электрод в безграничной среде.

Величина U должна удовлетворять дф. уравнению Лапласа, которое для рассматриваемого случая принимает вид:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial U}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 U}{\partial \theta^2} + \frac{\cot \theta}{r^2} \frac{\partial U}{\partial \theta} = 0. \quad (1)$$

Кроме того эта функция U должна быть конечна, однозначна и непрерывна, а также удовлетворять следующим условиям:

а) для поверхности электрода эл. потенциал должен иметь некоторое постоянное значение U_1 , следовательно,

$$r = r_0, U = U_1; \quad (2)$$

в) для любой весьма удаленной точки пространства эл. потенциал должен сохранить то значение, которое он имел до помещения электрода, следовательно, должен быть выражен функцией

$$r = \infty, U_{\infty} = U_0 - F(x - x_1) = U_0 - Fr \cos \theta, \quad (3)$$

где x_1 есть координата центра электрода, а U_0 и F суть заданные постоянные числа.

3. Решение этого дф. уравнения будем искать в виде

$$U(r, \theta) = U'(r) \cos \theta + U''(r), \quad (4)$$

где $U'(r)$ и $U''(r)$ суть функции только радиуса r .

Дифференцируя выражение (4) и подставляя в уравнение (1), получим уравнение

$$\left(\frac{\partial^2 U'}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial U'}{\partial r} - \frac{2}{r^2} U' \right) \cos \theta + \frac{\partial^2 U''}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial U''}{\partial r} = 0, \quad (1')$$

которое распадается на два обыкновенных дф. уравнения:

$$\frac{d^2 U'}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dU'}{dr} - \frac{2}{r^2} U' = 0, \quad (5)$$

$$\frac{d^2 U''}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dU''}{dr} = 0. \quad (6)$$

Далее делаем в уравнение (5) подстановку:

$$U'(r) = V'(r) r^n, \quad (7)$$

где $V'(r)$ некоторая новая функция от r , а n произвольное число; после соответствующих упрощений получаем:

$$r^2 \frac{d^2 V'}{dr^2} + 2(n+1)r \frac{dV'}{dr} + (n^2 + n - 2)V' = 0, \quad (8)$$

и так как n произвольно, то, назначив его

$$n = -2, \quad (9)$$

будем иметь еще более простое дф. уравнение

$$\frac{d^2 V'}{dr^2} - \frac{2}{r} \frac{dV'}{dr} = 0, \quad (10)$$

Решение дф. уравнений (10) и (6) уже не представляет затруднений, а именно, легко найти, что для уравнения (10):

$$V' = A r^3 + B, \quad (11)$$

а для уравнения (6):

$$U'' = \frac{C}{r} + D, \quad (12)$$

где A , B , C и D суть четыре произвольных постоянных. Подставляя полученные выражения (11) и (12) в (7) и (5), пишем выражение искомого потенциала в виде:

$$U = (Ar + \frac{B}{r^2}) \cos \theta + \frac{C}{r} + D. \quad (13)$$

4. Произвольные постоянные A , B , C и D находим по вышеприведенным пограничным условиям, именно: а) полагая в выражении (13) $r = \infty$, получаем:

$$U_{\infty} = A(x - x_1) + D \quad (3')$$

что, по отождествлении с пограничным условием (3), дает;

$$A = -F, \quad (14)$$

$$D = U_0; \quad (15)$$

б) полагая в выражении (13) $r = r_0$ и принимая во внимание (14) и (15), получаем:

$$U_1 = (-Fr_0 + \frac{B}{r_0^2}) \cos \theta + \frac{C}{r_0} + U_0, \quad (2')$$

что, по отождествлении с пограничным условием (2), дает:

$$B = Fr_0^3, \quad (16)$$

$$C = -(U_0 - U_1) r_0. \quad (17)$$

Из изложенного следует, что окончательное выражение для эл. потенциала есть:

$$U = U_0 - \frac{(U_0 - U_1)r_0}{r} - Fr \left(1 - \frac{r_0^3}{r^3}\right) \cos \theta. \quad (18)$$

5. До сих пор мы принимали, что электрод помещен в безграничной среде. В действительности же центр его помещается на некоторой глубине h под поверхностью земли (в частности h может быть равна нулю). Так как уд. проводимость воздуха ничтожна по сравнению с уд. проводимостью почвы, то токовые линии, дойдя до поверхности земли, вынуждены поворачивать горизонтально. Это вносит новое изменение в эл. поле, которое отзывается и во всех остальных точках его.

Математически оно приводит к тому, что, кроме двух пограничных условий, высказанных в п. 2, потенциал должен удовлетворять еще третьему пограничному условию, а именно, при

$$z = h, \quad \frac{\partial U}{\partial z} = 0.$$

К решению вопроса можно подойти следующим образом. Предположим:

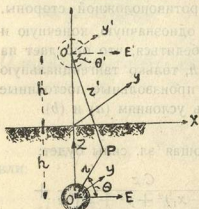
а) что на одной вертикали с электродом и на таком же расстоянии от поверхности земли, но выше последней, помещена вторая такая же точно сфера, черт. 3;

б) что поверхность раздела не существует более и все безграничное пространство заполнено той средою, в какой находится электрод;

с) что в верхней части пространства (под бывшей поверхностью раздела) имеется такое же однородное поле, какое и в нижней части;

д) что потенциал верхней сферы также постоянен и равен U_1 .

Короче говоря, представим себе зеркальное изображение заданного поля и электрода в поверхности земли и притом действительное (т.-е. без перемены знака потенциала). Это зеркальное изображение создает во всех точках пространства эл. потенциал u , который выражается такою же функцией, как выше (13), с тою лишь разницею, что вместо r нужно подставить r' (расстояние рассматриваемой точки от центра изображения) и вместо угла θ угол θ' ; следовательно, имеем:



Черт. 3.

Электрод и его электрическое изображение.

$$u = (Ar' + \frac{B}{r'^2}) \cos \theta' + \frac{C}{r'} + D. \quad (19)$$

Полный потенциал W , создаваемый в какой либо точке от всех причин, будет равен сумме потенциалов, создаваемых обоими сферами.

$$W = U + u = (Ar + \frac{B}{r^2}) \cos \theta + \frac{C}{r} + D + (Ar' + \frac{B}{r'^2}) \cos \theta' + \frac{C}{r'} + D, \quad (20)$$

или, в Декартовых координатах:

$$W = (A + \frac{B}{[(x-x_1)^2 + y^2 + z^2]^{3/2}})(x-x_1) + \frac{C}{[(x-x_1)^2 + y^2 + z^2]^{1/2}} + D + \\ + (A + \frac{B}{[(x-x_1)^2 + y^2 + (z-2h)^2]^{3/2}})(x-x_1) + \frac{C}{[(x-x_1)^2 + y^2 + (z-2h)^2]^{1/2}} + D. \quad (20^1)$$

Эта же функция W должна выражать и потенциал, создаваемый одним электродом при помещении его в однородную изотропную среду, безграничную с одной стороны и ограниченную плоскостью, находящуюся на расстоянии h от его центра, — с противоположной стороны.

6. Полученное выражение представляет однозначную, конечную и непрерывную функцию; кроме того легко убедиться, что оно дает на бывшей поверхности раздела, т.е. при $z = h$, только тангенциальную слагающую эл. силы¹⁾; остается подобрать произвольные постоянные A , B , C и D так, чтобы опять удовлетворить условиям (а) и (б).

¹⁾ Действительно, нормальная составляющая эл. силы будет:

$$-\frac{\partial W}{\partial z} = \frac{3B(x-x_1)z}{[(x-x_1)^2 + y^2 + z^2]^{5/2}} + \frac{Cz}{[(x-x_1)^2 + y^2 + z^2]^{3/2}} + \\ + \frac{3B(x-x_1)(z-2h)}{[(x-x_1)^2 + y^2 + (z-2h)^2]^{5/2}} + \frac{C(z-2h)}{[(x-x_1)^2 + y^2 + (z-2h)^2]^{3/2}}, \quad (22)$$

что, при подстановке $z = h$, дает

$$\left[-\frac{\partial W}{\partial z} \right]_{z=h} = 0.$$

Полагая в выражении (20) $r = \infty$, $r' = \infty$, пишем:

$$W_{\infty} = A(x - x_1) + D + A(x - x_1) + D \quad (3^2)$$

и, отождествляя с пограничным условием (3), находим:

$$A = -\frac{F}{2}. \quad (23)$$

$$D = \frac{U_0}{2}. \quad (24)$$

Если бы удалось удовлетворить и второе пограничное условие (2), то мы получили бы полное и безукоризненное решение вопроса.

Для этого полагаем в выражении (20), $r = r_0$ и принимаем во внимание соотношения, вытекающие из геометрического положения обоих сфер:

$$r'^2 = r^2 + 4h^2 \pm 4rh \sin \theta, \quad (25)$$

(знак $+$ относится к точкам электрода, лежащим ниже его центра, а знак $-$ к точкам, лежащим выше центра).

$$\frac{\cos \theta'}{\cos \theta} = \frac{r}{r'}. \quad (26)$$

Тогда получаем:

$$U_1 = (Ar_0 + \frac{B}{r_0^2}) \cos \theta + \frac{C}{r_0} + D + (Ar_0 + \frac{Br_0}{[r_0^2 + 4h^2 \pm 4r_0 h \sin \theta]^{3/2}}) \cos \theta + \\ + \frac{C}{[r_0^2 + 4h^2 \pm 4r_0 h \sin \theta]^{1/2}} + D, \quad (2^2)$$

или:

$$U_1 = [2Ar_0 + \frac{B}{r_0^2} (1 + \frac{r_0^3}{(r_0^2 + 4h^2 \pm 4r_0 h \sin \theta)^{3/2}})] \cos \theta + \\ + 2D + \frac{C}{r_0} (1 + \frac{r_0}{(r_0^2 + 4h^2 \pm 4r_0 h \sin \theta)^{1/2}}). \quad (2^2 \text{ bis})$$

Ясно, что удовлетворить это равенство тождественно при всяком

θ в общем случае невозможно; это происходит вследствие нахождения $\sin \theta$ в знаменателе двух слагаемых, входящих в выражение (2² bis), что делает эти слагаемые зависящими от угла θ . Поэтому подбираем произвольные постоянные B и C так, чтобы условие (2) удовлетворялось для некоторых двух частных значений угла θ , а именно, для $\theta = 0$ и $\theta = \pi$. Это дает нам равенства

$$U_1 = 2Ar_0 + \frac{B}{r_0^2} \left(1 + \frac{r_0^3}{(r_0^2 + 4h^2)^{3/2}}\right) + 2D + \frac{C}{r_0} \left(1 + \frac{r_0}{(r_0^2 + 4h^2)^{1/2}}\right), \quad (2^3)$$

$$U_1 = -2Ar_0 - \frac{B}{r_0^2} \left(1 + \frac{r_0^3}{(r_0^2 + 4h^2)^{3/2}}\right) + 2D + \frac{C}{r_0} \left(1 + \frac{r_0}{(r_0^2 + 4h^2)^{1/2}}\right). \quad (2^3 \text{ bis})$$

Отсюда получаем:

$$B = -\frac{2r_0^3 A}{1 + \frac{r_0^3}{(r_0^2 + 4h^2)^{3/2}}} = -\frac{Fr_0^3}{1 + \frac{r_0^3}{(r_0^2 + 4h^2)^{3/2}}}, \quad (27)$$

$$C = \frac{(U_1 - 2D)r_0}{1 + \frac{r_0}{(r_0^2 + 4h^2)^{1/2}}} = -\frac{(U_0 - U_1)r_0}{1 + \frac{r_0}{(r_0^2 + 4h^2)^{1/2}}}. \quad (28)$$

Комбинируя выражения (20), (23), (24), (27) и (28), можно написать приближенное выражение потенциала, которое, в виду его сложности, мы не приводим.

Полученный результат тем точнее, чем глубже под поверхностью земли помещен электрод. При $\frac{h}{r_0} \gg 10$ ошибка уже не превышает нескольких процентов.

7. Существует, однако, частный случай, когда выражение для потенциала делается совершенно точным. Это имеет место, если электрод помещается так, что центр его находится на самой поверхности раздела. Такой полупогруженный электрод имеет $h = 0$. В таком случае зеркальное изображение сливается с самим электродом.

Из формул (25) и (26) следует:

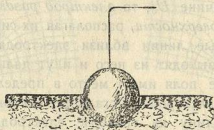
$$r' = r, \quad \theta' = \theta. \quad (29)$$

Следовательно, выражение (2^a) принимает вид:

$$U_1 = 2 \left(Ar_0 + \frac{B}{r_0^2} \right) \cos \theta + 2 \left(\frac{C}{r_0} + D \right), \quad (2^a)$$

и ему можно удовлетворить тождественно, полагая:

$$B = -Ar_0^3 = \frac{Fr_0^3}{2}, \quad (30)$$



Черт. 4.

Электрод, погруженный наполовину.

$$C = \frac{(U_1 - 2D)r_0}{2} = -\frac{(U_0 - U_1)r_0}{2}. \quad (31)$$

При этом окончательное выражение для электрического потенциала является вполне точным и принимает вид:

$$W = U_0 - \frac{(U_0 - U_1)r_0}{r} - Fr \left(1 - \frac{r_0^3}{r^3} \right) \cos \theta, \quad (32)$$

т.е. выражение электрического потенциала для полупогруженного электрода тождественно с выражением, полученным для электрода, помещенного в однородной изотропной безграничной среде.

8. На черт. 5—10 представлено электрическое поле на поверхности раздела для случая полупогруженного электрода.

Построение сделано по следующим данным:

радиус электрода $r_0 = 5$ ом;

начальный потенциал в плоскости, проходящей через
центр электрода, $U_0 = 10$ V;

начальная эл. сила однородного эл. поля. $F = 0,2 \frac{\text{V}}{\text{см}};$

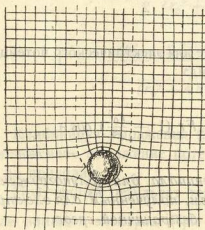
потенциал электрода во время работы принят равным:

а)	на чер.	5	U_1	равно	10,0	V.
б)	"	"	6	"	8,50	V.
в)	"	"	7	"	7,90	V.
г)	"	"	8	"	7,42	V.
д)	"	"	9	"	7,00	V.
е)	"	"	10	"	0,00	V.

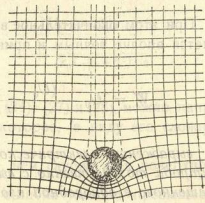
Рассмотрение этих рисунков показывает следующее:

а) Погружение электрода в почву имеет следствием искажение эл. поля. Если потенциал на электроде во время работы остается равным первоначальной величине U_0 , то электрод раздвигает в обе стороны изопотенциальные поверхности, располагая их симметрично около себя. Вместе с тем силовые линии вблизи электрода изгибаются, входят в электрод, а затем выходят из него и идут дальше ко второму электроду. Это искажение поля имеет место в пределах тройной площади поперечного сечения электрода. Остальные силовые линии слегка выгибаются, образуя впадину на траверзе электрода и затем принимают прежнее направление. На очень небольшом расстоянии (примерно на расстоянии двойного радиуса, считая от центра) от электрода, эл. поле сохраняет почти в полной мере свою однородность.

Пунктир указывает границы трех районов, на которые разделено



Черт. 5.

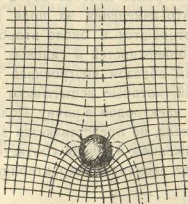


Черт. 6.

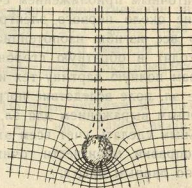
пространство: район захвата, район пропуска и район обхода силовых (а вместе с тем и токовых) линий.

б) Если потенциал электрода во время работы делается меньше, что имеет место во время потребления тока, то симметрия нарушается: изопотенциальные линии поля со стороны входа изгибаются сильнее и охватывают электрод, как бы стремясь сообщить ему движение по направлению к второму электроду. Вместе с тем район искаженного

поля увеличивается, а силовой поток, входящий в электрод, оказывается не равен силовому потоку, выходящему из электрода. Изгиб линий, обходящих электрод, происходит теперь уже не на траверзе центра, а в промежутке между первым и вторым электродом.

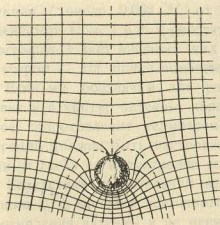


Черт. 7.

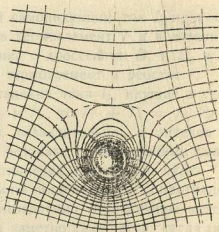


Черт. 8.

Предельный случай описанных изменений представлен на черт. 9, где силовой поток, собирающийся с двенадцатикратной площади, входит через всю поверхность электрода; выходящие силовые линии совершенно отсутствуют, а весь промежуток между электродами заполняется линиями, обходящими электрод со стороны. Искажение поля остается заметным примерно на расстоянии четырех радиусов от центра электрода.



Черт. 9.



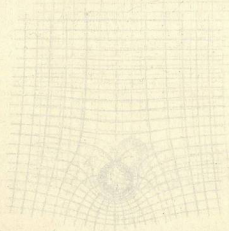
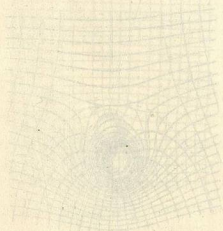
Черт. 10.

в) При дальнейшем изменении потенциала, пространство, окружающее электрод, разделяется уже только на две части; район захвата и район обхода. В первом силовые линии, изгибаясь более или менее резко, входят в электрод со всех сторон; силовые линии второго района обходят электрод и, уклонившись от прямолинейного направления,

заполняют, хотя и с меньшей плотностью, все пространство между электродами. *Границы искажения поля* при этом *значительно расширяются* и становятся в зависимости не только от размеров электрода, но и от расстояния между ним и вторым электродом.

При значительном расстоянии электродов друг от друга можно с достаточным приближением считать, что изменения эл. поля, происходящие около первого электрода, повторяются и около второго, но только все изгибы изопотенциальных поверхностей и силовых линий происходят в обратную сторону. Таким образом построенная теория дает нам полную картину тех искажений, которые испытывают исследуемое эл. поле вследствие погружения электродов в почву. Пользуясь найденным выражением для эл. потенциала, не представляется затруднительным сделать учет всем этим искажениям и, введя соответствующие поправки, произвести точный расчет элементов, характеризующих поле, по данным опыта.

Пользуясь случаем отметить громадную помощь, которую оказал мне в этой работе б. преподаватель Морского Инженерного Училища инж. А. А. Федоров, вычисливший по формуле (33) и вычертивший по точкам все поля, представленные на чертежах 5—10. Как ему, так и сотруднику Л. Э. Э. Л. Т. Ф. Лесникову, изготовлявшему остальные чертежи, приношу свою искреннюю благодарность.

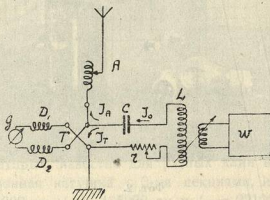


АНТЕННЫЙ ОММЕТР.

В. Яковлев.

В радиотехнике давно ощущается потребность в приборе, позволяющем просто, скоро и достаточно точно определять сопротивление антенны. По предложению В. В. Татаринова весной 1925 г. мною была в его лаборатории разработана конструкция „антенного омметра“. В основу этого прибора был положен принцип разветвления тока, предложенный Н. Pauli¹⁾.

Схема омметра дана на черт. 1. На этом чертеже W обозначает ламповый генератор мощностью около 10 в. С ним сильно связана само-



Черт. 1.

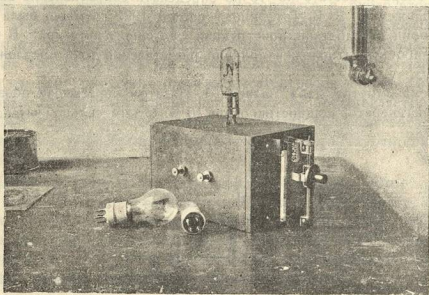
индукция L около 0,002 H; от этой самоиндукции ток I_0 идет через конденсатор $C = 1 \mu F$ и реостат r в термоэлемент T и в антенну A . Фотография 2 дает внешний вид ящика с дросселями D_1 и D_2 и конденсатором C . На ящике помещается термоэлемент и реостат r .

Если мы обозначим два разветвления тока I_0 , идущие в термоэлемент и в контур антенны, через I_T и I_A , то $I_T + I_A = I_0$. Индуктивное сопротивление термоэлемента незначительно, а антенна при измерении должна быть настроена в резонанс с приходящими колебаниями, и тогда ее индуктивное сопротивление тоже равно нулю.

Вследствие значительной величины индуктивного сопротивления катушки L , I_0 остается постоянным, независимо от величины ваттного сопротивления антенны и не меняется заметно даже тогда, когда антенна совершенно отсоединена. В этом последнем случае $I_T = I_0$. Когда же присоединяется параллельно термоэлементу антенна, то I_T убывает более или менее в зависимости от сопротивления антенны. Настройка генератора в резонанс с антенной отмечается резким минимумом тока в термоэлементе, а следовательно и в соединенном с ним гальванометре g .

1) Zeitschrift für Physik. B. VI, p. 118. 1921.

Измерение производится следующим образом. Сначала генератор настраивается в резонанс с антенным контуром, потом выключается антенна, и при помощи переменной связи катушки L с генератором получается определенный ток I_0 , дающий, например, отклонение на гальванометре g равное 150 делениям. Точная установка гальванометра на 150 делений достигается реостатом r . Далее включается контур



Фот. 2.

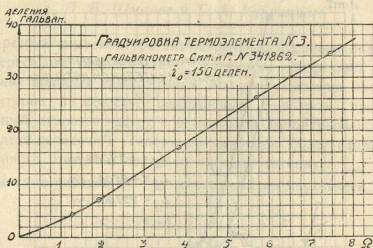
антенны параллельно термоэлементу; при этом показание гальванометра падает до некоторой величины i . Это значение i есть функция одного только ваттного сопротивления антенны, которое и определяется по соответствующей графике¹⁾.

Для получения графики необходимо градуировать термоэлемент. Эта градуировка производится заменой контура антенна—земля магазином безиндукционных сопротивлений с включенной последовательно емкостью ($4\mu F$), имеющей целью преградить в эту цепь доступ постоянному току. Включая известные сопротивления, отмечаем получающиеся показания гальванометра и строим графику $R = f(i)$. Градуировка производится при длине волны, соответствующей резонансу контура, состоящего из емкости $4\mu F$ и подводящих проводов. Наступление резонанса отмечается отсутствием отклонения гальванометра при замкнутом накоротко магазине сопротивлений. Такая графика дана на черт. 3 для термоэлемента № 3 и для I_0 , соответствующего отклонению гальванометра на 150 делений.

Прибор дает сопротивление антенны вместе с сопротивлением удлинительной катушки. Если требуется выделить сопротивление соб-

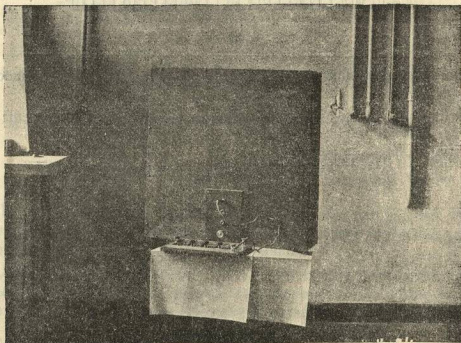
¹⁾ При измерениях требуется полное устранение непосредственного влияния генератора на контур антенны, что узнается по отсутствию отклонения гальванометра при разомкнутой катушке связи L .

ственно антенны, то надо промерить сопротивление удлинительной катушки отдельно при данной длине волны, составив контур из этой катушки и из переменного воздушного конденсатора. Так как эта



Черт. 3.

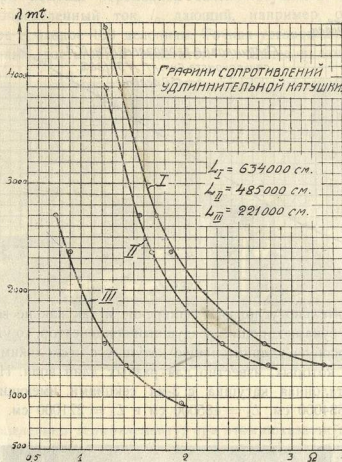
операция значительно усложняет измерение и так как не всегда может оказаться под руками хороший воздушный конденсатор, то удобно иметь при приборе особую удлинительную катушку с несколькими секциями, сопротивление которых известно для разных длин волн. На фотогр. 4 изображена эталонная катушка с 3-мя секциями, имеющими самоиндукцию $L_1 = 634000$ см, $L_2 = 485000$ см и $L_3 = 221000$ см.



Фот. 4.

На черт. 5 даны графики их сопротивлений при разных длинах волн.

Прибор дает возможность в несколько минут определить сопро-



Черт. 5.

тивление антенны или другого колебательного контура с точностью до 2—3%.

Май 1925 г.

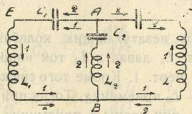
Нижегородская Радиолaborатория
имени В. И. Ленина.

Многоволновые антенны.

П. В. Шмаков и Г. А. Куприянов.

Сложные резонансные контура симметричного строения обладают многими интересными особенностями, могущими разрешить некоторые практические вопросы радиотехники. Мы уже указывали на применение таких контуров в качестве резонансных фильтров, пропускающих определенный диапазон частот с одинаковой амплитудой¹⁾, а также для целей дуплекс-передачи²⁾. Теперь мы разберем более сложный случай одновременного приема и передачи на одну антенну.

Рассмотрим сначала контур, состоящий из двух ячеек с магнитно-



Черт. 1.

емкостной связью (черт. 1). Общее уравнение энергии в таком контуре, как мы уже знаем, имеет вид:

$$\omega^4 (1 - k_1^2) - 2\omega^2 a^2 (1 - k_1 k_2) + a^4 (1 - k_2^2) = 0, \quad (1)$$

где

$$k_1 = \frac{L_3}{L_1 + L_3}, \quad k_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_3}, \quad a = \frac{C_1 + C_2}{(L_1 + L_2)C_1 C_2}. \quad (2)$$

Две волны, на которые резонирует данный контур, будут:

$$\frac{1}{\omega_1^2} = L_1 C_1 \quad \text{и} \quad \frac{1}{\omega_2^2} = \frac{(L_1 + 2L_2) C_1 C_2}{2 C_1 + C_2}. \quad (3)$$

Из этих выражений видно, что, изменяя L_1 или C_1 , мы будем изменять только вторую волну, причем пределы этих изменений произвольны; первая же волна остается постоянной.

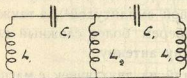
Для определения величины всех самоиндукций и емкостей по заданным ω_1 и ω_2 мы имеем только два уравнения (3), а потому можем произвольно задаваться двумя из четырех неизвестных. Если же положим

1) ТИТбп № 20, стр. 222. 1923. *Jahrb. d. drahtl. Tel. und Tel.* B. 23, H. 1, p. 15. 1924.

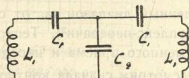
2) ТИТбп № 22, стр. 492. 1923.

$L_2 = 0$, то приходим к схеме, изображенной на черт. 2¹⁾. А если $C_2 = \infty$, то получим схему черт. 3.

Вернемся к черт. 1. Первая волна образуется во внешнем контуре $EAFBE$, и соответствующий ток имеет мгновенное направление по стрелкам 1 (или обратное им), причем между точками A и B всегда будет иметься нулевая разность потенциалов. Что касается второй волны, то соответствующий ток имеет мгновенное направление по стрелкам 2 (либо обратное им). На основании этого свяжем с L_1 индуктивно само-

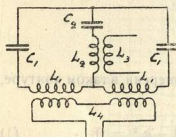


Черт. 2.



Черт. 3.

индукцию L_4 генератора незатухающих колебаний (черт. 4) таким образом, чтобы ток от L_4 давал в L_1 ток направления прямого (или обратного) стрелкам (1) черт. 1. Кроме того свяжем L_2 с самоиндукцией L_3 приемника. Тогда при тщательном выполнении

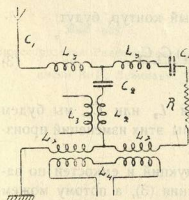


Черт. 4.

схемы в приемнике не обнаружится никаких колебаний, если волна приемника не слишком близка к волне передатчика, причем допустимое расхождение обобщивается величиной затухания контуров и силой связи между ними.

Чтобы определить элементы рассматриваемого сложного контура, нужно воспользоваться выражениями (3). Полагая емкость антенны C_1 известной и задавая произвольно, например, величиной C_2 , из выражений (3) найдем:

$$L_1 = \frac{1}{C_1 \omega^2} \text{ и } L_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{2C_1 + C_2}{C_1 C_2 \omega^2} - L_1 \right). \quad (4)$$

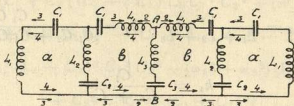


Черт. 5.

Переход от описанной схемы к передаче и приему на антенну прост (черт. 5). L_3 —, попрежнему, приемник, L_4 — передатчик, $L_x + L_y = L_1$, C_1 — емкость антенны, R — сопротивление антенны. В этой схеме, оставляя постоянной волну передатчика, можно устанавливать резонанс на любую приемную волну, изменяя L_2 или C_2 , или то и другое.

1) Этот случай встречается в работах Татарина (ТиТбп № 17. 1922).

Теперь разберем более сложную схему. Возьмем контур, состоящий из 4-х ячеек с магнитно-емкостными связями (черт. 6). Такой контур будет резонировать вообще на 4 волны.



Черт. 6.

Дифференциальные уравнения для этого контура в случае резонанса будут:

$$\left. \begin{aligned}
 &+L_1 \frac{d^2 i_1}{dt^2} + \frac{i_1}{C_1} + \frac{i_1}{C_2} + L_2 \frac{d^2 i_1}{dt^2} - L_2 \frac{d^2 i_2}{dt^2} - \frac{i_2}{C_2} = 0 \\
 &-L_1 \frac{d^2 i_1}{dt^2} - \frac{i_1}{C_2} + L_2 \frac{d^2 i_2}{dt^2} + \frac{i_2}{C_2} + L_1 \frac{d^2 i_2}{dt^2} + \frac{i_2}{C_1} + L_3 \frac{d^2 i_2}{dt^2} + \frac{i_2}{C_3} - \\
 &\quad - L_3 \frac{d^2 i_3}{dt^2} - \frac{i_3}{C_3} = 0 \\
 &-L_3 \frac{d^2 i_2}{dt^2} - \frac{i_2}{C_3} + L_3 \frac{d^2 i_3}{dt^2} + \frac{i_3}{C_3} + L_1 \frac{d^2 i_3}{dt^2} + \frac{i_3}{C_1} + L_2 \frac{d^2 i_3}{dt^2} + \\
 &\quad + \frac{i_3}{C_2} - L_1 \frac{d^2 i_4}{dt^2} - \frac{i_4}{C_2} = 0 \\
 &-L_1 \frac{d^2 i_3}{dt^2} - \frac{i_3}{C_2} + L_1 \frac{d^2 i_4}{dt^2} + \frac{i_4}{C_2} + L_1 \frac{d^2 i_4}{dt^2} + \frac{i_4}{C_1} = 0
 \end{aligned} \right\} (5)$$

Из этих уравнений, по методу, описанному ранее¹⁾, получим два квадратных уравнения относительно ω^2 .

$$\left. \begin{aligned}
 &\omega^4 [1 + k_2 - k_1^2 (1 - k_2)] - \omega^2 [a^2 [1 + k_2 - k_1 (1 - k_2) k_4] + \\
 &+ b^2 [1 + k_3 - k_1 (1 - k_3) k_4]] + a^2 b^2 [1 + k_3 - (1 - k_3) k_4^2] = 0 \\
 &\omega^4 [(1 - k_2) (1 - k_1^2)] - \omega^2 [a^2 (1 - k_2) + b^2 (1 - k_3)] (1 - k_1 k_4) + \\
 &\quad + a^2 b^2 [(1 - k_3) (1 - k_4^2)] = 0
 \end{aligned} \right\} (6)$$

1) Jahrb. d. d. T. u. T. B. 23, p. 18. 1924.

где

$$\left. \begin{aligned} a^2 &= \frac{C_1 + C_2}{(L_1 + L_2) C_1 C_2}; \quad b^2 = \frac{C_1 C_2 + C_1 C_3 + C_2 C_3}{(L_1 + L_2 + L_3) C_1 C_2 C_3}; \\ k_1 &= \frac{L_1}{L_1 + L_2}; \quad k_2 = \frac{L_3}{L_1 + L_2 + L_3}; \quad k_3 = \frac{C_1 C_2}{C_1 C_2 + C_1 C_3 + C_2 C_3}; \\ k_4 &= \frac{C_1}{C_1 + C_2}. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

После подстановки в уравнение (6) вместо a^2 , b^2 и всех k их выражений через L и C (7), заметим, что корни ω_1^2 и ω_2^2 первого уравнения (6) зависят от всех L и C . Корни же второго уравнения (6) имеют вид:

$$\omega_3^2 = \frac{2 C_1 + C_2}{(L_1 + 2 L_2) C_1 C_2}. \quad (8)$$

$$\omega_4^2 = \frac{1}{L_1 C_1}. \quad (9)$$

Из рассмотрения последних корней видно, что мы можем изменять как угодно величины L_2 , L_3 , C_2 и C_3 , не нарушая этим резонанса для частоты ω_4 . Если же мы будем изменять только L_3 и C_3 , то резонанс сохранится для обоих частот ω_3 и ω_4 .

Подставляя в первое уравнение (6) выражения (7), мы можем придать ему такой вид:

$$\left. \begin{aligned} &\omega^4 [(L_1 + L_2)(L_1 + L_2 + 2 L_3) - L_1^2] C_1^2 C_2 C_3 - 2 \omega^2 [(L_1 + L_2)(C_1 C_2 + \\ &+ C_1 C_3 + C_2 C_3) + L_3 (C_1 + C_2) C_3 - L_2 C_1 C_3] C_1 + 2 C_1 (C_1 + C_2) + \\ &+ (2 C_1 + C_2) C_3 = 0 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Откуда определяется C_3 :

$$\left. \begin{aligned} C_3 &= 2 \left\{ \omega^2 (L_1 + L_2) C_1 C_2 - (C_1 + C_2) \right\} : \left\{ \omega^4 [(L_1 + L_2)(L_1 + L_2 + \right. \\ &+ 2 L_3) - L_1^2] C_1 C_2 - 2 \omega^2 [(L_1 + L_2 + L_3)(C_1 + C_2) - \\ &\left. - L_2 C_1] + \frac{2 C_1 + C_2}{C_1} \right\} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Сравнивая C_3 для ω_1^2 и ω_2^2 , определим L_3 через L_1 , L_2 , C_2 , ω_1^2 и ω_2^2 :

$$L_3 = \left[-\omega_1^2 \omega_2^2 (L_1 + L_2) (L_1 + 2L_2) L_1 C_1^2 C_2^2 + (\omega^2 + \omega_2^2) (L_1 + 2L_2) L_1 (C_1 + C_2) C_1 C_2 - (L_1 + L_2) C_2^2 - 2L_1 C_1 (C_1 + C_2) \right] : 2 \left[\omega_1^2 \omega_2^2 (L_1 + L_2)^2 C_1^2 C_2^2 - (\omega_1^2 + \omega_2^2) (L_1 + L_2) (C_1 + C_2) C_1 C_2 + (C_1 + C_2)^2 \right] \quad (12)$$

Выражение (12), определяющее L_3 , должно быть больше нуля, но, рассматривая его, убеждаемся, что условие это соблюдается при произвольных L_1 , L_2 , C_1 и C_2 только при определенном соотношении между ω_1^2 и ω_2^2 . Для получения этого соотношения произведем деление, указанное в ур-нии (12), и, налагая условие, что результат деления должен быть больше нуля, выведем зависимость между ω_1^2 и ω_2^2 :

$$\frac{(L_1 C_1 - L_2 C_2)^2}{L_1 (L_1 + 2L_2) (L_1 + L_2) (C_1 + C_2) C_1 C_2} + a^2 > \omega_1^2 + \omega_2^2 - \frac{\omega_1^2 \omega_2^2}{a^2} > a^2, \quad (13)$$

где a^2 имеет то же значение, что и в выражении (7).

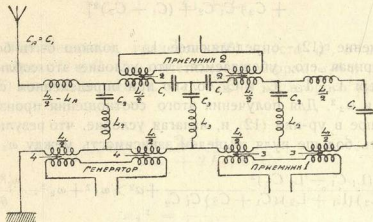
Если для практических целей представит какое либо неудобство то обстоятельство, что четырех'ячейный контур не может дать четырех произвольных волн, так как две из них связаны соотношением (13), то такой контур все же будет резонировать на три совершенно произвольно заданных волны.

Произведем полный расчет такого контура. Из ур-ния (9), задаваясь C_1 , определяем L_1 . Затем, задаваясь C_2 или L_2 , определяем из ур-ния (8) другую неизвестную величину. Таким образом, по заданным частотам ω_3 и ω_4 у нас будут известны L_1 , L_2 , C_1 и C_2 , а следовательно из выражения (7) и a^2 . Тогда, обозначая третью, произвольно заданную частоту, положим, через ω_2 , из выражения (13) определяем пределы для ω_1^2 и, выбирая соответственно какое либо значение для ω_1^2 , из ур-ния (12) находим L_3 , а затем из ур-ния (11) — C_3 . Таким путем контур будет рассчитан полностью и, построенный по этому расчету, будет резонировать на три произвольно заданные волны. При этом, как мы уже указывали, изменяя плавно только L_3 и C_3 , мы будем плавно менять лишь ω_2 (и связанную с ней ω_1), другие же две частоты ω_3 и ω_4 будут оставаться постоянными. При увеличении L_3 или C_3 , вообще говоря, будут увеличиваться и длины волн, соответствующие угловым частотам ω_1 и ω_2 , и наоборот.

Обращая внимание на вид выражений (8) и (9), мы выводим заключение, что ток, соответствующий частоте ω_1 , имеет мгновенное направление по стрелкам 4 (черт. 6) или обратное им; ток соответствующий ω_3 , — по стрелкам 3 (или обратное). Для обоих этих частот между

точками A и B будет всегда нулевая разность потенциалов. Что касается токов частоты ω_1 и ω_2 , то они будут иметь направление по стрелкам 2 (или обратное им).

Положим теперь, что мы хотим с одной антенной передавать какую то частоту ω_1 и принимать какие то две произвольные частоты ω_3 и ω_2 . Для этой цели мы можем воспользоваться, например, схемой, изображенной на черт. 7. Чтобы ее построить, нужно знать самоиндукцию L_A антенны и ее емкость C_A . Выбирая $C_1 = C_A$, находим, как



Черт. 7.

указано выше, все L и C для заданных частот ω_1 , ω_3 и ω_2 . Свяжем теперь наш генератор с антенным контуром таким образом (черт. 7), чтобы ток, текущий в генераторных катушках, наводил в соответствующих катушках контура ток по стрелкам 4 (или обратно им). Первый приемник, на частоту ω_3 , свяжем с контуром так, чтобы текущий в контуре ток по стрелкам 3 (или обратно им), наводил в катушках данного приемника ток одного направления. Второй приемник свяжем с антенным контуром подобным-же образом, чтобы ток, текущий по стрелкам 2, индуцировал в катушках этого приемника токи одного направления.

Соответствующие настройки удобнее производить в некоторой последовательности. Установив L_1 и C_1 для генератора, мы можем, изменяя L_2 и C_2 , настроиться на приемную частоту ω_3 , а затем, меняя L_3 или C_3 , — на частоту ω_2 , причем последнюю настройку мы можем менять произвольно, не влияя на настройки с частотами ω_1 и ω_3 .

В заключение следует остановиться на одном практическом замечании. Частоты, как мы сказали, могут быть произвольными. Но, рассчитывая по ним все емкости и самоиндукции сложного контура, приходится произвольно задаваться некоторыми L или C . Поэтому следует емкости и самоиндукции первоначально определять для крайних частот, дабы убедиться, что величины C и L будут иметь удобные размеры.

0 силах, изменяющих форму проводников с током.

Инж. В. Ильченко.

Опытами Геринга доказано, что цепь, состоящая из жидкого проводника, под влиянием проходящего по ней тока сжимается (уменьшается в поперечном сечении) и растягивается (в длину). И вот возникает вопрос—могут-ли объяснить это явление уравнения электродинамики или нет.

Европейские авторы, в противоположность Герингу (ТиТбп №№ 20 и 21, 1923 г.), склоняются в пользу основных законов электродинамики. Одна из таких статей, принадлежащая проф. Ломбарди, была напечатана в ТиТбп № 28, февраль 1925. Этот автор делает некоторые выводы, с которыми трудно согласиться.

1. Проводники с токами, одинаково направленными, притягиваются друг к другу. Отсюда вычисляется сила радиального давления вследствие взаимного притяжения нитей с токами¹). На расстоянии r от оси эта сила равна

$$g_r = \frac{i^2}{\pi R^4} (R^2 - r^2). \quad (1)$$

Это давление равно 0 на периферии и получает максимум на оси

$$g_0 = \frac{i^2}{\pi R^2}. \quad (2)$$

2. Натяжение вдоль силовых магнитных линий, или, что тоже, давление во все другие стороны равно

$$P_r = \frac{1}{8\pi} H_r^2 = \frac{i^2 r^2}{2\pi R^4}. \quad (3)$$

Эта величина достигает максимума на периферии $\frac{i^2}{2\pi R^2}$ и 0 на оси. Ломбарди не довольствуется формулой (1), но произвольно прибавляет еще давление Максвелла (3). У него получается

$$\varphi = P_r + g_r = \frac{i^2}{\pi R^4} (R^2 - r^2/2). \quad (4)$$

Это выражение имеет минимум на периферии $i^2/2\pi R^2$ и максимум на оси $i^2/\pi R^2$. Между тем давление Максвелла не есть реальное давление

в весомой материи, а только лишь давление в гипотетической среде, предположение о существовании которой позволяет объяснить электромагнитные силы, на что указано еще самим Максвеллом (§ 641).

Для вычисления продольной растягивающей силы Ломбарди пользуется подкупающим методом. Он берет производную от потенциальной энергии рассматриваемого отрезка проводника по его длине. Но автор забывает, что эта формула имеет смысл только для замкнутой цепи. Действительно, иногда удобно говорить о самоиндукции участка цепи, но эта условность не может привести к точным результатам, если не рассматривать взаимоиндукции с участком, замыкающим цепь, и самоиндукции этого участка. Не обращая на это внимания, Ломбарди приходит к неполной формуле

$$F' = -\frac{1}{2}i \frac{\partial}{\partial l} L = -\frac{1}{2}i^2 \frac{\partial}{\partial l} [l (\log_e \frac{2l}{R} - \frac{3}{4})] = -i^2 (\log_e \frac{2l}{R} + \frac{1}{4}). \quad (5)$$

Употребляемый метод не дает возможности сказать, приложена ли сила к рассматриваемому участку цепи, или к какой либо части остальной цепи, которая должна деформироваться при изменении.

Тут же уместно заметить, что, хотя из формулы Ампера

$$df = \frac{i' \cdot i'' \cdot ds' \cdot ds''}{r^2} (\cos \varepsilon - \frac{3}{2} \cos \vartheta' \cdot \cos \vartheta'') \quad (6)$$

как будто и можно вывести продольную слагаемую, но при рассмотрении действия всей цепи на какой либо один элемент эти слагающие, понятно, взаимно уничтожаются.

В общем же на основании до сих произведенных анализов этого явления, можно сказать, что—с одной стороны—отвергаются попытки Геринга ревизировать основные законы, а с другой стороны, сторонники Максвелла еще не пришли к определенному выводу.

Заслуга Геринга несомненно заключается в том, что он задал несколько очень интересных задач о взаимоотношениях различных частей одной и той же электрической цепи. Интересно также отметить, что нет сообщений о повторении опытов или об опытной проверке формул. Причина, должно быть, в том, что для опыта требуются проводники большого сечения и токи большой интенсивности.

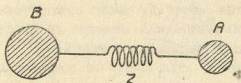
О распространении радиоволн.

В. Кузнецов.

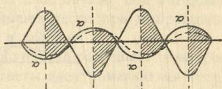
Современная литература совершенно не освещает нижеописанного явления, происходящего при работе отправительной антенны.

Представим себе два емкостных тела A и B , соединенных между собой самоиндукцией L . Допустим, что колебания, могущие возникнуть в этой системе, будут происходить без всяких потерь на преодоление сопротивлений и излучение (черт. 1).

Если, под действием какой либо причины (работа разрядника), в системе возникнут колебания, то они будут совершаться бесконечно долго, причем оба тела будут непременно заряжаться то одним знаком, то другим (плюс или минус), и изменение их потенциала будет графически изображаться некоторыми синусоидальными кривыми (черт. 2).

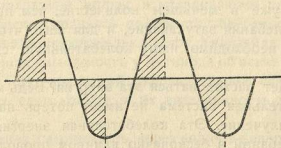


Черт. 1.



Черт. 2.

Если мы синусоиду каждой полуволны разделим линией, соединяющей точки высшего потенциала, то увидим, что левая часть полуволны (работа самоиндукции) будет точно равна правой части (работа разряда); это равенство характеризует незатухающие колебания системы.



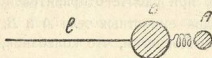
Черт. 3.

Черт. 3 показывает сумму абсолютных величин меняющегося потенциала емкостей A и B .

Далее, если одно из емкостных тел B мы соединим с бесконечно длинным проводником l (черт. 4), то колебания в нашей системе, возбужденные так-же ударом, примут несколько иной характер.

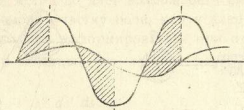
Благодаря тому, что тело B , при изменениях своего потенциала

относительно нуля, а следовательно и относительно потенциала проводника l , будет получать из проводника l некоторые заряды, стекающие в тело B с некоторой скоростью, и заряды эти будут отчасти уменьшать амплитуду колебаний потенциала тела B , то синусоидальная кривая aaa (черт. 2), показывающая изменение потенциала тела B , без приключенного к нему проводника l , в этом случае примет форму,



Черт. 4.

показанную пунктиром, т.-е. фаза изменений потенциала тела B теперь будет отставать от фазы тела A , и кривая (черт. 3), показывающая изменение суммы абсолютных величин потенциалов A и B , примет уже форму чертежа 5, и линия OX , показывающая алгебраическую сумму потенциалов нашей системы, здесь будет не прямой, как на черт. 3,



Черт. 5.

а синусоидальной кривой, благодаря пульсирующему питанию колебательной системы проводником l .

Из черт. 5 ясно усматривается, что в каждой полуволне работа разряда гораздо меньше работы самоиндукции, т.-е. каждая полуволна отдает энергию уже в меньшем количестве, чем предыдущая, а это характеризует колебания затухающие, и для того, чтобы не допустить этого затухания, необходимо нашу колебательную систему питать со стороны.

Куда-же будет расходоваться эта энергия? Ведь мы предположили, что наша колебательная система не имеет потерь на преодоление сопротивления и излучение. Эта колебательная энергия расходуется на возбуждение колебаний в бесконечно длинном проводнике.

Явление, подобное описанному, имеет место при работе всякой передающей антенны, причем положение тела A занимает антенна, положение тела B занимает проводящая поверхность почвы или воды, ближайшей к антенне, а положение проводника l занимает проводящая поверхность всего земного шара.

В самом деле, если по какой либо причине (действие машины высокой частоты) некоторое количество электронов будет засосано из земли в антенну, то под антенной образуется некоторое понижение

уровня статического потенциала, некоторая пустотность, которая будет заполняться с некоторой скоростью электронами ближайших слоев земной поверхности. Если в следующий полупериод из антенны будет выброшено в землю некоторое количество электронов, то под антенной образуется пучность потенциала, каковая пучность концентрически расходящейся волной разбежится по земной поверхности.

Эти уравнивательные волны под антенной и обуславливают сдвиг фазы, отмеченный на черт. 3, и потерю энергии (черт. 5).

Поскольку в литературе, при самом тщательном анализе потерь в антенне, указанное явление совершенно не отмечается, поскольку в ряде причин, вызывающих потери, указывается так называемое излучение электромагнитных волн с антенны в пространство, поскольку это излучение и вся электромагнитная теория распространения радиоволн является искусственно созданным, чрезвычайно абстрактным построением, иногда вовсе не объясняющим отмеченные практикой явления, постольку автор берет на себя смелость утверждать, что никакого излучения с антенны нет, а радиосигналы распространяются исключительно по проводящей поверхности земли, имея свое начало под антенной и возбуждаясь теми ударами, которые имеют место при выбрасывании заряда из антенны или всасывании его в антенну.

Высказанное положение чрезвычайно просто разрешает те вопросы, на которые не могла дать толковые ответы электромагнитная теория.

1) Высокая отправительная антенна сильнее излучает, потому что заряд емкостной части антенны не связывает индуктивно противоположный заряд земли, а позволяет ему свободно разбегаться от антенны.

2) Волна, несущая по проводящей поверхности земли повышенный (относительно нуля) потенциал того или иного знака, заряжает им приемную антенну, или соответственно индуцирует заряд в противовесе; возникающие при этом токи в снижении антенны имеют тот же период, что и проходящие волны, и улавливаются приемником.

3) Волны, распространяясь по земной поверхности, конечно, обтекают ее до антипода включительно (слоя Хивизайда не требуется).

4) Повышенная слышимость у антипода объясняется тем, что волны, пройдя большой круг, полярный отправительной станции, далее начинают уже сужать свои кольца, и их интенсивность на пути к антиподу возрастает.

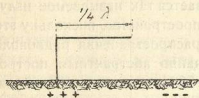
5) Повышенная слышимость через водную поверхность объясняется хорошей ее проводимостью для радиоволн; то-же можно сказать о повышенной слышимости через сушу в сырую погоду или ночью.

6) Легко объясняется действие направленных антенн.

Полуволна какого либо знака (на черт. 6), например плюсовая, заряжает антенну этим знаком; заряд этот выигрывает в интенсивности, потому что следующая полуволна другого знака индуцирует интенсивность заряда в направленной навстречу горизонтальной части антенны (притягивает заряд).

7) В Америке фермеры употребляют антенны, расположенные близко над землей и длиной в несколько раз более принимаемой волны; антенна имеет направление на передающую станцию. Объясняется действие этой антенны тем, что бегущая под антенной радиоволна индуцирует в ней заряд противоположного знака, каковой заряд радиоволна ведет с собой до приемника, где происходит нейтрализация через приемник.

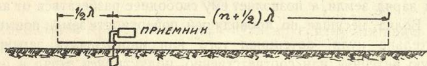
Высказанная теория распространения радиоволн по земной поверхности, создавая ясное представление о физической сущности процесса радиопередачи и приема, дает полную возможность легко ориентироваться в вопросах конструирования антенн, а также в вопросах направленной передачи и приема.



Черт. 6.

Из ряда предположений, легко строящихся на основании высказанной теории, можно указать следующие.

1) Хороший направленный и избирательный прием даст антенна черт. 7, устроенная близко от поверхности земли и контактирующая с землей только через приемник. Приемник устанавливается в месте пучности стоячей волны, получающейся путем индукции от проходящих по земле радиоволн и отражений этих индуктированных в антенне волн от концов антенн. Для того, что бы получить указанную пучность волны



Черт. 7.

в антенне, длину антенны надлежит взять кратную длине принимаемой волны, а приемник подключить на расстоянии полуволны от заднего конца антенны.

2) Каждую отправительную радиостанцию можно рассматривать, как состоящую из антенны, приключенной к очень длинному проводнику; другой конец этого проводника будет в точке антипода. Следовательно, сигналы, посылаемые с отправительной станции, должны, дойдя до антипода, отразиться и возвратиться к отправительной станции. Этот путь, равный одному меридиану, волна должна пройти в $40000:360000 = 1/9$ секунды.

3) Направленное действие Г-образных антенн имеет место только при работе антенны на землю или на заземленный противовес; при работе же на противовес, изолированный от земли, направленное действие исчезает. Объясняется это тем обстоятельством, что выгодное сочетание заряда антенны непосредственно одной полуволной и одновременное

индукционное воздействие на горизонтальную часть антенны следующей полуволны другого знака не имеет места при антенне с изолированным от земли противовесом; имеет место только одно индукционное воздействие полуволны на антенну и противовес; а так как воздействие на противовес сильнее, то за счет этой разницы и приходят колебания в снижении антенны.

4) Направленное действие Г-образной приемной антенны будет тем более, чем ниже антенна будет расположена над землей, так как индукционное воздействие подходящей полуволны на встречную горизонтальную часть антенны будет сильнее. Надлежащим расчетом горизонтальной части антенны легко достичь того, что отраженная от конца этой части волна заряда подойдет обратно к приемнику в момент подхода по поверхности земли полуволны другого знака, т.е. приемник будет находиться в пучности стоячей волны, чем будет достигнуто не только направленное действие антенны, но и избирательность приема, хотя горизонтальная часть антенны может быть и большего протяжения, чем даже длина принимаемой волны. Если эта длинная горизонтальная часть будет невысоко над землей, то для уменьшения ее емкости полезно будет строить ее из проводника меньшего диаметра, чем употребляется в настоящее время.

5) Как общее пожелание, следует высказать, что наибольший эффект как по передаче, так и по приему дадут антенны, установленные над водною поверхностью (река, озеро, море), причем для отправительной антенны русло реки, если оно имеет нужное направление, даст определенный эффект направленной передачи.

Вообще же как отправительную, так и приемную станцию предпочтительно ставить на ровном месте, а не в горах, так как неровности поверхности создают для волны путь различной длины, что может породить явление интерференции волны (пучность стоячей волны и мертвая зона), причем поскольку пучность стоячей волны даст повышенный эффект, постольку мертвая зона может сделать станцию не работоспособной; результат зависит от выбора места и от принимаемой волны.

Можно было бы привести еще ряд соображений, которые подсказывает эта простая и ясная теория.

Несомненно, эта теория сэкономит много средств и энергии в деле изыскания рациональных антенных конструкций мощных радиостанций; она ценна так-же и для любителей, в особенности в деревне, где много простора для устройства антенн направленного действия.

Эта же теория дает возможность ясно наметить способы направленной передачи в особенности короткими волнами.

Ростов на Дону

Начальник Центрального Телеграфа
Управления Северо-Кавказских ж.-д.

20 апреля 1925.

К вопросу о „методе проб“ при проектировании радиосетей.

Л. М. Ланда.

В № 31 журнала ТИТБп А. Е. Сузант в своей статье „Еще о расчете емкости радиосетей“ выступает с совершенно справедливым и своевременным протестом против „метода проб“ при проектировании радиосетей. Придерживаясь той же точки зрения в принципиальной плоскости вопроса, мы несколько несогласны с упомянутым автором ни в самой постановке задачи, ни — тем более — в ее разрешении.

Указывая на то, что наша литература дает несколько способов для расчета емкости антенны по заданным ее размерам, автор говорит, что инженеру-практику приходится решать обратную задачу: определить размеры радиосети так, чтобы емкость ее имела наперед заданную величину, руководствуясь при этом принципом наименьших затрат на оборудование. Под понятием размеров радиосети автор подразумевает в первую очередь основные геометрические размеры антенны.

Такая постановка вопроса при проектировании антенны передающей радиции — неуместна, ибо после выбора λ рабочей основные размеры антенны (геометрич. высота ее, длина горизонтальных или наклонных лучей, углы наклона или под'ема и т. д.) определяют действующую высоту сети h_g , и потому сами обуславливаются в первую очередь необходимой действующей высотой, которой сеть должна обладать. Сама же h_g выбирается такой, чтобы она удовлетворяла и формуле радиопередачи, и экономическому принципу наименьших затрат. Что же касается емкости сети, то она, конечно, тоже зависит от основных размеров сети, но, получив уже их из соображений об h_g , мы все-таки имеем возможность добиться нужной емкости, меняя в известных пределах число проводов (n) и расстояние между ними (d). Опасение, что после выявления геометрических размеров из формул для h_g , мы не сможем комбинированием n и d получить нужную емкость — несостоятельно, потому что требования, пред'явленные геом. размерам антенны действующей высотой всегда значительно больше тех требований, которые пред'являются им формулами для емкости.

Уже из основной формулы радиопередачи, с которой — поскольку мы работаем еще длинными волнами — мы сразу же сталкиваемся при проектировании радиций, явствует, что обойти вопрос об h_g не придется. Наоборот, с самого начала расчета мы оказываемся перед проблемой о выборе I_1 и h_{1g} для удовлетворения формулы радиопередачи:

$$E_2 = 377 \frac{I_1 \cdot h_{1g}}{r \cdot \lambda} e^{-a}, \text{ где } a = \frac{kr}{f(\lambda)}.$$

(Здесь E_2 в вольт/метр, I_1 в амп, h_{1g} , r и λ в метрах, а в показателе —

в клмтр.; коэффициент k и вид $f(\lambda)$ зависят от того, пользуемся ли мы показателями Остина, Фуллера или теоретическим). Зная r , задавшись E_1 и выбрав λ^1), мы получаем площадь тока, т.-е. произведение $I_1 \cdot h_{1g}$ и на основании соображений экономического характера расчлняем это произведение на два множителя: I_1 и h_{1g} , после чего выбираем основной размер антенны, ее геометрическую высоту. (См. статьи А. Ф. Шорина, №№ 14—17 ТИТбп и Н. Н. Циклинского, № 15 ТИТбп). Теперь, имея так или иначе установленными h_{1g} , h_1 геом., λ , форму сети и отношение λ/λ_0 , где λ_0 собственная волна антенны, мы действительно можем поставить 2 обратных задачи: 1) Какими основными geometr. размерами (кроме высоты, уже установленной) должна обладать сеть, чтобы удовлетворить заранее заданной h_g . После решения этой задачи: 2) Сколько проводов, какого диаметра и на каком расстоянии друг от друга следует расположить по определенным выше геометрическим размерам, чтобы обеспечить нужную емкость сети. Кроме того можно поставить вопрос и о том, как обеспечить в процессе расчета нужную λ_0 сети.

Таким образом, вместо одной задачи, поставленной автором упомянутой статьи, приходится решать 3 задачи.

Это—о постановке задачи; теперь—несколько слов о ее разрешении.

На свою не совсем правильно поставленную задачу А. Е. Сузанти ищет ответа в области практических коэффициентов и эмпирических формул, предполагая—после приблизительного установления основных геометрических размеров—определить n и d по одному из точных методов проф-ов Хоу и Шулейкина так, чтобы сеть обладала наперед заданной емкостью.

Идя этим путем, спроектировать сеть, удовлетворяющую заданной величине емкости, можно: те ошибки в геометрических размерах сети, которые будут внесены эмпирическими формулами для расчета емкости, можно скомпенсировать, подбирая соответствующие n и d по точным формулам. Но никакой гарантии в том, что сеть будет обладать требуемой h_g , нет, ибо эта величина, имеющая столь важное значение, никак не учтена. Наоборот, можно заранее утверждать, что сеть не будет иметь нужной h_g . Что же касается λ_0 , то эта величина обеспечивается автором помощью практического волнового коэффициента, хотя, правда, этот путь пока единственный для предвосхищения естественной волны антенны.

Между тем, если отправляться в расчете геометрических размеров от формул для h_g (формулы см. „Курс радиопередачи“. Лекции проф. Шулейкина, стр. 9 и след.), то эта величина всегда гарантирована, а в сложных сетях, где искомым геометрическим размерам больше, чем один, можно приближенно учесть и λ_0 путем того же волнового коэф-

¹⁾ Выбор λ может быть произведен на основании формул о наивыгоднейшей длине волны. Последняя оказывается функцией лишь расстояния r . Подробнее см. статью Г. А. Кьяндского, ТИТбп № 17 или „Курс радиотехники“ проф. И. Г. Фреймана, стр. 252.

фициента. Если же определяемых основных размеров только один (сети Γ и T -образные), то с меньшим риском для всего проекта можно отказаться от учета нужной λ_0 в пользу обеспечения h_g и удовлетвориться той λ_0 , которая получится в результате расчета.

Вторую половину поставленной задачи, т.-е. расчет (точный) емкости сети по определенным уже основным размерам с тем, чтобы получить наперед заданную емкость, автор считает не представляющей затруднений. Между тем, как известно, именно при решении этого вопроса и приходится идти ощупью, методом графиков, а часто и методом проб. Уж не говоря о сложных сетях, даже при расчете такой простой антенны, как Γ -образная на заданную емкость, нам приходится строить по точкам графики функций: C горизонт. части $= f(n)$ при $d = \text{const}$ и C горизонт. части $= f(d)$ при $n = \text{const}$ и такие же графики для вертикальной части антенны, после чего по графикам уже выбирать соответствующее устройство сети в смысле установления величин n и d . Нельзя сказать, чтобы этот способ не представлял затруднений в отношении затраты времени для подсчета и построения графиков. А в сложных сетях при расчете их на заданную емкость единственный путь—метод проб с учетом того практического материала о подобных сетях, который имеется в литературе.

Таким образом, резюмируя, следует сказать, что в выявлении основных geometr. размеров сети метод проб, если и применялся, то не без необходимости, и изгонять его отсюда, следовательно, приближенным расчетом не приходится; геометрические размеры суть аргументы h_g , и если последняя установлена, то 1—2 основных геометрических размера сети (кроме уже принятой h геом. и некоторых углов, обуславливаемых иногда формой сети) определяются из выражения для действующей высоты: в простых сетях Γ и T -образных—математически точно, однозначно и сравнительно просто, в более сложных сетях, где имеется более одного определяемого размера—сложнее, в каждом отдельном случае своеобразно, и здесь волновые коэффициенты и практические формулы для расчета емкости могут играть роль дополнительных уравнений для получения геометрических размеров сети; кроме обеспечения нужной h_g , мы в последнем случае будем иметь учтенной и желаемую λ_0 сети и наперед заданную емкость ее C .

Второй вопрос—об аналитическом расчете n и d по данным основным геометрическим размерам сети на заранее заданную емкость—в литературе точного ответа не получил, и здесь пока остаются в силе и метод построения графиков, и метод проб, т.-е. подбора по способам Хоу или Шулейкина.

Военное отделение
Ленингр. Электротех. Института.
имени В. И. Ленина.

23/IX 1925 г.

Опытная Радиостанция на коротких волнах при Томском Университете.

Инж. В. В. Ширков. Ч.-учр. РОРИ.

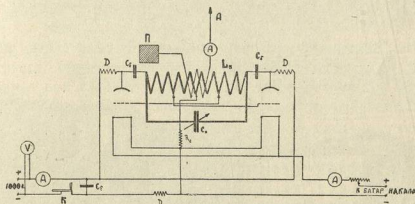
Для накопления систематического опытного матерьяла по передаче короткими волнами Нижегородская Радиолaborатория решила устроить приемнопередающую установку в Центральной Сибири для систематического обмена сигналами с центром. Было предложено Томскому Университету, имеющему на физико-математическом факультете специализацию по радио, осуществить это совместными усилиями. Университет охотно принял предложение, и в июле с. г. автор, снабженный генераторными лампами, конденсаторами, приемниками и пр. деталями, выехал в Томск для устройства установки. Так как эта установка является первой радиостанцией подобного рода в Сибири и в числе первых С.С.С.Р. вообще, то автор полагает, что приводимое ниже краткое описание ее не будет бесполезным для всех интересующихся этим вопросом.

I.

Передающее устройство.

Передатчик собран по симметричной двухтактной схеме с двумя генераторными лампами системы М. А. Бонч-Бруевича по 150-ватт (черт. 1).

Антенна А представляет собой вертикальный луч из медного



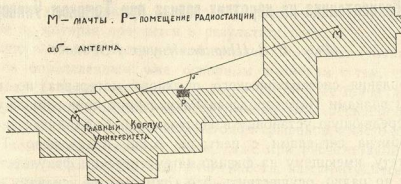
Черт. 1.

провода диаметром около 2,5 мм, длиной припл. 21 мт, включая длину внутреннего провода в помещение радиостанции. Для подвески антенны на крыше главного корпуса университета были установлены две мачты высотой 15 мт над карнизом здания (черт. 2 и фот. 3).

План расположения мачт и антенны.

М — мачты. Р — помещение радиостанции

а.б. — антенна.



Черт. 2.

Между вершинами мачт натянут секционированный трос, в точке *б* которого подвешена на изоляторах антенна *а.б.*, входящая через ввод в окно в помещение радиостанции *Д*, расположенное во втором этаже. Наилучшие результаты были получены с противовесом *П*, состоящим из металлической массы небольших размеров, находящейся вблизи самого передатчика. Обычно для этого служила в первоначальных опытах небольшая бухта голого медного провода. Прибавляя к ней небольшие металлические массы, можно было настроить открытый контур на желаемую длину волн.

Фот. 3 изображает задний (западный) фасад главного корпуса университета. На нем видны мачты, антенна и окно радиостанции.

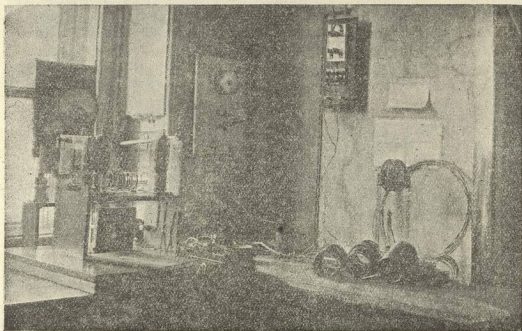


Фот. 3. Задний фасад главного корпуса.

Связь с антенной—индуктивная при помощи катушки, состоящей из двух или трех витков в зависимости от длины волны.

Колебательный контур передатчика состоит из переменного конденсатора C_k (черт. 1) очень небольшой емкости и самоиндукции L_k из 9—12 витков, смотря по длине волны. $Cб$ —бумажные блокировочные конденсаторы. D —дрессельные катушки. R_c —сопротивление около 4500 ом, состоящее из четырех последовательно включенных угольных ламп. Общий вид передатчика представлен на фот. 4.

Ключ Морзе K , обычного типа, замыкает цепь анодного напряжения.



Фот. 4. Передатчик.

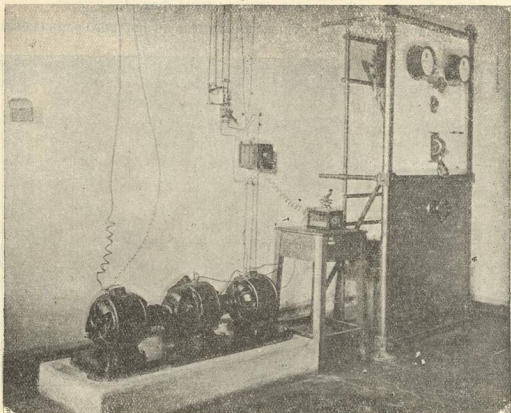
Для накала ламп служила, имеющаяся в физической лаборатории университета, стационарная аккумуляторная батарея из 24 элементов, соединяемая при разряде двумя половинами параллельно. Напряжение накала составляет около 11 вольт, причем каждая лампа берет 4,5—4,6 амп.

Источником высокого напряжения служит умформерный агрегат со 110 вольт на 1000 вольт постоянного тока, расположенный со своим распределительным устройством в подвале физической лаборатории (фот. 4).

II.

Передача велась на волнах 27,5 и 17,5 метров. Дальнейшие систематические опыты решено вести на последней. Первичная энергия, подводимая к анодам, в последнем случае составляет около 250 ватт, ток в антенне 1,0—1,05 амп. Волна длиной в 17,5 мт представляет прибл. пятую гармонику антенны (длина антенны около 21 мт).

Во время предварительных опытов (в Августе и Сентябре 1925 г.) передача происходила от 15 ч. 20 м. до 16 ч. 20 м. и от 19 ч. до 20 ч. Московского времени. Прием происходил в Радиолaborатории в Нижнем-Новгороде и в Ташкенте. В обоих направлениях слышимость была удовлетворительной (P5—P7). Следует отметить, что первая передача (15 ч. 20 м.—16 ч. 20 м.) происходила в Томске в сумерках (19 ч. 20 м.—20 ч. 20 м. местного времени), а прием в Нижнем-Новгороде при днев-



Фот. 5. Умформерный агрегат.

ном свете (16 ч. 20 м.—17 ч. 20 м. местного времени). Дальнейшая работа будет производиться в разное время суток, но до сих пор этого сделать было нельзя, так как электрическая энергия для умформера подавалась только вечером.

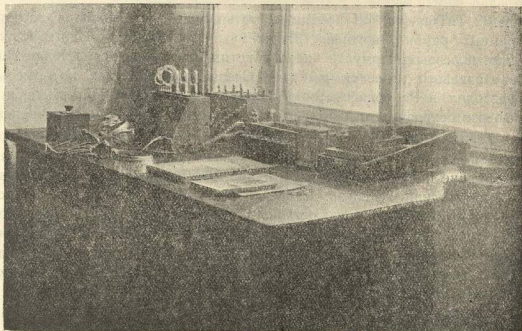
III.

Во второй половине станционного помещения находится приемная установка.

Прием сигналов производится на регенеративный приемник, собранный по схеме Рейнарца с двухступенчатым усилением низкой частоты (фот. 6).

Антенной служит тот-же вертикальный провод, что и для передачи. Второй зажим открытого контура приемника соединяется с про-

тивовесом из нескольких проводов, натянутых на столбах под окнами радиостанции. Первым применением этого приемного устройства был систематический прием опытной передачи короткими волнами с радиостанции имени Коминтерна в Москве (позывные RDW, волна 20—30 м).



Фот. 6. Приемное устройство.

Слышимость при некоторых наиболее удачных комбинациях передающего устройства равнялась P8—P9, что позволяло производить запись, положив телефон на стол. В этих случаях можно было принимать, заменив антенну только проводом в 2—3 мт длиной, соединяющим зажим приемника с вводом. Слышимость падала при этом на 3 единицы.

С первых же дней установки приемника мы слышали много станций, работающих на коротких волнах, в том числе Науен, голландские, шведские и английские станции. Сила приема в большинстве случаев P5—P6.

Следует отметить, что большинство работает в пределах диапазона 25—35 мт.

Расчет приемной рамки.

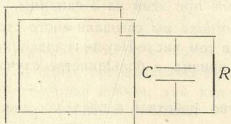
Проф. И. Фрейман.

В № 32 ТиТбп стр. 421 помещена статья инж. Л. Б. Слепяна „К расчету приемных рамок“, которая содержит много опытных данных и ряд весьма полезных формул и чисел. Мне пришлось быть свидетелем еще первоначальных исследований инж. Слепяна над рамками, которые он производил в Радиолaborатории Электротехнического Института, и я имею все основания относиться к его выводам с наибольшим доверием.

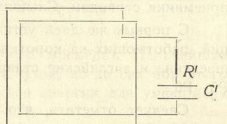
Тем не менее мне представляется не лишним дать к упомянутой статье некоторые добавления и, в частности, осветить такие вопросы, как влияние приемника на рамку и шаг обмотки, которые инж. Слепян затрагивает лишь вскользь. Особенного внимания заслуживает вопрос о влиянии приемника. Если остановиться на наиболее распространенной схеме приключения приемника параллельно конденсатору рамки, то, принимая конденсатор достаточно совершенным и не дающим заметных потерь, нетрудно определить то сопротивление, которое внесет в рамку приемник. Вопрос сводится к замене действительной схемы черт. 1 эквивалентной схемой черт. 2. Можно показать, что вообще

$$R' = \frac{R}{1 + R^2 c^2 \omega^2} \approx \frac{1}{R c^2 \omega^2}. \quad (1)$$

Например, если бы принималась волна $\lambda = 3000$ метров, т.е. $\omega = 2\pi \cdot 10^5$, и удлиняющая емкость $c = 300$ см, прием же произво-



Черт. 1.



Черт. 2.

дился бы лампой, у которой сопротивление промежутка сетка-катод $R = 10^5 \Omega$, то этот приемник внес бы в рамку сопротивление

$$R' = \frac{1.81 \cdot 10^{22}}{10^5 \cdot 9 \cdot 10^4 \cdot 40 \cdot 10^{10}} = 225 \text{ ом.}$$

Вносимое сопротивление, а вместе с тем и вносимое затухание

можно было бы понизить увеличением сопротивления приемника—например, не допуская тока сетки. Выше 1 мегома однако вряд ли окажется возможным повысить это сопротивление, но и в этом случае вносимое сопротивление окажется больше 20 ом, т.-е. во всяком случае много больше вредного сопротивления рамки. Гораздо проще и выгоднее было бы несколько повысить удлиняющую емкость—ее удвоение сократило бы сопротивление рамки в четыре раза.

Заметим, что мы вправе подставлять для c значение удлиняющей емкости, или вернее, сумму удлиняющей и собственной емкости, и можем не принимать во внимание превышение емкости эквивалентной цепи c' над емкостью первой цепи (черт. 1), которое теоретически равно

$$c' - c = \frac{1}{c R^2 \omega^2}. \quad (2)$$

Оно в нашем случае дало бы

$$c' - c = \frac{1.81 \cdot 10^{22}}{300 \cdot 10^{10} \cdot 40 \cdot 10^{10}} = \frac{2}{3} \text{ см.}$$

Мне представляется, что центральной величиной при расчете рамки является ее сопротивление. Поэтому на своих лекциях студентам Электротехнического Института я рекомендую подходить к расчету так. Выбрать приемник, а следовательно и его сопротивление; затем, зная примерный порядок вредных сопротивлений рамки, т.-е. сопротивление провода, конденсатора, опоры, задаться тем полезным сопротивлением, которое может быть допущено. Очевидно, вредное и полезное сопротивления должны были бы быть равны между собой, но практически, конечно, можно допустить, чтобы они были одного порядка. Полагая, например, допустимое вносимое сопротивление в 10 ом, можно найти минимальную емкость конденсатора, к которому приключается приемник. Из этой емкости и заданной волны получается необходимая самоиндукция.

Этим и определяются все электрические постоянные рамки—длина собственной волны остается в стороне; мне кажется, что принятое удлинение непосредственно никакого значения не имеет; важно абсолютное значение емкости, к которой приключается приемник.

Нетрудно, конечно, распространить этот способ расчета на случай, когда приемник присоединяется не непосредственно к конденсатору рамки, а к трансформаторно связанному с рамкой контуру. В этом случае сопротивление приемника, если он приключен к конденсатору контура, вносится упомянутым образом в контур, а сопротивление последнего в рамку величиной, равной

$$R' = \frac{M^2 \omega^2}{R}, \quad (3)$$

где R — полное сопротивление контура, M — взаимоиנדукция между контуром и рамкой.

Чтобы от найденной величины самоиндукции рамки перейти к определенной конструкции, необходимо выбрать периметр одного витка и шаг обмотки.

По первому вопросу я вполне поддерживаю положение, выставленное инж. Слепяном. Площадь витка следует делать как можно больше. Но в этом отношении нередко приходится считаться с другими, совершенно посторонними соображениями, которые ограничивают выбор или задают определенные размеры.

Если считать самоиндукцию и периметр витка известными, то остается определить последнюю величину — шаг обмотки. По этому вопросу мы встречаем лишь одни опытные данные, которые даются без всякого объяснения и даже без указания на те физические причины, которые должны были бы влиять на выбор больших или меньших величин. С точки зрения сокращения длины провода, необходимого для получения данной самоиндукции, казалось бы желательным шаг делать как можно меньше. Одно второстепенное соображение против чрезмерного сближения витков могло бы заключаться в том, что при этом растет сопротивление провода. Это возрастание сопротивления однако дает себя знать лишь при шаге, меньшем 5-кратного диаметра.

Мне представляется, что к выбору шага следует подходить с совершенно другой, гораздо более общей точки зрения. Следует учесть ширину той полосы волны, из которой извлекает энергию один виток, и ставить витки на таком расстоянии, чтобы полосы извлечения соседних витков не перекрывались.

Площадка, из которой извлекает энергию один виток, расположенный своей плоскостью вдоль волны, площадью S , сопротивлением R , при волне λ , может быть представлена выражением

$$bh = \frac{480\pi^3 \cdot S^2}{R \cdot \lambda^2} \cdot 1). \quad (4)$$

Здесь b и h суть ширина и высота некоторого прямоугольника, который равновелик той площадке на плоскости волны, через которую в 1 секунду проходит поглощаемая рамкой мощность. Если приблизи-

1) Я просил бы исправить выражения для площади извлечения энергии и соот. ширины полосы извлечения в моем „Курсе Радиотехники“, стр. 289 и 290, где они ошибочно указаны в два раза больше, чем следует, так как учтена только половина плотности энергии в волне, соответствующая магнитному полю, а пропущенная энергия, находящая свое выражение в электрическом поле.

тельно принять высоту этого прямоугольника равной высоте рамки, то отсюда найдется ширина полосы извлечения одного витка—т.е. необходимый минимальный шаг обмотки. Ход расчета будет следующий. Определим полное сопротивление рамки; разделим его на вероятное число витков и найдем сопротивление, приходящееся на 1 виток, а затем по формуле (4)—величину шага.

Полное сопротивление рамки вообще составляется из следующих слагаемых.

1. Полезное сопротивление, вносимое приемником. Способ расчета его дан выше.

2. Сопротивление проволоки обмотки. Оно может быть найдено или непосредственно по таблицам сопротивления проводов в зависимости от диаметра и частоты тока, или может быть определено из сопротивления постоянному току путем умножения на коэффициент, учитывающий использование только поверхностного слоя. Такие коэффициенты приведены во многих руководствах. Между прочим, удобно эмпирическое выражение для него $2,35 \frac{d}{\sqrt{\lambda}}$, где d следует выражать в мм, а λ в километрах. Если оно дает величины меньше 1, то надо положить его равным 1.

3. Сопротивление, учитывающее диэлектрические потери в конденсаторе. Оно, конечно, не может быть выражено в общем виде, так как зависит от диэлектрика конденсатора и конструкции его (крашение пластин). В среднем оно составляет приблизительно 1 ом.

4. Сопротивление, вносимое опорами, т.е. каркасом, на котором рамка намотана. Очевидно, и оно не может быть учтено какой-либо строго теоретической формулой. Оно относительно не так велико и может быть дано приблизительно по эмпирическим формулам, например,

$$R_0 = \frac{A \cdot L^{5/4}}{n l_1 (1,1 + \lg l_1)}, \quad (5)$$

где R_0 —сопротивление в омах, вносимое каркасом при собственной волне рамки, L —самоиндукция ее в миллигенри, n —число витков, l_1 —длина одного витка в метрах, A —постоянная равная для небольших рамок порядка нескольких десятков см 3300, а для более крупных рамок—диаметром 2—3 метра—7000—9000. При удлинении волны сопротивление, вносимое каркасом, падает в отношении $\left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^\alpha$, где показатель α для рамок небольшого диаметра может быть принят равным 2,5, а для больших рамок—1,8. Сопротивлением излучения рамки, конечно, всегда можно пренебречь. Если, для примера, подсчитать какую-либо рамку, положив, скажем, $\lambda = 1000$ мт, приемник—лампа $R = 10^5 \Omega$ непосредственно у конденсатора, то, полагая, что вносимое сопротив-

ление не должно превосходить 10 Ω , найдем необходимую емкость равной

$$C = \frac{1}{\omega \sqrt{RR'}} = \frac{9 \cdot 10^{11}}{2\pi \cdot 3 \cdot 10^5 \sqrt{10^5 \cdot 10}} \approx 500 \text{ см.}$$

Необходимая самоиндукция $-5 \cdot 10^5 \text{ см} = 0,5 \text{ мН.}$

Задаваясь квадратной формой со стороной 1 метр и имея, следовательно, эквивалентный диаметр $1,4 \cdot 0,9 = 1,26$ метра, в первом приближении находим число витков из формулы

$$n = \sqrt{\frac{L}{kD}}, \text{ где } k = 100:(4 + 11 \frac{b}{D}), b - \text{ширина рамки;}$$

для предварительного расчета полагаем $k = 20$. Тогда

$$n = \sqrt{\frac{5 \cdot 10^5}{20 \cdot 1,26}} = 14 \text{ витков.}$$

Полная длина провода $14 \cdot 4 = 56$ метров.

Принимая диаметр провода 1 мм, след. сопротивление постоянному току 0,02 ома на метр, получаем полное сопротивление постоянному току $56 \cdot 0,02 = 1,12 \Omega$.

От частоты сопротивление повысится в $2,35 \cdot \frac{1}{\sqrt{1}} = 2,35$ раз, т.е. омическое сопротивление провода будет 2,6 Ω .

На конденсатор положим 1 Ω .

Каркас даст при собственной волне

$$\frac{7000 \cdot 0,5^{5/4}}{56(1,1 + \lg 4)} = \frac{700 \cdot 0,5 \sqrt{0,5}}{56(1,1 + 0,6)} = 31 \Omega.$$

Собственная волна будет примерно $56 \cdot 4 = 216$ мт, т.е. мы имеем удлинение $1000:216 = 4,65$ раз.

Отсюда сопротивление, вносимое каркасом, $31:(4,65)^{1,8} = 1,95 \Omega \approx 2 \Omega$.

Таким образом, полное сопротивление рамки будет

$$10 + 2,6 + 1,0 + 2 = 15,6 \Omega.$$

На каждый виток получаем $15,6:14 = 1,1$ ома.

Отсюда площадка извлечения энергии одним витком

$$bh = \frac{480 \pi^3 \cdot 1}{1,1 \cdot 10^6} = 13,6 \cdot 10^{-3} \text{ кв. метра} = 136 \text{ кв. см.}$$

Если рамка поставлена так, что две стороны вертикальны, а две горизонтальны, то высоту площадки мы могли бы принять равной 1 метру; ее ширина получится равной 13,6 миллиметрам. Таким и должен быть шаг намотки. Если рамку поставить на угол, то высота будет в 1,4 раз больше, и во столько же раз меньшим можно было бы выбрать шаг, т.-е. принять его равным 1 см. Зная шаг, число витков и размеры рамки, можно привести более точный подсчет самоиндукции и получить вообще более точные остальные данные.

Расчитанный вариант нельзя признать наиболее рациональным, хотя он близок к тому, что обыкновенно встречается на практике. Соотношение вредного и полезного сопротивлений не выгодно—последнее слишком велико. Следовало бы взять емкость примерно в полтора раза больше—порядка 700 см. Тогда мы понизили бы полное сопротивление не только за счет уменьшения сопротивления, вносимого приемником, но и за счет некоторого уменьшения числа витков и большего удлинения. Шаг обмотки можно было бы с пользой увеличить, и вероятно полная площадь, из которой рамка извлекала бы энергию, стала бы больше.

Вообще целесообразнее было бы определить качество рамки—и вообще качество всякой приемной радиосети—той площадью плоскости волны, из которой она может извлечь проходящую энергию. Действующая высота не есть удовлетворительный показатель, так как принятая мощность не только пропорциональна квадрату действующей высоты, но и обратно пропорциональна сопротивлению. Очень часто выражение $E^2 h^2 / R$ может ничего не выиграть с увеличением h , если не будут приняты меры к надлежащему понижению сопротивления. При рамочных приемниках это тем более возможно, что там повышение действующей высоты тесно связано с уменьшением емкости конденсатора. Это, как мы видели, чрезвычайно опасно. Судить о качестве рамки по одной только действующей высоте или по напряжению на конденсаторе без действительного учета всех сопротивлений—никак невозможно. Вероятно, в этом кроется и некоторая правота Блаттермана и его графиков.

Электротехнический

Институт.

Ленинград. 4 декабря 1925.

ИЗ ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

Опыты с короткими волнами в Германии.—По поводу организации немецкого радиотехнического союза проф. Эзау обратился ко всем его членам с приглашением принять участие в коллективных опытах с короткими волнами, программа которых намечена сообразно средствам и подготовке участников. Отдельные кружки приглашаются к организации собраний с докладами, посвященными точному научному выяснению отдельных пунктов программы для повышения научно-технической ценности работы. В первую очередь намечено выяснить: какие радиовещательные станции имеют гармоники высокого порядка; слышны ли последние днем и ночью; фэдинги днем и ночью. В конце сентября будет произведено систематическое изучение работы одной из станций одновременно всеми участниками. Приемники предполагаются с диапазоном от 35 до 200 мт с любыми антеннами и любой конструкции. Особое внимание рекомендуется обратить на нечетные гармоники станций: Берлин 505 мт, Бреславль 418 мт, Франкфурт 470 мт, Кассель 288 мт, Гамбург 395 мт, Ганновер 296, Бремен 279, Кенигсберг 463, Лейпциг 454 мт, Дрезден 292 мт, Мюнхен 485 мт, Нюрнберг 340 мт, Мюнстер 410 мт, Дортмунд 288 мт, Эльберфельд 267 мт, Штутгарт 443 мт, Цюрих 515 мт, Брюссель 265 мт, Вена 530 мт, Рим 425 мт, Лондон 365 мт, Манчестер 378 мт, Кардиф 353 мт, Абердин 495 мт, Осло 380 мт, Кенигсвустергаузен 1300 мт. Во время приема необходимо отмечать погоду. Сообщения надлежит адресовать: Prof. Dr. A. Esau, Jena. Techn.-physik. Institut.

„Funk“ — Н. 34—21, август 1925, стр. 405.

„OWS“ — Эти буквы значат официальная станция с точной длиной волны, американской радиотехнической лиги (ARRL). ARRL сообщает названия своих официальных станций, работающих на короткой волне для того, чтобы все могли проверить по ним свои волномеры и приемники. Система, принятая Лигой, отличается от системы Бюро Стандартов тем, что эти станции не дают специальных сигналов на заданной длине волны, как в Бюро, а ведут свою текущую работу в диапазонах волн 5, 20, 40, 80 и 150 метров на устойчивой волне, длину которой и сообщают тотчас после позывных. Так если сигнал начинается или кончается „U9ZT.42“ это значит, что волна была с точностью в 1% в 42 метра (вообще говоря точность работы этих станций гораздо выше) и ее специально контролирует особая станция.

1	NKF	27	9ZA
2	IXAM	28	7GE—7ZX
3	6BQB	29	11V
4	7BK	30	9EIB
5	5MN	31	7GQ
6	9AAL	32	2DS
7	z2AC	33	1BZQ
8	2WC	34	6BGM—6CVO
9	9ZT—9XAX	35	2XI
10	IMK	36	9IG
11	8GU—8XC	37	7ACI
12	9XI	38	1ZL—1AVW
13	ICK	39	2CLA
14	IAWW	40	6ZE
15	3BE—3ZW	41	6TS—6XAG
16	8AA	42	8GZ—8ZG
17	8EQ	43	9BKG
18	3APV	44	6XAD—6ZW
19	4XE	45	g2NM
20	5ZAV	46	6TI
21	9DXN	47	c3NI
22	9EGU	48	c9AL
23	6ZH	49	6CDN
24	5AKN—5XHB	50	WNP
25	2MU	51	6CGW
26	4BY	52	NRRL

53	6LJ	56	6BCP
54	5OX	57	1AAC—1ZO
55	9BMR	58	8BZT

Корреспонденцию по вопросам о длине волн и работе этих станций просят (QST 1925 г. Август, стр. 8) направлять по адресу: D. C. Wallace.

54 Penn. Ave. Minneapolis, Minn. U.S.A. Желательно, чтобы и русские большие станции, имеющие проверенные волномеры, приняли бы эту систему, чрезвычайно облегчающую работу приемных станций.

Б. О.

Б И Б Л И О Г Р А Ф И Я.

Известия и Труды Русско-Китайского Политехнического Института в Харбине. Выпуск второй. 1924—1925 г. Редактор проф. Н. М. Обухов. 40 + 220 страниц.

Выпуск содержит официальные сведения о Политехническом Институте, 12 научных статей и сообщения о существующем в Харбине „Юридическом Факультете“. Журнал несколько отличается от обычных подуархивных отчетов высших школ, отражая своеобразную эмигрантскую жизнь в Харбине.

Официальная статья директора института А. Щелкова напечатана по нашей орфографии, все же научные статьи—по старой. Одна статья (инж. Савина) написана по немецки. Остальные статьи имеют немецкие или английские пересказы. Оглавление напечатано частью по английски, частью по немецки.

Научные статьи по своему содержанию весьма разнородны: две относятся к железнодорожному делу, две—к машиностроению, одна—к оборудованию доков, три—к органической химии, две—чисто теоретические; в одной из них проф. С. Н. Петров пытается связать понятия об обобщенных силах и координатах с величинами, определяющими прохождение электричества через „омовское“, как он выражается, сопротивление, и устанавливает известные аналогии: сила тока—скорость, самоиндукция—масса и т. д.; в другой инж. Савин доказывает, что уравнение Лапласа $\Delta^2 f = 0$ решается в общем виде суммой

$$f = f_1(k_1) + f_2(k_2),$$

где f_1 и f_2 произвольные функции двух определенным образом составленных сопряженных комплексных величин k_1 и k_2 .

Наконец, две работы имеют отношение к радиотехнике. Одна из них—работа инж. А. И. Дрожжина об изоляторах уже известна читателям ТиТбп (см. №№ 25 и 26); на другой—проф. Н. М. Обухова в 63 страницы под заглавием: „Генератор-альтернатор средней частоты для радиотелеграфного передатчика с неподвижным разрядником для ударного возбуждения затухающих колебаний и для передачи музыкальных сигналов (его теория, расчет, проектирование и опытное исследование) и генератор-альтернатор незатухающих колебаний (расчет и проектирование его обмотки переменного тока и главных размеров статора и ротора)“—мы остановимся.

Это широкое заглавие может ввести читателя в некоторое заблуждение—самый альтернатор, в особенности альтернатор высокой частоты, затрагиваются в этой работе довольно бегло и в общих чертах. Зато много внимания уделяется условиям работы альтернатора повышенной частоты на искровую цепь, и в этой части работы можно найти нечто новое.

Формально автор сводит задачу к решению обычного дифференциального уравнения второго порядка, которое определяет силу тока и напряжение в контуре из емкости, самоиндукции и сопротивления под

действием синусоидальной электродвижущей силы. Таким образом он делает некоторое упрощение эквивалентной схемы трансформатора. Автор показывает, что при установившемся музыкальном режиме разрядов, т.е. следовании их через одинаковые промежутки времени, сила тока в зарядной цепи в момент разряда не равна нулю, а стремится к определенному пределу равному

$$\frac{2\delta}{\omega} \frac{E}{Z},$$

где δ — множитель затухания эквивалентной цепи, E — внутренняя эдс машины, Z — полное сопротивление экв. цепи. Последнее не равно омическому сопротивлению, так как автор показывает, что частота питающей эдс должна быть выше собственной частоты эквивалентного контура на 5—11%. Далее он показывает, что при правильно выбранной E установившееся значение силы питающего тока в момент разряда достигается через небольшое число разрядов — напр. 3. Автор приводит интересное физическое толкование существования этого предела — именно в момент разряда устанавливается такая же сила тока, какая в тот же момент (с учетом мгновенной фазы) была бы в цепи без конденсатора, т.е. при коротком замыкании конденсатора.

Установив начальное значение тока и напряжения в момент разряда, автор далее находит выражения для действующих значений тока и напряжения, которые он кладет в основу расчета вн. эдс и мощности альтернатора и отдачи цепи питания. Расчет выполнен для разряда через полупериод, период и полтора периода питающего тока. В конце автор сопоставляет результаты своего расчета с опытными данными, полученными на машинах мощностью от 200 ватт до 2 кв. частотой от 500 до 1000 пер. Это, конечно, несколько узкие пределы

для суждения о практической пригодности теории. Расхождения теоретических и опытных величин колеблются в приведенных примерах между + 7,5% и — 8,9%.

В свое время, когда ударные искровые станции занимали видное место в радиотехнике, эта работа проф. Н. М. Обухова безусловно возбудила бы всеобщее внимание. Теперь она для многих, всеми своими мыслями живущих в совершенно иных областях современной радиотехники, будет звучать, как далекое эхо чего-то давно прошедшего. Тем не менее на ней стоит остановиться. Она подводит некоторые итоги в той трудной области, которую радиотехника не столько одолела, сколько оставила в стороне.

И. Фрейман.

12 декабря 1925 г.

Американская техника. American Engineering. №№ 1 (Nov. 1924), 4 (Apr. 1925), 5 (May, 1925), 6 (June, 1925), 7 (July, 1925). Нью-Йорк. Орган Русской Ассоциации Инженеров в Америке.

Современная Американская техника, построенная на действительно научном НОТ'е, имеет для СССР особое важное значение. „На русских инженерах находящихся в Америке, и их американских друзьях лежит обязанность собрать, осветить, подвергнуть анализу и критике с точки зрения социальной, гуманитарной инженерии все то, что сделано и делается Америкой за последнее десятилетие“. Осуществляя эту техническую помощь русской инженерии, Ассоциация информирует о достижениях техники посредством популярного журнала „Американская Техника“, издаваемого в Нью-Йорке на русском языке. Журнал издается внешне совершенно удовлетворительно, тетрадиками in 4^о; в каждом номере страниц 6 объявлений американских фирм и страниц 15 текста; обильная

иллюстрация чертежами и фотографиями.

Журнал не сосредоточивает своего внимания на одной отрасли техники, но освещает по мере возможности все ветви. В частности, достаточная доля внимания уделяется НОТ'у. К сожалению, радиотехника представлена в журнале одной мало удачной статьей: „Приемные аппараты для радио-телефонирования в С. Ш. С. А.“ и несколькими мелкими рефератами и заметками. Автор статьи игнорирует установившуюся русскую терминологию и тем способен ввести в заблуждение недостаточно подготовленного читателя. Из остальных отделов особенно удачно представлены пути сообщения и строительство.

Г. О.

G. Keinath.—Die Technik der elektrischen Messgeräte. II erweiterte Auflage 80 VII—477. München 1922.

Электрические инструменты, которыми мы в настоящее время пользуемся, пережили целую историю и достигли высокого совершенства. Каждая деталь в них должна удовлетворять двум противоречивым требованиям—она должна удешевлять производство с одной стороны, а с другой—повышать достоинство прибора. Не легко удовлетворить этим требованиям и нужно глубоко продумать действие всех частей прибора во время работы, чтобы уяснить себе его преимущества и недостатки, чтобы вполне овладеть им. Книга проф. G. Keinath'a значительно облегчает эту задачу. В ней автор пытается в систематическом изложении подробно познакомить читателя с устройством наиболее ходовых приборов и способами их применения. Она, повидимому, является в настоящий момент наиболее солидным руководством в этой области.

Материал разделяется на 5 частей.

В первой автор собрал все существенное, что касается устройства и действия таких частей, которые являются общим для целых групп измерительных инструментов — стрелок, шкал, пружинок, подшипников, футляров и пр. Во второй главе выделены особенности самопишущих приборов. Третья глава содержит описание приборов, систематизированных по основным принципам, на которых они построены — приборы с вращающимися катушками и постоянным полем, электродинамические, индукционные, электростатические, резонансные и основанные на принципе уравнивания. Четвертая глава посвящается вспомогательным инструментам — шунтам, дросселям, конденсаторам, трансформаторам и пр. В последней главе изложены наиболее употребительные методы измерений и схемы включений приборов. В заключение приведены правила испытания измерительных инструментов и трансформаторов.

Таким образом, читатель по этому руководству может получить всестороннее знакомство с главнейшими измерительными инструментами. К сожалению некоторые типы инструментов, приобретающие в последнее время особенное значение и достигшие значительного совершенства, совершенно обойдены автором; в частности, осциллографы всех родов, струнные электрометры и гальванометры и некоторые другие совершенно не упоминаются. Книга снабжена множеством рисунков инструментов и изображений различных график и диаграмм, а также практических примеров записи отсчетов. Ее можно рекомендовать всем интересующимся практикой электрических измерений.

Х Р О Н И К А.

ТиТбп № 33 представляет собою последний выпуск шестой серии, которая началась с ТиТбп № 28. По этому в конце настоящего выпуска приложены именной и предметный указатели.

Среди содержания этого выпуска мы помещаем статью В. Кузнецова: „О распространении радиоволн“, в которой „автор берет на себя смелость утверждать, что никакого излучения с антенны нет“ (стр. 637). Это утверждение делалось и другими авторами, придававшими ему несколько иной смысл, чем в статье

т. Кузнецова; и в этой статье отсутствие излучения с антенны будет совсем иначе выглядеть, если к тем электронам в земле, за которыми следит мысль автора, прибавить их электрическое поле, не упоминаемое В. Кузнецовым.

Редакция не поддерживает „смелого“ утверждения автора, но полагает, что статья т. Кузнецова очень интересна, как образчик одного из возможных преломлений идеи об электромагнитном процессе, появляющихся в умах различных вдумчивых авторов.

И С П Р А В Л Е Н И Я.

ТиТбп № 32.

На стр. 456 строки 20 св. до 24 св. должны быть исправлены след. образом:

$$Q \geq P \cotg (\alpha + \varphi), \quad (39)$$

где α —угол, составляемый силой P с плоскостью стыка, а $tg \varphi = \mu$ — коэффициент трения покоя дерева об дерево.

Формула (39) может быть преобразована:

$$Q \geq P \frac{1 - tg \alpha \cdot \mu}{tg \alpha + \mu}. \quad (39a)$$

ТиТбп № 33.

Стр. 561, строка 12 св.

Напечатано.

$$+ \sin \varphi_n$$

Должно быть.

$$- \sin \varphi_n$$

УКАЗАТЕЛИ

К ЖУРНАЛУ

„Телеграфия и Телефония без проводов“ №№ 28—33 (за 1925 г.)

Означенные страницы относятся: № 28 стр. 1—98, № 29 стр. 99—198, № 30 стр. 199—318, № 31 стр. 319—414, № 32 стр. 415—548, № 33 стр. 549—658.

Именной указатель.

- Баженов В. И.** проф. Результаты измерений градиента электр. поля передающих радиостанций 192, см. Шулейкин М. В.
- Балантин С.** проф. Излучение коротких волн с длинных вертикальных антенн (*реферат*) 84, 318.
- Белявский А. Г.** проф. Измерение скольжения асинхронных электродвигателей посредством неоновой лампы 468.
- Бонч-Бруевич М. А.** Короткие волны и направленные антенны 116, (*исправл.*) 193.
- Виторский В. К.** инж. Измерение весьма малых физических величин с помощью катодных ламп 156, 233, см. Шулейкин М. В.
- Волюнкин В. И.** см. Циклинский Н. Н.
- Горбачев К. В.** Механизм пробоя твердого диэлектрика 396.
- Грамматчиков А. С.** Расчет тела деревянной мачты 434, (*исправл.*) 658.
- Зискинд А. В.** Открытие Всесоюзной Радиовыставки в Москве 318, 200-летие Академии Наук 542.
- Ивановский В. Я.** Некролог (по матерьялам А. А. Реммерта и Н. А. Булгакова) 90.
- Ильченко.** Явления реострикции в светезаконов электродинамики. Проф. Ломбарди (*перевод*) 57, о силах, изменяющих форму проводников с током 633.
- Keinath G.** Die Technik d. elektr. Messgeräte (*библ.*) 657.
- Козловский Н. А.** Метеорология и радиотелеграфия (*перев.*) 104.
- Котельников В. А.** проф. Отражение в электрических цепях 387.
- Кузнецов В. О.** распространении радиоволн 635, 658.
- Куксенко П. Н.** О новой системе пишущего радиоприема 2, об автоматическом радиоприеме с большими скоростями 479, 586.
- Куприянов Г. А.** см. Шмаков.
- Ланда Л. М.** К вопросу о „методе проб“ при проектировании радиосетей 640.
- Лбов Ф. А.** Любительский передатчик на короткой волне 95, радиолюбительство в России к 30-летию Тбп 296.
- Лебединский В. К.** Радиопередача короткими волнами 96.
- Леонтьев И. А.** О пользовании радиотелеграфом в Русско-Японскую войну 1904—1905 г. 204.
- Ломбарди проф.** Явления реострикции в свете законов электродинамики (*перев.* Ильченко) 57.
- Львович Р. В.** Теория и расчет катодных преобразователей 70, 166, исследование электрич. свойств металлов при помощи токов высокой частоты 416, катодный преобразователь с независимым возбуждением 558, определение параметров катодного генератора в условиях действительной работы 569, (*исправл.*) 658.
- Максимовых Б. Л.** Микродин 268.
- Маларов Д. Е.** Явление авто-тока в катодных лампах 184, 414.

Marx. E. Handbuch d. Radiologie (биб.) 92.
Милликэн Р. Электрон (библ.) 413.
Миңц А. Л. Исследование схем радиотелефонной модуляции на аноде 206, радиотелефонная установка Сокольнической им. А. С. Попова радиостанции 212.

Обухов Н. М. проф. Расчет обмотки переменного тока в машинных генераторах средней и высокой частоты 51, 655.

Оснос М. Повышение частоты при помощи сильно насыщенных трансформаторов 350, о целесообразной настройке генератора высокой частоты 499.

Остроумов Б. А. Короткие волны (обзор) 471, „OWS“ 654.

Остроумов Г. А. А. С. Попов 201, еще о теории кристаллического детектора 407, один из способов улучшения телеф. передач по длинным проводам 412, новая схема автоматического радиоприема 604, „Американская техника“ (библ.) 656.

Петров В. Работы по приему на коротких волнах в Н.-Новгороде и Ташкенте 528.

Петровский А. А. проф. Отчет о деятельности ЛОРОРИ за 1924 г. 195, применение электромагнитных волн к исследованию верхних слоев земной коры 219, Попов и Маркони 302, теория измерения земных токов 611.

Попов А. С. жизнеописание 201, радиоторжество 268, матерьялы к биографии 279, график достижений за 1897—1903 гг. 273, — и Маркони 302, грозоотметчик 316, Wireless World о юбилее—317, La Science et la Vie о юбилее—548.

Пунгс Л. В. Современное развитие радиотехники в Германии 282.

Романов В. И. Электрические регенеративные фильтры 503.

Рыбкин П. Н. График достижений А. С. Попова за 1897—1903 гг. 273.

Слепян Л. Б. инж. К расчету приемных рамок 421, 648.

Сузант А. Е. Еще о расчете емкости радиосетей 404, 640.

Татаринов В. В. Опыты Нижегородской Радиолaborатории имени В. И. Ленина по радиопередаче короткой волной на большие расстояния 259, исследование сдвига фаз в прямолинейных вибраторе и резонаторе 534.

Турлыгин С. Я. инж. Фундаменты для сетевых опор и их расчет 33, опыты с магнитопроводом из порошкообразного железа, помещенного в поле радиочастоты 64, пароструйный дуговой генератор 100.

Уинтерс С. Р. Прогресс радио в С.-А. С. Штатах 292.

Флейшер Г. Живые чертежи 381.

Фрейман И. Г. проф. Об измерении действующей высоты радиосети 29, об единице излучения радиосети 309, расчет приемной рамки 648, Известия и Труды Р.-К. Политехн. Инст. вып. 2 (библ.) 655.

Herath F. Метеорология и радиотелеграфия (перев. Н. А. Козловского) 104.

Циклинский Н. Н. и Волюнкин В. И. к вопросу о выборе мощности радиостанции 550.

Schering H. Die Isolierstoffe der Elektrotechnik (библ.) 93.

Ширков В. В. инж. О трансформировании низкой частоты 44, 333, опытная радиостанция на коротких волнах при Томском университете 643.

Шмаков П. В. Радиотелефонная дуплексная связь на одну антенну 320, — и Куприянов Г. А. многоволновые антенны 627.

Шулейкин М. В. проф. и Виторский В. К. Анализ работы генератора высокой частоты на радиосеть 240, 364, 414, — и Баженов В. И. проф. Аналитическое исследование по-

терь в системе антенна-противовес-грунтовые воды 129.

Юрьев М. Ю. инж. Матерьялы к расчету телефонных трансляций для воздушных линий 512.

Яковлев В. Антенный омметр 623.

Предметный указатель.

Академия Наук, 200-летие—542.

Американская техника. American Engineering (библ.) 656.

Антенна, действующая высота 29, направленная для коротких волн 116, исследование потерь 129, работа генератора высокой частоты 240, об единице излучения 308, расчет емкости 404, определение сопротивления—570, омметр для измерения ваттного сопротивления—623, многоволновая—627, —не излучает 637, 658, о „методе проб“ при проектировании—640, приемная—рамочная 421, 648, фундаменты для сетевых опор 33, расчет тела деревянной мачты 434, 658, полоса извлечения энергии—ой 650, действующая высота 653.

Асинхронный электродвигатель, измерение скольжения—468.

Генератор, дуговой пароструйный 100,—высокой частоты, работающий на радиосеть 240, борьба машинного передатчика с катодным 285, катодный генератор см. это. **Грозоотметчик**, современный 316.

Детектор кристаллический, к теории его 407,—генерирующий см. кристадин.

Диэлектрик, механизм пробоя 394, характеристика матерьялов—410, изоляторы в электротехнике (библ.) 93.

Живые чертежи радиотелеграфные 479.

Земные токи, измерение их 611.

Известия и Труды Русско-Китайского Политехнического Института. Вып. 2 (библ.) 655.

Измерение скольжения асинхронных электродвигателей посредством неоновой лампы 468, электр. изм. приборы 657.

Изоляторы в электротехнике 93.

Катодная лампа, измерение весьма малых физических величин помощью—156, теория и расчет 116, явление авто-тока 184, о жестчении 408.

Катодный генератор, теория и расчет 70,—мощных колебаний 410,—с независимым возбуждением, теория—558, определение параметров—в условиях действительной работы 569, исследование—Д. А. Рожанским 582.

Катушка, магнитное поле ее 564.

Кварцевый стандартизатор частоты 293, 544.

Короткие волны, излучение—с длинных вертик. антенн 84, любительский передатчик на—95, радио-передача —96, —и направленные антенны 116, работы с—Татаринова и Бонч-Бруевича 194, опыты Нижегородской Радиолaborатории с—259, опыты Маркони 317, за границей (обзор) 471,—и автоматический радиоприем 487, 593, короче 5 метров 511, работы по приему на—в Н.-Новгороде и Ташкенте 528, исследование сдвига фаз в прямолинейном вибраторе и резонаторе 534, опытная рация на—в Томске 643, опыты с—в Германии 654, рации на—американской Лиги 654. **Кристадин**, рекорды 195, редкость цинкита 433,—усилитель 533.

Ламповый генератор см. катодный генератор.

ЛОРОРИ, отчет о деятельности—за 1924 г. 195, список общих собраний и докладов за 1924 г. 197.

Магнитопровод из порошкообразного железа в поле радиочастоты 64. **Мачта**, расчет тела деревянной—434, (исправл.) 658.

Машина высокой частоты, расчет обмотки перем. тока 51, о целесообразной настройке—499.

Метеорология и радио 104.

Микродин 268.

Нижегородская Радиолaborатория 194, радиопередача короткой волной на большие расстояния 259, организация чествования А. С. Попова 278,—на выставке в Стокгольме 470, дар Академии Наук 543, радиоустановка в Центральной Сибири 643.

О-во „Культура и Техника“ 98.

„OWS“ 654.

Опоры сетевые, фундаменты—33.

Превращение ртути в золото 545.

Радио,—и метеорология 104,—в Германии 282, прогресс—в С.-А. С. Штатах 292, телеаускультация по—316, управление по—эл. подстанции 316,—и затмение солнца 511,—монумент 527.

Радиовыставка, Всесоюзная—в Москве 317,—в Стокгольме 470.

Радиология, *Handbuch von E. Marx (библ.)* 92.

Радиолобитель, передатчик—на короткие волны 95, первый—услышанный из России 95, русский—заграничный 195.

Радиолобительство в России 296, всемирный конгресс по—315.

Радиопередача, короткими волнами см. короткие волны,—и солнечное затмение 511, участие земли при—635.

Радиоприем пишущий 2, схема Куксенко 21, 604, автоматический—с большими скоростями 479, 586,—на короткие волны 528.

Радиосеть см. антенна.

Радиостанция передающая, измерение градиента электр. поля 192, Сокольническая им. Попова 212, 609, выбор мощности 550,—на короткие волны при Томском университете 643.

Радиотелеграф, изобретение—202, 317, 548,—в Русско-Японскую войну 1904—1905 г. 204, живые чертежи при преподавании—479.

Радиотелефония, исследование схем модуляции на аноде 206, установка Сокольнической имени А. С. Попова—станции 212,—в Великобритании 287, дуплексная—на одну антенну 320.

Радиотехника, современное развитие—в Германии 282.

Радиочастота, магнитопровод из порошкообразного железа 64, трансформатор частоты при помощи сильно насыщенного железа 350, исследование электр. свойств металлов при помощи токов—416.

Рамки приемные, к расчету—421, 648.

Съезд германских естествоиспытателей 411.

Телеграфия без проводов см. радиотелеграф.

Телефон, улучшение—ной передачи по длинным проводам 412, материалы к расчету—ных трансляций 512. *ТиТбп* № 28 94, № 29 184, № 33 658. Трансформатор низкой частоты 44, 333,—частоты при помощи сильно насыщенного железа 350.

Усилитель, ламповый—двойного действия Куксенко 6, новые типы лампового—409, кристаллический—533, безламповый—Толэн 557.

Фильтры электрические, регенеративные 503.

Цинкит, редкость его 433.

Широковещание в Англии 287.

Электродинамика, явления реострикции 57, 633.

Электромагнитные волны, применение—к исследованию верхних слоев земной коры 219, отражение—в электрических цепях 387.

ОТКРЫТА ПОДПИСКА НА 1926 Г.

НА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИLLUСТРИРОВАННЫЙ ЖУРНАЛ АРТИЛЛЕРИИ И БРОНЕСИЛ, ВОЕННО-ИНЖЕНЕРНОГО ДЕЛА, ВОЕННОГО ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ВОЕННОЙ ТОПОГРАФИИ И КАРТОГРАФИИ, ВОЕННО-ХИМИЧЕСКОГО ДЕЛА ВОЕННОГО ХОЗЯЙСТВА И ЭКОНОМИКИ, ВОЗДУШНОГО ФЛОТА, МЕХАНИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА И ВОЕННЫХ СООБЩЕНИЙ, МИЛИЦИОННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, СВЯЗИ РИКА И ВОЕННО-НАУЧНОЙ ЖИЗНИ.

„ВОЙНА и ТЕХНИКА“.

Орган Военно-Научного Общества под общей редакцией Президиума ВНО

т.т. (М.В. Фрунае) И. С. Уншлихта, А. С. Бубнова, Р. П. Эдемана

Редакционно-Издательская коллегия: Г.А. Ветлин, Н.Е. Горещий, В.Ф. Дмитриев, Н.И. Доложен, С. П. Киселев, Н.А. Макошин, Д. П. Оськин, С. И. Петровский и И. А. Халепский.

СОСТАВ РЕДАКЦИОННЫХ КОЛЛЕГИЙ ОТДЕЛОВ.

Арт. и Бронесилы—П. Е. Дыбенко (АУ), Ю. М. Шейдеман (РВС СССР), В. Д. Грендадь (ИА), С. М. Кремков (ИА МВО), Н. М. Роговский (ВНО ВА), И. Ф. Яковлев (АН).
Военно-Инженерное дело—И. А. Халепский (ВТУ), Г. П. Частяков (ВТУ), А. Д. Малевский (ВИИ), И. Руденко-Моргуи (ИО ВНО).
Военная Топография и Картография—А. И. Артанов (ВТО), П. П. Аксенов (ВТО).
Военно Химическое Дело—Я. М. Фишман (ВХУ), Я. Д. Авинович (ЦС АХ), А. А. Дзержинич (ХН), А. Ф. Яковлев (ВХИ), В. М. Яковлев (ВХО ВНО).
Всен. Хоз. Экономика и Моб. Промыш.—Н. Е. Горещий (УНС), И. Н. Лукин (ВФУ).
Воздушный Флот В. И. Попов (ВНО ВА), Г. П. Петро-Губиш, З. А. Радин (ВНО ВВА).
Механик. Транспорт и Воен. Связь И. А. Халепский (ВТУ), Ф. Д. Шабанов (ВТУ), А. А. Куров (АТ).
Связь РККА—И. А. Халепский (ВТУ), Н. А. Коростылев (ВНО ВТУ), Н. М. Сивянский (ИС), И. И. Серпухов (ИО ВНО).
Военно-Научная Жизнь—И. В. Малаевский (ВНО ВА).

В ЖУРНАЛЕ ПРИНИМАЮТ УЧАСТИЕ:

Я. Л. Авинович, инж. Е. В. Агокас, А. П. Адрианов, П. П. Аксенов, И. Алимов, Анисимов, инж. Е. В. Ангулаев, инж. Н. Афанасьев, инж. В. И. Баженов, проф. Баняге, Е. П. Банчик, инж. В. Н. Баташев, инж. Бедиягин, инж. С. Бекнев, инж. И. И. Белинский, И. А. Бенкевич, А. Бергольд, Богданов, Н. Бородачев, С. Брычков, В. Вахарловский, В. Вашкевич, инж. Д. Веревкин, Я. И. Весник, Б. Г. Войденов, Волков, А. Воскресенский, Гаевский, инж. Гербетов, д-р А. Н. Гинсбург, Г. Гире, инж. Я. М. Гольберг, Горбатюк, инж. А. Горец, инж. К. Е. Горещий, И. Е. Григорьев, инж. Гришечко-Климов, А. Гусев, Даинов, инж. Дейч, проф. Е. Ф. Денигин, Десятов, проф. А. А. Дзержинич, А. Г. Дмитриев, д-р И. Г. Дмитриев, В. Дягилев, проф. Д. С. Ершов, инж. Н. И. Жуковский, инж. С. Завацкий, А. М. Зайончковский, Р. Зейц, Вл. Иванов, К. Б. Калининский, Я. Каневский, В. В. Калининский, Н. Каратеев, инж. Д. М. Карбышев, инж. И. Р. Карачан, В. А. Карчагин, А. В. Кожевников, проф. А. Л. Корольков, Н. А. Коростылев, Ф. Котляренко, проф. В. П. Кравец, С. Кремков, П. Куксенко, А. Ф. Лаврентьев, д-р Б. К. Леонардов, инж. Н. Н. Лукицкий, инж. И. Н. Лукьян, Луполов, А. В. Любичкий, проф. Ф. Максеев, А. Д. Малевский, И. В. Малаевский, А. А. Мальшинский, Б. Марков, А. А. Мартягин, А. Матюнин, инж. В. Махин, А. Л. Минц, инж. В. С. Мухачев, Л. Нагродский, инж. В. И. Назаров, проф. С. С. Наметкин, проф. А. А. Незнамов, инж. Г. Г. Невский, инж. М. В., Л. В. и В. В. Новиковы, П. Озеров, Д. П. Оськин, К. Подгорский, проф. Г. Н. Попов, В. И. Попов, Попов, В. Руппенейт, И. Руденко-Моргуи, инж. М. Савостюк, инж. Н. И. Савимович, Н. Сапожников, инж. Г. А. Серчевский, А. В. Сергеев, Н. М. Сивянский, Л. А. Скляр, инж. И. М. Слюсарев, инж. Е. К. Смышловский, проф. Н. А. Сошественский, инж. Ю. А. Степанов, проф. Н. А. Сулейман, А. Н. Суворов, проф. М. Я. Сухаревский, М. К. Тихонравов, А. И. Грошин, инж. А. Турбин, Г. Д. Угрюмов, Н. А. Урмаев, проф. Н. Ушаков, А. Я. Файвуш, С. М. Фалеев, С. В. Фель, инж. А. П. Фирсов, д-р химии Я. М. Фишман, Фраунштейн, инж. В. Фрейльберг, Фролов (Старик), И. А. Халепский, В. В. Хрипин, В. М. Цейтлин, инж. Цицианов, инж. Ф. Д. Шабанов, Н. И. Шабашев, инж. Н. Шелавин, проф. М. Н. Шатерников, А. Г. Эльсниц, д-р З. М. Явич, А. Ф. Яковлев, инж. И. Ф. Яковлев, В. М. Янковский, И. Ястребов и мн. др.

Журнал выходит ежемесячно в количестве семи литературных выпусков специально по каждому отделу.

У С Л О В И Я П О Д П И С К И :

	На комплект журнала:	На отдельн. выпуски:
На 3 месяца	8 руб.	1 руб. 30 коп.
„ 6 „	15 „	2 „ 40 „
„ 1 год	28 „	4 „ 50 „

При коллективной подписке (не менее 10 экзempl.) скидка от 10 до 25% и рассрочка.

Текущие счета (в червонцах) в Московской Конторе Госбанка—147, в Правлении Торгово-Промышленного Банка СССР—832.

Адрес редакции: Москва, Красная площадь, 2-й дом РВС СССР (б. Ср. Торг. ряды) № 32.

Телефоны: 2-09-36 или коммутатор 1-97-70 до 1-97-82, доб. 39.

Адрес Главной К-ры: Ульяновская ул., Шелапутинский пер., д. № 6. Тел.: 4-90-69 и 2-04-85.

ВЫШЕЛ В СВЕТ И ПОСТУПИЛ В ПРОДАЖУ

АНГЛО-РУССКИЙ СЛОВАРЬ

военных, технических, политических и экономических терминов, составленный преподавателем Военной Академии РККА

В. Б. Войнилович-Жаньковским

(автором трудов по британской военной технике, учебников английского языка, английских хрестоматий и других работ)

при участии в качестве консультантов высококвалифицированных специалистов.

СЛОВАРЬ ВКЛЮЧАЕТ СЛЕДУЮЩИЕ ОТДЕЛЫ:

- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Общие военные термины. 2. Пехотные термины. 3. Кавалерийские термины. 4. Служба генштаба. 5. Артиллерия. 6. Вопросы снабжения. 7. Вопросы связи. 8. Танки, тракторы, автомобили, железные дороги. 9. Военно-инженерные термины. 10. Радио и обще-электрические термины. 11. Военно-химическое дело. 12. Авиация. 13. Морское дело. 14. Политические термины. | <ol style="list-style-type: none"> 15. Политические термины, характерные для Великобритании. 16. Газетные термины. 17. Советские термины. 18. Экономические термины. 19. Юридические термины. 20. Коммерческие термины. 21. Коммерческие письма. 22. Образцы торговых документов. 23. Неправильные глаголы, предлоги, союзы, наречия и др. общепотребительные слова (II отдел). 24. Сокращения по всем отделам Словаря. 25. Меры англ., метрич. и русские. 26. Библиографический отдел. |
|--|---|

Словарь при объеме свыше 30 печатных листов содержит свыше 16.000 слов, расположенных в алфавитном порядке, и 1000 сокращений.

ОСОБЕННОСТИ СЛОВАРЯ:

1. В словаре имеются систематические списки слов, объединяющие слова каждого родового понятия. Например, при слове „Aeroplane“ приведены слова, обозначающие главнейшие части аэроплана, при „Soviet“ — советские и революционные термины, при „Radio“ — радио-термины, при „British Empire“ — английские политические и экономические термины и т. д., причем все эти слова помещены в словаре еще раз на соответствующем месте (в алфавитном порядке).

Это дает возможность изучать терминологию без затраты лишнего времени.

2. Слова в словаре не только переведены, но и объяснены.

Это дает возможность пользоваться словарем, как энциклопедией.

3. Наиболее важные термины сопровождаются текстом на английском языке.

Это дает возможность знакомиться с соответствующим техническим стилем и пользоваться словарем в качестве учебника.

4. Политические и экономические термины появляются в печати впервые. Они разбиты на 3 отдела: 1) обще-политические и экономические термины, 2) соответствующие термины Великобритании, 3) соответствующие термины СССР.

Цена 5 р. 60 коп., в прочном дерматиновом переплете 6 р. 50 коп.

Издательствам, книжным магазинам и учащимся в ВУЗ'ах, при оптовых и коллективных заказах, значительная скидка.

ЗАКАЗЫ НА СЛОВАРЬ

принимаются в конторе издательства ЦСВНО „Война и Техника“ Ульяновская ул., Шелапутинский пер., д. № 6. Телеф. 4-90-69 и 2-04-85.

С. С. С. Р.

ВЫСШИЙ СОВЕТ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ.

ГОД ИЗДАНИЯ ВТОРОЙ.

ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА
на 1926 год

ЕЖЕМЕСЯЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ВЕСТНИК

КОМИТЕТА ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ

Подписная плата за год—6 руб., за границу—15 руб.

◁ ○ ▷

С В О Д
ПАТЕНТОВ

НА ИЗОБРЕТЕНИЯ, ВЫДАННЫХ В СССР.

Подписная цена—25 руб., за границу—20 доллар.

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ:
КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ ВСНХ СССР
ЛЕНИНГРАД, ФОНТАНКА, 76—78.

Издательство „ТРАНСПЕЧАТЬ“ НКПС.

МОСКВА, Б. Лубянка, 15.

**ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА
на 1926 год.**

НА НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ, _____
_____ БОГАТО ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ ЖУРНАЛ
_____ ПО ТРАНСПОРТУ _____

**„ТЕХНИКА И ЖИЗНЬ“
(ДВУХНЕДЕЛЬНИК).**

IV ГОД ИЗДАНИЯ.

Журнал освещает в популярных статьях вопросы транспортно-технической техники и все крупные технические завоевания в других отраслях хозяйства в СССР и за границей.



Условия подписки:

На 1 год 2 руб. — коп.
„ 6 мес. 1 руб. 10 коп.
„ 3 мес. — руб. 55 коп.

Розничная цена №-ра устанавливается 10 к.

Заказы и подписка принимаются в Коммерческом Отделе Транспечати—Москва, Б. Лубянка, 15 (в книжном магазине Транспечати—Никольская, 17), во всех Агентствах и магазинах Транспечати на местах, в конторах „ДВИГАТЕЛЬ“, во всех почтово-телеграфных конторах СССР.

ДВУХНЕДЕЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ

ОБЩЕСТВА ДРУЗЕЙ РАДИО СССР

„РАДИО ВСЕМ“.

Является популярнейшим журналом по радиолобительству, рассчитанным на широкие рабоче-крестьянские массы, издается при участии лучших авторских сил, богат содержанием и иллюстрациями, об'ем его 2—3 печатных листа.

Журнал дает читателю массу технических сведений, живой и увлекательный материал для чтения, содержит программу широкоэмитальных станций Союза и за границей на две недели вперед.

Ответственный редактор *М. Я. Халепский.*

Редактор *Ж. Я. Коростылев.*

Секретарь *М. Я. Хюренберг.*

Условия подписки:

На год—4 р. 30 к., 6 мес.—2 р. 20 к., 3 мес.—1 р. 15 к.,
1 мес.—40 к.

Присылающие подписку (в разн. адреса) на 5 экз. получают бесплатно 1 экз. или радиолитературу на соответст. сумму.

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ ПРИНИМАЕТСЯ:

в Государственном Военном Издательстве, Москва, Тверская 15, и его Отделениях и в Обществе Друзей Радио СССР, Москва, Никольская 3, и во всех губернских Отделениях О. Д. Р.

— НА ДНЯХ —

ОБЩЕСТВОМ РАДИО и ГОСУДАРСТВЕННЫМ
ВОЕННЫМ ИЗДАТЕЛЬСТВОМ

— ВЫПУСКАЕТСЯ В СВЕТ —

„КАЛЕНДАРЬ ДРУГА РАДИО“

— НА 1926 ГОД. —

Этот календарь должен стать необходимым карманным справочником радиолюбителя, руководителя ячейки и кружка ОДР, настольной книгой в каждом кружке и в каждой ячейке ОДР и таким образом явится необходимым пособием при всяких радиолюбительских опытах и работах.

СОДЕРЖАНИЕ КАЛЕНДАРЯ:

Устав ОДР. Положение о радиолюбительских ячейках. Программы курсов и занятий в ячейках. Радиолюбительское законодательство. Список Отделений ОДР и их адреса. Технические нормы. Математические таблицы и формы. Электротехника. Формулы и таблицы. Схемы передатчиков и приемников. Практические советы. Повреждения радиоаппаратов и их устранения. Радиоизмерения. Азбука Морзе и радиокод. Международное и поясное время. Список иностранных и русских радиостанций. Библиография. Календарь и записная книжка на 1926 год.

Объем календаря — около 10 печатных листов. Календарь богато иллюстрирован схемами, photographиями, графиками и номографическими таблицами.

Предварительная подписка на календарь производится в редакции журнала „РАДИО ВСЕМ“ (Москва, Тверская, 15).

Цена по предварительной подписке 80 к., в розничной продаже 1 р.

В первую очередь календарь будет разослан подписчикам, после чего уже оставшиеся экземпляры поступят в розничную продажу.

ДРУГ РАДИО, СПЕШИ ПОДПИСАТЬСЯ
НА „КАЛЕНДАРЬ ДРУГА РАДИО“.