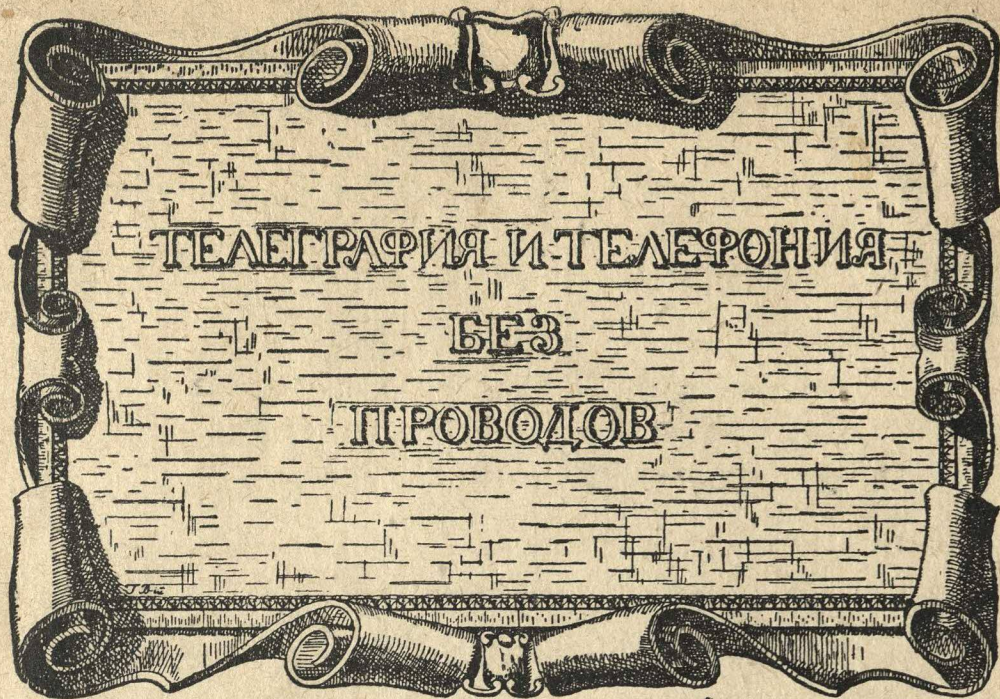




2003

2

Том X, № 1 (52), ФЕВРАЛЬ 1929

ТЕЛЕГРАФИЯ и ТЕЛЕФОНΙΑ БЕЗ ПРОВОДОВ
и по ПРОВОДАМ

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ

**ТЕЛЕГРАФИЯ И ТЕЛЕФОНИЯ БЕЗ ПРОВОДОВ
И ПО ПРОВОДАМ**

(Т и Т бп)

ОДИННАДЦАТЫЙ ГОД ИЗДАНИЯ

Издание Всесоюзного Госуд. Электротехнич. Треста Заводов Слабого Тока

РЕДАКЦИЯ и КОНТОРА ЖУРНАЛА „Т и Т бп“

ЛЕНИНГРАД, УЛ. ЖЕЛЯБОВА, 9. ПРАВЛЕНИЕ ТРЕСТА ЭЛЕКТРОСВЯЗЬ

СКЛАДЫ ИЗДАНИЯ „Т и Т бп“

ЛЕНИНГРАД, УЛ. ЖЕЛЯБОВА, 9

МОСКВА, МОСКОВСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ПРАВЛЕНИЯ ТРЕСТА ЭЛЕКТРО-
СВЯЗЬ, МИЛЮТИНСКИЙ ПЕР., 10

НА СКЛАДАХ ИМЕЮТСЯ „Т и Т бп“ №№ 21—52

ЦЕНА ОТДЕЛЬНОГО НОМЕРА 1 руб. 25 коп.

УСЛОВИЯ ПОДПИСКИ на 1929 год: НА ГОД—6 р., НА 1/2 ГОДА—3 р. 50 к.

„Т. и Т. б. п.“

Ж У Р Н А Л

ТЕЛЕГРАФИЯ и ТЕЛЕФОНИЯ БЕЗ ПРОВОДОВ И ПО ПРОВОДАМ

ОСНОВАН В 1918 ГОДУ

ИЗДАНИЕ ВСЕСОЮЗНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ТРЕСТА ЗАВОДОВ
СЛАБОГО ТОКА

Том X

№ 1 (52) ФЕВРАЛЬ

1929

TELEGRAFIA I TELEFONIA BEZ PROVODOV I PO PROVODAM
(Т. и Т. б. п.)

The Magazine of Wireless and Wire Telegraphy and Telephony
Founded 1918. Published by the Trust „Elektrosviaz“, Leningrad

Volume X

№ 1 (52), February, 1929

C O N T E N T S:

A. Original papers

I. G. Freiman (1890—1929).—A. E. Suzant, Eng., Leningrad. On Calculation of Natural Wavelength of an Antenna.—I. G. Kliatskin and A. L. Minz. Engs., Moscow. Principles of Calculation of Grid Modulation.—A. Pistol Kors, Eng., N.-Novgorod. Calculation of Radiation Resistance of Antennas Composed of Perpendicular Vibrators.—V. M. Shulgin, Moscow. Hydrogen as a Cause of Oscillations in the Electrolytic Generator.—G. A. Seitlenok, Eng., Leningrad. The Transient State of an Electron Tube Oscillator at the Instant of Switching on.—N. D. Morgulis, Kiev. On Calculation of a Tungsten Cathode.—B. P. Aseiev, Eng., Leningrad. Anode Resistance of a Transmitting Electron Tube.—E. Abel, Rome. The Third International Juridical Congress on Radioelectricity.—N. N. Krylov, Eng. Moscow. On the Paper of B. P. Aseiev „A Simplified Calculation of a Tube Transmitter“.—V. I. Bashenoff, Eng., Moscow. Radio Terminology.

B. Bibliography. Abstracts from Foreign Literature.

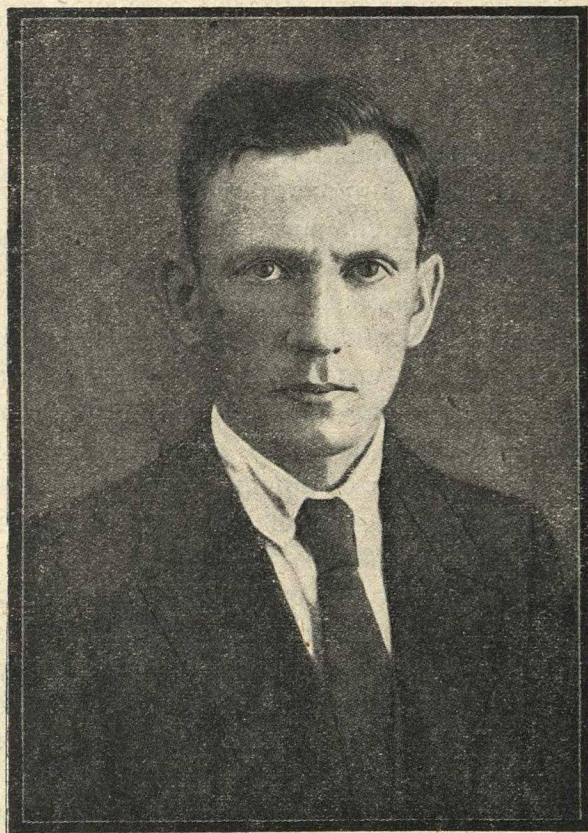
Subscription 6 Dollars per Annum for all Foreign Countries
Address: for Editorial Communication and Subscription: Leningrad,
U. S. S. R. Ul. Zgeliabova, 9, Elektrosviaz, „Т. и Т. б. п.“.

Содержание ТиТбп № 52

	Стр.
И. Г. Фрейман (1890 — 1929)	3
А. Е. Сузант, инж. (Ленинград). Об определении собственной длины волны радиосети	6
И. Г. Кляцкин, инж. и А. Л. Минц, инж. (Москва). Основа- ния для расчета модуляции на сетке	16
А. А. Пистолькорс, инж. (Н.-Новгород). Расчет сопротивле- ния излучения антенн, составленных из взаимно-перпенди- кулярных вибраторов	33
В. М. Шульгин (Москва). Водород, как причина колебаний в электролитическом генераторе	40
Г. А. Зейтленок, инж. (Ленинград). Нестационарное состоя- ние катодного генератора в момент его включения	47
Н. Д. Моргулис (Киев). К вопросу о расчете вольфрамового катода	54
Б. П. Асеев, инж. (Ленинград). Внутреннее сопротивление гене- раторной лампы	58
Э. Абель (Рим). Третий международный юридический конгресс по радиотехнике	69
Н. Н. Крылов, инж. (Москва). К статье Б. П. Асеева „Упро- щенный расчет лампового передатчика“	72
В. И. Баженов, инж. (Москва). Радиотерминология	75
Указатель терминов	87
Из текущей литературы	90
Библиография	96
К авторам ТиТбп	96

И. Г. Фрейман (1890—1929)

И. Г. Фрейман скончался 8 февраля с. г. С тяжелым чувством, с искреннею горестью редакция ТиТбп сообщает о смерти Иманта Георгиевича, так много работавшего для нашей радиотехники, так много сделавшего для нее несмотря на недолгую жизнь, выпавшую на его долю.



И. Г. был одним из основных авторов нашего журнала; только один сотрудник ТиТбп напечатал большее число статей, чем Фрейман. Первою работою И. Г. была статья: „Основные задания для машин высокой частоты для радиопередачи“ (ТиТбп № 9), помеченная сентябрем 1919 г. С этой первой статьи определилась основная черта автора—умение подойти к вопросу с новой, оригинальной точки

зрения, поставить вопрос в новом виде, доводя эту свою новую обработку до значительной исчерпанности, математической значимости. Всякому ясна громадная ценность этой способности, открывающей новые перспективы в тех вопросах, которые грозят омертветь, кажутся исчерпанными. От исследователя, обладающего ею, всегда ожидаем очень много не только в его собственном исследовании, но в его инициативе для дальнейших работ. Эту способность Фрейман обнаруживал до последней своей работы, и с горестью мы должны признать, что ранняя смерть И. Г. оставила неизвестными для нас много ценных мыслей.

Особенно много работ дано Фрейманом за 1921—22 годы. Главною темою была теория радиосети. Статья: „О терминологии и об основных величинах в технике пустотных приборов“ (ТиТбп № 15) начинала собою целую серию его мыслей о радиотерминах, особенно выразившуюся гораздо позже в его предложении новой величины: „момент тока“ (ТиТбп № 30, 1925 г.), единицу которой он предлагал в устных беседах с товарищами назвать: „по“ в честь нашего изобретателя Тбп. Предложенная Фрейманом замена слова: широковещение „радиовещанием“ получила широкое признание. Действительно, меткость слова должна была очень интересовать человека, ум которого всегда так многосторонне охватывал каждое понятие.

За тот же период времени И. Г. написал работу (июнь 1921): „О процессе передачи электрической энергии“ (ТиТбп № 16) характерную для другой стороны его ищущего ума; разрабатывая вопросы радио, Фрейман нащупывал их корни в той необъятной почве, какую представляет собою наука о физических явлениях; техник усматривал соки, идущие из этой почвы к его сооружениям. Примеры этой живой связи техники с наукой можно было видеть во многих работах и соображениях покойного И. Г.

Работы последующих годов относились и к тем же вопросам, и к теории рамки; последняя, напечатанная у нас работа (ТиТбп № 47, 1928 г.), произведшая большое впечатление по своему неожиданному подходу: „О глубине модуляции“, была помечена 1 марта 1928 г.

Небольшое резюме доклада Фреймана на I радиотехн. съезде было напечатано в „Радиотехнике“ (№ 13, 1921).

Живой, широко объемлющий Фрейман отбрасывал вопросы радио и на фон общественной жизни. Для нас необычайно приятно и в то же время горько и тяжело вспомнить заметку „Об американской болезни“, в которой И. Г. отмечал пятилетие нашего журнала (ТиТбп № 21, 1923); в ней написано: „из одной тетрадки ТиТбп легко можно было бы выкроить три-четыре тетрадки напр. Wireless World“; нельзя не отметить теперь, что этой „высокой концентрации материала“ журнал был обязан именно таким авторам, кипящим мыслями, как Фрейман. Он ощущал тогда, что чего-то нехватает для

произрастания этих „слишком густо засеянных семян“. Автор, полную горстью бросавший эти семена, с особенно острой нетерпеливостью ждал их результатов. Он ожидал их от сотен, тысяч, от масс, от радиолюбителей. „Ту пользу, которую принесло бы широкое увлечение, хотя бы самым скромным радиоэкспериментированием, радиоприемом и т. п., трудно учесть. Она коснулась бы самых широких сторон культурной жизни нашей страны“. На вопрос редакции: „смысл и значение того дела, которое мы совершили за последние пять лет“ Фрейман отвечает, характеризуя работу будущего, вытекающую из этого дела: „мы все вместе должны стараться пересадить на нашу почву микроб американской болезни радиоэкспериментирования“. Фрейман чувствовал назревшее; очень скоро его слова осуществились в нашей жизни. К радиолюбительству прибавилось затем радиовещание; тысячи пошли к радио и радио подошло к миллионам. Радио перестало интересовать только как средство связи. Этот вопрос казался уже исчерпанным; радио превратилось в рычаг для небывалого культурного подъема масс. Для нашего журнала, Фрейман замолк навсегда с последними словами на устах о глубине модуляции, о теории того искусства, помощью которого радио учит истине и звуковой красоте и переносит к человеку зрительные образы.

В истории нашей радиотехники и в частности радиовещания имя Фреймана останется в первых рядах.

Об определении собственной длины волны радиосети

Инж. А. Е. Сузант

Всякая действительная антенна представляет собою провод, емкость и самоиндукция единицы длины которого меняется по его длине, т.-е.

$$C_x = f(x), \quad L_x = \varphi(x),$$

где C_x и L_x — емкость и самоиндукция на единицу длины антенны.

Решение дифференциального уравнения, выражающего закон колебаний тока и потенциала вдоль антенны, в этом общем случае представляет собою дело большой математической сложности, так как сводится к решению линейного уравнения второго порядка с переменными коэффициентами, неразрешимого, как известно, в общем виде.

Поэтому, при рассмотрении антенны пытаются привести ее какими-либо частными приемами к проводу с равномерным распределением постоянных, когда мы имеем дело с очень простым уравнением, линейным и с постоянными коэффициентами, и играют главным образом на пограничных условиях.

Ниже здесь сделана попытка подойти таким образом к Г- и Т-образным антеннам.

1. Уравнения электрических колебаний в проводе с любым распределением емкости и самоиндукции выражаются обычно так:

$$\frac{\partial I}{\partial t} = \frac{1}{L_x} \cdot \frac{\partial v}{\partial x}; \quad \frac{\partial I}{\partial x} = C_x \cdot \frac{\partial v}{\partial t}.$$

Здесь C_x и L_x считаем сейчас функциями от x .

Дифференцируя первое уравнение по x , а второе по t и сравнивая, получаем

$$\frac{1}{L_x} \cdot \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{L_x} \right) \cdot \frac{\partial v}{\partial x} = C_x \frac{\partial^2 v}{\partial t^2}.$$

Обозначаем:

$$\frac{1}{L_x C_x} = \omega^2, \quad \frac{1}{C_x} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{L_x} \right) = P_x;$$

тогда имеем:

$$\omega^2 \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + P_x \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial^2 v}{\partial t^2}, \quad (1)$$

где ω и P_x есть функции только от x .

Это уравнение (1) в частных производных может быть представлено в виде двух обыкновенных дифференциальных уравнений, если подставить

$$v = u \cdot z$$

и считать, что u — функция только x , а z — функция только t , т.-е.

$$u = \varphi(x), \quad z = \psi(t).$$

Наше уравнение (1) принимает тогда вид:

$$\omega^2 z \frac{dn^2}{dx^2} + P_x z \frac{du}{dx} = u \frac{d^2 z}{dt^2},$$

или

$$\frac{\omega^2}{u} \cdot \frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{P_x}{u} \cdot \frac{du}{dx} = \frac{1}{z} \cdot \frac{d^2 z}{dt^2} = n^2. \quad (2)$$

Так как уравнение (2) должно удовлетворяться при любом x и t , то n — произвольное число и может быть только постоянным числом.

Итак, наше уравнение распадается на два:

$$\frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{P_x}{\omega^2} \cdot \frac{du}{dx} - \frac{n^2}{\omega^2} \cdot u = 0; \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 z}{dt^2} - z \cdot n = 0. \quad (4)$$

Уравнение (3) — линейное, с переменными коэффициентами дает закон распределения потенциала вдоль провода

$$u = \varphi(x);$$

уравнение же (4) имеет обычный корень:

$$z = z_0 \sin(nt + \theta).$$

Итак:

$$v = \varphi(x) \cdot z_0 \sin(nt + \theta), \quad (5)$$

где θ — начальный угол.

Мы видим, что при любом распределении емкости и самоиндукции вдоль антенны закон ее колебаний может быть представлен видом (5), т.-е. антенна всегда колеблется вся в одной фазе (по времени) и с одним периодом. Иначе говоря, это значит, что антенна всегда колеблется одной волной.

Это и дает нам право сделать нижеследующие заключения.

2. Одним из распространеннейших типов длинноволновых антенн являются сети Г- и Т-образные, т.-е. такие, которые имеют резко-разграниченные горизонтальную и вертикальную части. Имея в виду, что Т-образная сеть может быть всегда более или менее строго приведена к Г-образной, мы в дальнейшем будем все наши рассуждения относить к этой последней сети.

С достаточно большим для технических расчетов приближением, можно для таких сетей считать, что емкость и самоиндукция на единицу длины, как горизонтальной, так и вертикальной части ее, остается постоянной, т.-е. считать, что вдоль вертикальной части антенна имеет C_1 (емкость на единицу длины) и L_1 (самоиндукция на единицу длины) — неизменными по всей длине снижения, а вдоль горизон-

Но прежде чем перейти к пограничным условиям, вернемся к уравнению (5). Это уравнение, как уже было отмечено, гласит, что всякая антенна, при любом законе распределения физических постоянных вдоль ее длины, всегда колеблется вся в одной фазе и с одним периодом.

Очевидно, это положение может быть применено и к нашему частному случаю и выразится в требовании соблюдения условий (см. равенства 6—9)

$$k_1 \omega_1 = k_2 \omega_2, \quad (12)$$

$$\theta_1 = 0. \quad (13)$$

Ибо только при наличии этих двух равенств антенна будет колебаться вся с одним и тем же периодом и в одной и той же фазе.

3. Пограничное условие в точке $y=b$ (в конце антенны) заключается в том, что величина I_y в этой точке должна быть равна нулю:

$$y=b, \quad I_y=0.$$

Из уравнения (9), поэтому, имеем:

$$k_2 b + \psi = \frac{\pi}{2}$$

для основной волны. Отсюда:

$$\frac{\pi}{2} - k_2 b = \psi. \quad (14)$$

4. Для точки $x=X_0$ или, что то же $y=0$, очевидно, мы должны написать:

$$v_x = v_y, \quad I_x = I_y.$$

Это дает:

$$v_1 \cdot \sin(k_1 X_0 + \varphi) = v_2 \cdot \sin \psi;$$

$$v_1 \cdot C_1 \cdot \omega_1 \cdot \cos(k_1 X_0 + \varphi) = v_2 \cdot C_2 \cdot \omega_2 \cdot \cos \psi.$$

Отсюда

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{C_2 \cdot \omega_2}{C_1 \cdot \omega_1} \cdot \operatorname{tg}(k_1 X_0 + \varphi), \quad (15)$$

или, принимая во внимание (14) и (12):

$$\operatorname{ctg}\left(\frac{\omega_1}{\omega_2} \cdot k_1 b\right) = \frac{\omega_2 C_2}{\omega_1 C_1} \operatorname{tg}(k_1 X_0 + \varphi). \quad (15a)$$

5. Собственная длина волны радиосети, очевидно, равна:

$$\lambda_0 = \frac{2\pi \cdot c}{k_1 \omega_1} = \frac{2\pi \cdot c}{k_2 \omega_2}. \quad (16)$$

Здесь c — скорость света.

Если будем подставлять емкость и самоиндукцию на единицу длины в сантиметрах, то выражение (16) упростится:

$$\lambda_0 = \frac{2\pi}{k_1 \omega_1}. \quad (16a)$$

Для нахождения собственной длины волны радиосети, пограничное условие в точке $x=0$ (в начале ее) напишется в виде:

$$x=0, v_x=0$$

(ибо удлинительная катушка отсутствует).

Из уравнения (6) получаем на основании этого:

$$\varphi=0. \quad (17)$$

Тогда из (12), (14) и (15) получаем уравнение для определения k_1 в случае заземленной и неудлиненной сети:

$$\operatorname{ctg}\left(\frac{\omega_1}{\omega_2} \cdot k_1 \cdot b\right) = \frac{\omega_2 C_2}{\omega_1 C_1} \cdot \operatorname{tg}(k_1 X_0), \quad (18)$$

или

$$\operatorname{ctg}\left(\frac{\omega_1}{\omega_2} \cdot k_1 \cdot b\right) \cdot \operatorname{ctg}(k_1 X_0) = \frac{C_2 \omega_2}{C_1 \omega_1}. \quad (18a)$$

Это трансцендентное уравнение решается графическим путем после нескольких проб.

Посмотрим, к чему приводит нас формула (18a) в случае провода с равномерным распределением постоянных, т.-е. $C_x = \text{const}$ и $L_x = \text{const}$ по всей длине провода. В этом случае мы, очевидно, должны написать

$$C_2 = C_1, L_2 = L_1, \omega_2 = \omega_1 = 1.$$

Тогда формула (18a) приобретает вид

$$\operatorname{ctg}(k_1 b) \cdot \operatorname{ctg}(k_1 X_0) = 1.$$

Отсюда:

$$\cos(k_1 b_1) \cdot \cos(k_1 X_0) - \sin(k_1 b) \cdot \sin(k_1 X_0) = 0$$

или

$$\cos(k_1 b + k_1 X_0) = 0,$$

т.-е.

$$k_1(b + X_0) = \frac{\pi}{2}.$$

Но согласно (16a)

$$k_1 = \frac{2\pi}{\lambda_0}.$$

Вставляя, получим

$$\frac{2\pi}{\lambda_0}(b + X_0) = \frac{\pi}{2}; \quad b + X_0 = \frac{\lambda_0}{4}.$$

Итак, в этом случае по антенне должна уложиться четверть стоячей волны — что вполне совпадает с общеизвестными положениями.

В случае общей формулы (15a) мы получим таким-же образом для провода с равномерным распределением постоянных:

$$k_1(b + X_0) + \varphi = \frac{\pi}{2},$$

известный результат, являющийся следствием того, что ток в конце антенны равен нулю.

Здесь $k_1(b + X_0)$ есть разность фаз стоячей волны вдоль антенны, а φ — обуславливается удлинительной катушкой или укорачивающим конденсатором.

Это является как бы косвенной проверкой формулы (18 а).

Для примера на таблице сделан подсчет собственной длины волны и волнового множителя ($u = \frac{\lambda_0}{l}$, где l — полная длина радиосети) для двух вариантов сетей, при чем в каждом варианте даются 2 цифры: одна — для случая, когда снижение расположено на конце горизонтального крыла радиосети (Г-образная сеть), а другая — для случая, когда снижение находится по середине его (Т-образная сеть).

Оба варианта относятся к радиосетям с горизонтальным крылом в виде полотна, состоящего, соответственно, из 3-х, 4-х и 6-ти канатиков на равных расстояниях друг от друга: для I варианта на расстоянии 130 см, а для II — 100 см. Диаметр провода везде взят 0,5 см, высота подвеса равна 65 и 100 м для I и II варианта, соответственно. Длина горизонтального крыла в I варианте 80 м, во II-м 100 м.

Снижение предположено во всех случаях в виде троса, скрученного из того же числа канатиков, сколько их имеется в горизонтальной части. Величина ω_1 принята поэтому равной единице. Длина снижения принята равной средней высоте подвеса антенны. Вообще, как видно из таблицы, даже величина ω_2 и то мало отличается от единицы, особенно при больших расстояниях между проводами ¹⁾.

Интересно между прочим отметить, насколько мало меняется ω_2 от числа проводов.

Емкость вычислялась по формулам проф. М. В. Шулейкина, а самоиндукция — по формулам Коэна для горизонтального крыла и по формуле Неймана — для вертикального. Величина волновых коэффициентов довольно близко, вероятно, подходит к действительности.

6. В случае, если в основание антенны включена удлинительная катушка L_0 или конденсатор C_0 , то условие (17) перестает быть действительным. Зависимость, на основании которой определяется угол φ в каждом частном случае, может быть найдена из пограничного условия.

Например, если в основание радиосети включена катушка, то пограничное условие:

$$x = 0, v_{x=0} = -L_0 \cdot \frac{dl_{x=0}}{dt} \quad (19)$$

приводит к выражению:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{L_0 k_1}{L_1}. \quad (20)$$

¹⁾ Основываясь на отклонении произведения $L_1 C_1$, взятого по всей антенне, от единицы, проф. И. Г. Фрейман высказал мысль, что этим можно объяснить отклонение волнового множителя антенны от четырех. См. ТиТбп № 20, стр. 250, 1923.

ТАБЛИЦА I

Число канатиков n	Горизонтальная часть				Вертикальная часть			$\omega_2 C_2 / \omega_1 C_1$		$k_1 \cdot 10^{-4}$		λ_0		Волновой множитель		Примечание
	L_2 С-ция на един. длины	Емкость горн. крыла	C_2 Емкость на един. длины	$\sqrt{L_2 C_2}$	Емкость сн- жения.	C_2 / C_1 Емкость сниже- ния на един. длины	C_2 / C_1	Г	Т	Г	Т	Г	Т	Г	Т	
3	13,09	608,7	0,076	1	360	0,055	1,4	1,4	2,8	0,95	1,05	650	600	4,5	5,7	Для I варианта
4	11,73	700	0,0876	1	370	0,057	1,6	1,6	3,2	0,92	1,00	685	628	4,8	5,95	
6	10,07	824	0,103	1	400	0,062	1,7	1,7	3,4	0,88	0,97	720	640	5,0	6,1	
3	14,2	978	0,0978	1,18	520	0,052	1,9	1,7	3,4	0,65	0,92	930	685	4,7	4,6	Для II варианта
4	13	1000	0,1	1,14	540	0,054	1,9	1,7	3,4	0,65	0,92	930	685	4,7	4,6	
6	11,3	1157	0,1157	1,12	550	0,055	2,1	1,9	3,8	0,62	0,88	1010	720	5,05	5,0	

В случае включения емкости:

$$x = 0, \quad I_{x=0} = C_0 \cdot \frac{dv_{x=0}}{dt}, \quad (21)$$

откуда

$$\operatorname{tg} \varphi = - \frac{C_1}{C_0 k_1}. \quad (22)$$

Эти уравнения совместно с (15 а) дают величину φ и k_1 .

Отметим, что такой способ расчета антенны может быть, конечно, применен и к сетям, состоящим не только из двух резко разграниченных частей, но так же из трех и более частей, приводя только к более сложным формулам.

Кроме того подобный способ, дает возможность вычислять более точно действующую высоту, динамические и действующие постоянные сети и т. под.

7. Покажем на примере одной из действительных радиосетей, как можно воспользоваться приведенным методом для расчета собственной длины волны и удлинительной катушки радиосети.

Горизонтальная часть некоей Т-образной антенны составлена из 8-ми канатиков диаметром 4,7 мм, натянутых в виде полотна на расстоянии 170 см друг от друга. Длина горизонтальной части 100 м. Подвешена антенна на 2-х 150-м мачтах.

Снижение антенны составлено в виде полотна из 4-х проводов диаметром тоже 4,7 мм. Расстояние между проводами 130 см. Длина снижения 120 м.

Определяем емкость на единицу длины горизонтальной и вертикальной части по формулам проф. М. В. Шулейкина:

Емкость горизонтальной части

$$C_{гор} = \frac{n \cdot l}{4,605 \left\{ \lg \frac{2h}{r} + (n-1) \lg \frac{2h}{d} - \lg (n-1)! \right\}},$$

где n — число проводов (8), h — средняя высота подвеса (13 500 см), l — длина (10 000 см), r — радиус провода (0,47/2 см), d — расстояние между проводами (170 см), равна

$$C_{гор} = 1150 \text{ см};$$

поэтому

$$C_2 = \frac{1150}{5000} = 0,23 \text{ см/см.}$$

Емкость вертикальной части:

$$C_{верт} = \frac{n \cdot l_1}{4,605 \left\{ \lg \frac{l_1}{\sqrt{3}r} + (n-1) \lg \frac{l_1}{\sqrt{3}d_1} - \lg (n-1)! \right\}},$$

где n — число канатиков (4), l_1 — длина снижения (12 000 см), d_1 — расстояние между проводами (120 см), r — радиус провода, равна

$$C_{верт} \cong 1000 \text{ см};$$

поэтому

$$C_1 = \frac{1000}{12000} = 0,08 \text{ см/см.}$$

В виду больших расстояний между проводами можно, не делая больших ошибок, допустить, что ω_1 и ω_2 не отличаются от единицы. Тогда $k_2 = k_1$. Кроме того, $b = 5000 \text{ см}$; $X_0 = 12000 \text{ см}$. Тогда по формуле (18а), имеем:

$$\text{ctg } k_1 \cdot 5000 \cdot \text{ctg } k_1 \cdot 12000 = \frac{0,23}{0,08} = 2,88.$$

Решая это уравнение относительно k_1 , находим:

$$k_1 \cong 0,66 \cdot 10^{-4}.$$

Тогда из (16 а) находим собственную длину волны радиосети равной:

$$\lambda_0 = \frac{2\pi}{k_1 \omega_1} = \frac{6,28}{0,66 \cdot 10^{-4}} = 95000 \text{ см} = 950 \text{ м.}$$

Волновой множитель для этой сети:

$$u = \frac{950}{120 + 50} \cong 5,6.$$

Для этой антенны собственная длина волны определена $\cong 1000 \text{ м}$, т.-е. ошибка около 5%.

Теперь определим удлинительную катушку для этой антенны в случае работы ее волной $\lambda = 2500 \text{ м}$, т.-е. при удлинении $\frac{\lambda}{\lambda_0} = 2,5$.

Из выражения (16 а) получаем необходимое k_1 для новой волны:

$$\omega_1 k_1 = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{6,28}{250000} = 0,252 \cdot 10^{-4}.$$

Отсюда $k_1 = 0,252 \cdot 10^{-4}$. Вставляем найденное значение k_1 в уравнение (15 а) и находим из него φ :

$$\text{ctg}(0,252 \cdot 10^{-4} \cdot 5000) \cdot \text{ctg}(0,252 \cdot 10^{-4} \cdot 12000 + \varphi) = 2,88.$$

Решая это уравнение, имеем: $\varphi \cong 53^\circ$.

Теперь обратимся к уравнению (20), которое дает:

$$\text{tg } 53^\circ = 1,33 = \frac{L_0 k_1}{L_1} = 0,252 \cdot 10^{-4} L_0 C_1 = 2 \cdot 10^{-6} L_0,$$

ибо мы ранее приняли, что $\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}} = 1$, откуда $\frac{1}{L_1} = C_1$. Отсюда самоиндукция удлинительной катушки L_0 получается равной:

$$L_0 = \frac{1,33}{2 \cdot 10^{-6}} = 670000 \text{ см.}$$

Примечание. Когда статья была уже написана, автору стало известно, что формулу для собственной длины волны радиосети, очень близкую к (18а), а именно в виде:

$$\text{tg}(k \cdot X_0) \cdot \text{tg}(k \cdot b) = \frac{C_1}{C_2}$$

давал проф. М. В. Шулейкин на своих лекциях в Московском высш. техн. училище. Эта формула может быть признана одинаковой с (18a), если принять, как это зачастую можно сделать, $\omega_1 = \omega_2$, и след. $k_2 = k_1 = k$.

Однако, насколько известно, эта формула проф. М. В. Шулейкиным до сих пор нигде напечатана не была. Это дает автору смелость думать, что его работа может иметь некоторый интерес.

Ленинград, 27/VIII 1928 г.

Зав. им. Казицкого

Основания для расчета модуляции на сетке

И. Г. Кляцкин и А. Л. Минц, д. ч-ы РОРИ

1. Введение

Сущность процесса модуляции на сетке заключается в том, что при помощи модуляторного устройства, воздействующего на цепь сетки лампового генератора, удастся управлять мощностью этого генератора в пределах от ее максимального (телеграфная мощность) до некоторого наименьшего значения, которое при коэффициенте модуляции $M=1$ достигает нуля.

В отличие от модуляции на аноде ¹⁾, при модуляции на сетке модуляторное устройство не прибавляет энергии в цепь питания анода лампового генератора, а воздействует лишь на его цепь сетки, почему мощность модуляторного устройства может быть выбрана небольшой сравнительно с мощностью генератора.

Модуляция на сетке может осуществляться в ламповых генераторах с самовозбуждением или с независимым возбуждением. В первом случае, как показал ряд работ Ценнека, Мауца и др. ²⁾, глубокая модуляция неосуществима, так как имеют место срывы колебаний. Работы Григорьевой ³⁾ привели к другому выводу, что глубокая модуляция может быть осуществлена при самовозбуждении при условии ослабления связи сетки генераторной лампы с колебательным контуром. В этом случае телеграфная мощность, т.-е. произведение квадрата верхнего предела силы тока в антенне на сопротивление антенны при модуляции, падала на 20—25%. Хотя характеристики модуляции, получаемые при этих условиях, достаточно прямолинейны, вряд ли можно утверждать, что подобный режим работы является достаточно устойчивым.

В течение последних лет требования к ламповому передатчику в отношении стабильности частоты значительно возросли, следствием чего явилась необходимость иметь генератор с независимым возбуждением. Применение модуляции на сетке в подобных устройствах оказалось несравненно надежнее и эксплуатационно достаточно выгодным. Мощность передатчика используется полностью при хороших качествах модуляции. Практический интерес в настоящее время имеет

¹⁾ См. работу авторов „Основания для расчета модуляции на аноде“, ТиТбп № 42, стр. 253 — 286, 1927.

²⁾ Mauz и Zenneck, Jahrb. B. 21, H. 1, 1922.

³⁾ А. Григорьева, ТиТбп № 43, 398 — 410, 1927.

только расчет модуляции на сетке с независимым возбуждением и в дальнейшем мы будем рассматривать лишь эту схему.

Все многообразие схем модуляции на сетке может быть сведено к двум основным классам:

I. Модуляция при помощи изменения смещающего напряжения при постоянной амплитуде электродвижущей силы высокой частоты в цепи сетки лампового генератора и

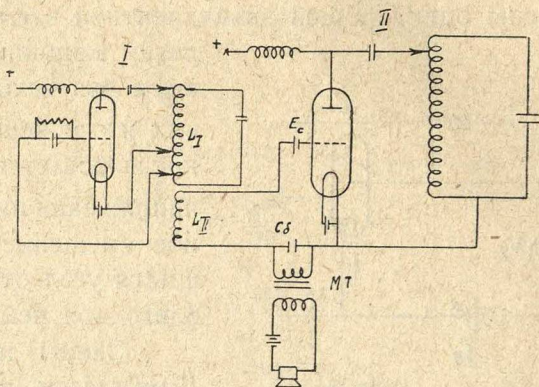
II. Модуляция при помощи изменения амплитуды электродвижущей силы высокой частоты в цепи сетки лампового генератора при постоянном смещающем напряжении.

Можно отметить, что модуляция на сетке генератора с самовозбуждением является одновременно модуляцией I и II класса.

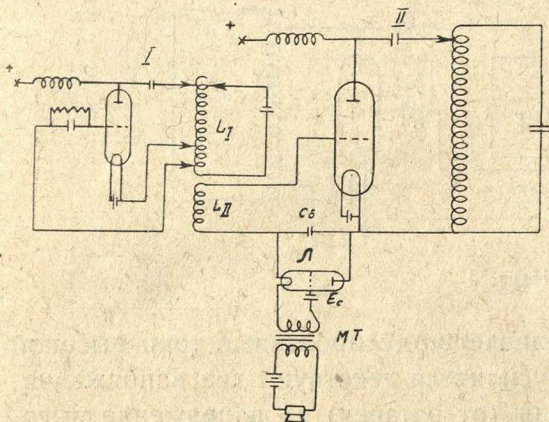
К схемам модуляции на сетке, относимым к I классу, следует причислить схему модуляции микрофонным трансформатором (черт. 1) и схему модуляции изменением постоянной составляющей тока сетки

лампового генератора (черт. 2), известной также под названием модуляции грид-ликом или схемы Шефера.

На обоих указанных чертежах приняты следующие обозначения: I — независимый генератор, II — мощный усилитель, в цепи сетки которого происходит модуляция. Переменное напряжение высокой частоты (напряжение возбуждения) подается в цепь сетки мощного усилителя, благодаря индуктивной связи катушек L_I и L_{II} .



Черт. 1

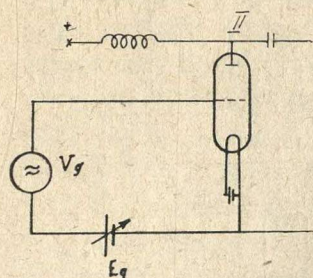


Черт. 2

Конденсатор C_s защищает модулирующее устройство от токов высокой частоты; однако, сопротивление его токам низкой частоты должно быть достаточно велико. MT — микрофонный трансформатор, передающий напряжение звуковой частоты или непосредственно в цепь сетки генераторной лампы (изменение смещающего напряжения), как

это показано на черт. 1, или же воздействующий на сетку модуляторной лампы L (черт. 2). В последнем случае изменяется сопротивление модуляторной лампы, а следовательно, и напряжение между ее нитью и анодом, благодаря чему также изменяется смещающее напряжение генератора. Батарея E_c в обоих случаях дает возможность выбрать рабочую точку на модуляционной характеристике (об этом см. ниже).

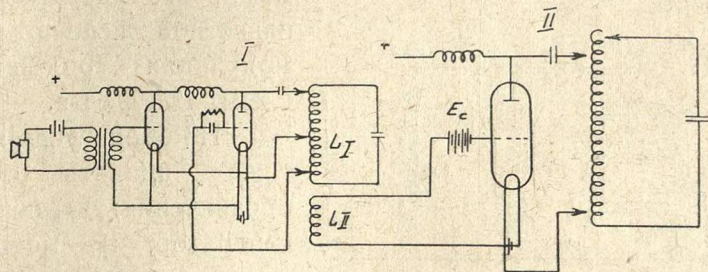
Обе схемы, изображенные на черт. 1 и черт. 2, могут быть заменены одной общей эквивалентной схемой (черт. 3), где показана цепь



Черт. 3

сетки мощного усилителя. В этой цепи имеются два источника напряжения: V_g — источник напряжения высокой частоты, амплитуда коего остается неизменной, и E_g — источник напряжения низкой частоты, дающий переменное смещение (а, следовательно, и изменяющийся угол отсечки Θ лампового генератора), благодаря чему и осуществляется модуляция.

Схемы модуляции, относимые нами ко II-му классу, довольно разнообразны. Прежде всего к ним относится мощное усиление модулированных токов высокой частоты (см. черт. 4), независимо от того, каким способом осуществлена модуляция в первых каскадах лампового генератора. На черт. 4, I обозначает независимый генератор, в котором применена схема модуляции на аноде (взято лишь для при-

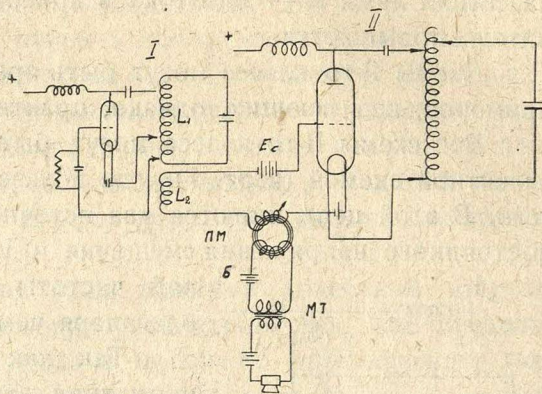


Черт. 4

мера); мощный усилитель II, усиливает модулированные токи высокой частоты. В цепи сетки мощного усилителя действуют два напряжения: постоянное напряжение смещения (от батареи) и, напряжение высокой частоты, изменяющееся по амплитуде в соответствии с модуляцией.

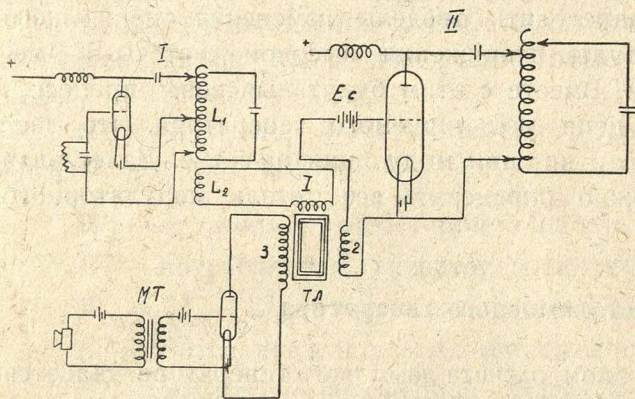
Далее, ко II-му классу следует отнести схему, предложенную Н. Д. Папалекси и Л. И. Мандельштамом (черт. 5). В этой схеме модуляция осуществляется изменением коэффициента самоиндукции дросселя ПМ (с железным сердечником), благодаря изменению силы подмагничивающего тока, даваемого микрофонным трансформа-

тором MT . В цепь сетки мощного усилителя II входят: источник постоянного смещающего напряжения — батарея E_c , источник переменной эдс высокой частоты постоянной амплитуды — катушка L_2 , индуктивно связанная с катушкой L_1 контура независимого генератора, и дроссель ПМ с переменным коэффициентом самоиндукции, наконец, пространство сетка — нить лампы мощного усилителя II. Переменное напряжение, даваемое катушкой связи L_2 , падает частью на дросселе ПМ, частью между сеткой и нитью лампы мощного усилителя. Очевидно, что чем меньше подмагничивающий ток в обмотке низкой частоты дросселя ПМ, т.е. чем больше его коэффициент самоиндукции, тем большая часть напряжения возбуждения будет падать на дросселе и тем меньше оно будет между сеткой и нитью. Благодаря этому



Черт. 5

уменьшится сила тока высокой частоты в контуре мощного усилителя и наоборот, чем больше будет сила подмагничивающего тока дросселя ПМ, тем больше будет колебательная мощность в контуре мощного усилителя II.



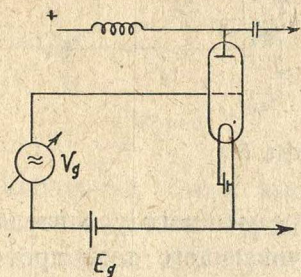
Черт. 6

Ко II-му классу также относится схема, предложенная Р. В. Львовичем (черт. 6). В этой схеме, при постоянном смещающем напряжении E_c , также изменяется амплитуда переменного напряжения на сетке мощного усилителя II, благодаря изменению нагрузки модуляционного трансформатора токов высокой частоты $TЛ$, обмотки которого соединены следующим образом: 1 — соединена с катушкой связи L_2 , 2 — с цепью сетки мощного усилителя и 3 — нагружена на сопротивление

ние анод-нить модуляторных ламп R , каковое меняется, благодаря воздействию микрофонного трансформатора MT на сетки этих ламп. При более высоких напряжениях на сетках ламп R их сопротивление падает, нагрузка трансформатора TL возрастает, напряжение на зажимах обмотки 2 падает и в результате уменьшается сила тока в контуре мощного усилителя. И наоборот, при более низких напряжениях на сетках ламп R — сила тока в колебательном контуре мощного усилителя повышается.

Схемы II-го класса могут быть представлены еще большим рядом примеров, не имеющих, однако, практического применения.

Все схемы II-го класса могут быть заменены одной общей эквивалентной схемой (черт. 7), где показана цепь сетки мощного усилителя. В этой цепи имеются два источника напряжения: E_g — источник постоянного напряжения смещения и V_g — источник напряжения высокой частоты с изменяющейся амплитудой, благодаря чему осуществляется модуляция.



Черт. 7

Так как во всех приведенных схемах модуляция заключается в изменении режима работы лампового генератора, то, прежде чем приступить к расчету энергетических соотношений и отдельных деталей модуляторного устройства, необходимо выяснить основные соотношения в цепях генератора и по ним определить пределы изменения смещающего

напряжения E_g и амплитуды напряжения высокой частоты V_g , необходимые для модуляции. Вместе с этим будут выяснены процессы, происходящие в анодной цепи модулируемого генератора, что даст представление о мощностях и кпд при модуляции на сетке. Далее, зная необходимые V_g и E_g , можно определить все детали модуляторного устройства.

II. Расчет лампового генератора

Наиболее точным методом расчета лампового генератора является графический способ, разработанный Меллером, Принсом и др. Однако, этот метод в значительной степени обесценивается тем обстоятельством, что почти для всех генераторных ламп характеристики известны лишь в небольших пределах. Кроме того, все расчеты основаны на методе проб, большое количество которых (будучи весьма полезным для уяснения процессов в лампе), отнимая много времени, в значительной степени делает эти методы малопригодными для практических целей. Между тем, сделав некоторые допущения, можно чрезвычайно упростить расчет лампового генератора для всех практически пригодных режимов, почти не уменьшая его точности.

Прежде всего необходимо отказаться от работы лампового генератора в перенапряженном режиме, т.-е. когда в некоторые моменты времени потенциал сетки становится выше потенциала анода. Практика показывает, что применение перенапряженного режима, не давая каких либо особых преимуществ, ведет к частой порче ламп и является эксплуатационно невыгодным. Кроме того, сделаем допущение, что характеристика лампы является прямолинейной для всех значений силы тока в цепи анода между нулем и током насыщения. Это допущение использовано в течение последних лет рядом авторов (Ван-дер-Поль и др.) и, приводя к неправильному определению величины высших гармонических, дает достаточно точные значения постоянной слагающей анодного тока и амплитуды его переменной слагающей основной частоты, которые только и играют роль при расчете лампового генератора.

Мы разберем отдельно два вида режимов колебаний второго рода. Колебания первого рода могут рассматриваться, как предельный случай колебаний второго рода и не имеют практического значения. Режимом первого вида мы будем называть работу лампового генератора при колебаниях второго рода на прямолинейной части характеристики, когда максимальное значение анодного тока меньше тока насыщения. Режимом второго вида мы будем называть работу лампового генератора, когда в течение некоторой части периода анодный ток равен току насыщения.

Основные положения расчета остаются одинаковыми для режимов обоих видов. Мы начнем рассмотрение с более простого первого вида.

Первый вид. Работа лампового генератора характеризуется следующими величинами:

W_{∞} — отдаваемая генератором мощность (колебательная мощность),

W_o — потребляемая генератором мощность постоянного тока,

$W_a = W_o - W_{\infty}$ — мощность, рассеиваемая на аноде ламп,

E_o — постоянная слагающая напряжения на аноде,

E_a — амплитуда переменной слагающей напряжения на аноде (основной частоты),

$\xi = \frac{E_a}{E_o}$ — коэффициент использования напряжения на аноде,

I_o — постоянная слагающая анодного тока,

J_1 — амплитуда переменной слагающей анодного тока (основной частоты),

I_n — ток покоя,

$\eta = \frac{W_{\infty}}{W_o} = \frac{E_a \cdot J_1}{2 E_o \cdot I_o}$ — коэффициент полезного действия генератора,

E_g — смещающее напряжение (постоянная слагающая напряжения на сетке),

V_g — амплитуда переменной слагающей напряжения на сетке,

Θ — угол отсечки,

Z — нагрузочное сопротивление току основной частоты, включенное в цепь анода генератора.

При расчете генератора заданием определяется величина W_∞ . Выбору подлежит тип ламп и их примерное количество, которые определяют величину E_o , параметры ламп S , D и R_i и максимальное допустимое рассеяние на аноде $W_{ам}$. Необходимо задаться коэффициентами ξ и η , причем ξ выбирается в пределах 0,7 — 0,9, а η — в пределах 0,55 — 0,85. Следует отметить, что чем выше применяемое напряжение E_o , тем ближе величины ξ и η к верхнему пределу. Большая крутизна S и малая проницаемость D также способствуют повышению величин ξ и η .

Ниже приводится таблица генераторных ламп, выпускаемых ЭТЗСТ, с указанием всех нормальных данных.

ТАБЛИЦА 1

Тип лампы	W_∞^* ватт	$W_{ам}$ ватт	E_o^* вольт	D	S ма на вольт	R_i омов	ξ^*	η^*	Примечание.
Γ_1	10	15	750	0,022	0,75	61000	0,7	0,6	В графах обозначенных *, даны величины, соответствующие нормальному режиму.
Γ_5	50	34	1200	0,11	1,4	65000	0,8	0,6	
$B - 250 .$	250	150	3000	0,012	1,35	61000	0,8	0,6	
$B + 500 .$	500	350	3000	0,01	3,5	28500	0,8	0,6	
$\Gamma - 100 .$	1000	400	10000	0,004	3,0	83000	0,9	0,8	
$\Gamma - 300 .$	3000	1000	10000	0,0056	5,0	36000	0,9	0,75	
$\Gamma - 2000 .$	20000	10000	12000	0,033	8,0	3750	0,9	0,7	

Далее, по известному уже отношению $\frac{\eta}{\xi}$ определяются по таблице 2 величины Θ и отношение $\frac{J_1}{J}$ и $\frac{J_1}{I_m}$, где I_m есть максимальное значение анодного тока, а $J = I_m - I_n$ (см. черт. 8). Надо отметить, что на этом чертеже I_n отрицателен, как это обыкновенно и бывает при генераторном режиме ¹⁾.

¹⁾ Режим с положительным током покоя характерен для модуляторных ламп и изображен на черт. 8, стр. 258, loc. cit.

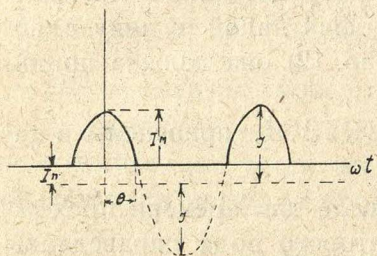
ТАБЛИЦА 2

$\frac{\eta}{\xi}$	θ°	$\alpha = \frac{J_1}{J}$	$\beta = \frac{J_1}{I_M}$	$\cos \theta$
1,000	0	0,0	0,0	1,000
0,995	15	0,0038	0,112	0,966
0,987	30	0,0288	0,215	0,866
0,950	45	0,091	0,310	0,707
0,900	60	0,196	0,392	0,500
0,840	75	0,336	0,454	0,259
0,786	90	0,500	0,500	0
0,722	105	0,663	0,527	—0,259
0,660	120	0,805	0,536	—0,500
0,605	135	0,910	0,533	—0,707
0,554	150	0,972	0,521	—0,866
0,515	165	0,996	0,506	—0,966
0,500	180	1,00	0,500	—1,000

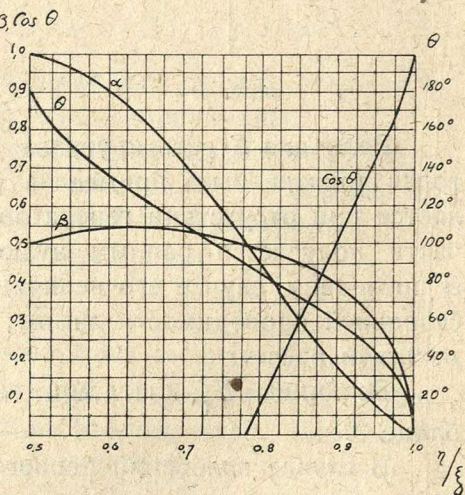
Для промежуточных значений $\frac{\eta}{\xi}$ можно пользоваться графиком черт. 9.

Для более точного подсчета следует воспользоваться следующими соотношениями, вытекающими из основных определений и вывода, приведенного в указанной ранее работе авторов, стр. 259 и 260.

$$\frac{\eta}{\xi} = \frac{J_1}{2I_0} = \frac{\theta - \sin \theta \cos \theta}{2(\sin \theta - \theta \cos \theta)},$$



Черт. 8



Черт. 9

$$\alpha = \frac{J_1}{J} = \frac{2\theta - \sin 2\theta}{2\pi},$$

$$\beta = \frac{J_1}{I_M} = \frac{J_1}{J(1 - \cos \theta)} = \frac{2\theta - \sin 2\theta}{2\pi(1 - \cos \theta)}.$$

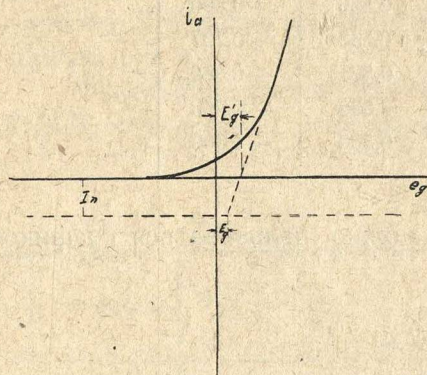
Порядок расчета будет таков:

$$\left. \begin{aligned} E_a &= \frac{1}{2} E_o, & W_o &= \frac{W_\infty}{\eta}, & J &= \frac{J_1}{\alpha}, \\ J_1 &= \frac{2 W_\infty}{E_o}, & I_o &= \frac{W_o}{E_a}, & I_m &= \frac{J_1}{\beta}, \\ Z &= \frac{E_a}{J_1}, & W_a &= W_o - W_\infty, & I_n &= -J \cos \Theta. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Осталось определить две основные величины E_g и V_g .

Смещающее напряжение E_g при данном E_a однозначно определяет ток покоя I_n . Обратно, зная E_o и I_n , можно определить E_g .

Если бы ток покоя I_n был равен нулю ($\Theta = \frac{\pi}{2}$), то смещающее напряжение E_g должно было бы равняться величине E'_g , определяемой



Черт. 10

отрезком от начала координат до точки пересечения продолжения прямолинейной части статической характеристики с осью абсцисс (черт. 10).

Чтобы ток покоя был равен величине I_n , необходимо дать дополнительное смещение, равное $\frac{I_n}{S}$, следовательно, полная величина смещения будет:

$$E_g = E'_g + \frac{I_n}{S}. \quad (2)$$

Величина S есть крутизна статической характеристики, которая должна быть применена в виду того, что ток покоя определяется при отсутствии генераторного режима. Ток покоя по большей части получается равным нулю или имеет отрицательное значение. В последнем случае его величина является фиктивной в виду односторонней проводимости лампы; однако в рав. (2) она должна приниматься в расчет.

Величины E'_g для ламп, выпускаемых ЭТЗСТ, приведены в таблице 3.

В случае колебаний первого рода, а также для времени прохождения анодного тока в случае колебаний второго рода справедливы следующие уравнения:

$$\begin{aligned} i_a &= I_n + J \cos \omega t, \\ e_g &= E_g + V_g \cos \omega t, \\ e_a &= E_o - E_a \cos \omega t, \end{aligned}$$

ТАБЛИЦА 3

Тип лампы	J_s ампер	E_g' вольт	V_n вольт	I_n ампер
Γ_1	50×10^{-3}	— 3	4,6	1,7
Γ_5	200×10^{-3}	— 100	11	3,45
$B-250$	375×10^{-3}	— 20	11	3,9
$B-500$	750×10^{-3}	0	17	8,2
$\Gamma-100$	1,0	+ 40	16	10,2
$\Gamma-300$	2,0	+ 40	17	18
$\Gamma-2000$	15,0	— 200	17	55

где i_a , e_g и e_a — мгновенное значение силы тока в цепи анода, а также мгновенные напряжения на сетке и на аноде.

Применим уравнение Валлаури, дающее зависимость между переменными слагающими i_a , e_g и e_a для момента времени $t=0$, тогда

$$J = SV_g - \frac{E_a}{R_i}. \quad (3)$$

Из этого уравнения определяем амплитуду переменной слагающей напряжения на сетке

$$V_g = DE_a + \frac{J}{S}. \quad (4)$$

Уравнения (2) и (4) являются основными для расчета лампового генератора и определяют две последние искомые величины.

Однако, полученные результаты необходимо подвергнуть проверке в трех отношениях: прежде всего необходимо установить, не является ли рассчитанный режим перенапряженным; критерием отсутствия перенапряженного режима является неравенство:

$$E_g + V_g < E_o - E_a, \quad (5)$$

Далее следует проверить достаточность тока эмиссии J_s у примененных ламп, без чего расчет по приведенным формулам будет неверен и необходимо вести расчет для режима второго вида. Необходимым условием является удовлетворение неравенству:

$$I_m < J_s.$$

Наконец, необходимо установить, не превышает ли мощность, рассеиваемая на анодах выбранных ламп, предельной допустимой для них величины, т.е. удовлетворено ли требование

$$W_a < W_{ам}.$$

Последняя проверка делается немедленно после выбора величины η .

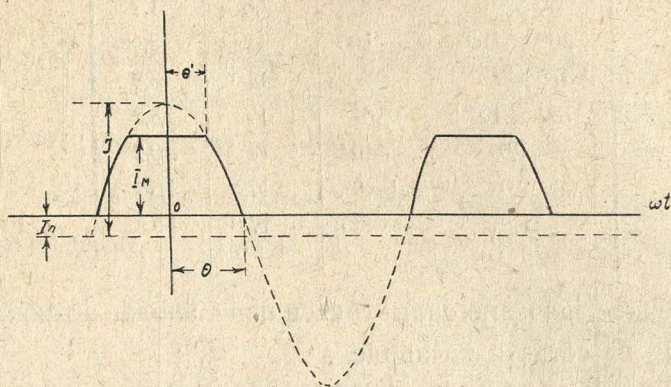
Для ламп, выпускаемых ЭТЗСТ, величины J_s и E_g' , а также режимы накала приведены в таблице 3.

Второй вид. Порядок расчета лампового генератора, работающего в режиме второго вида, почти не отличается от приведенного

выше расчета. Приходится ввести в формулы некоторые члены, в которые входит угол верхней отсечки Θ' (см. черт. 11), причем

$$\Theta' = \omega t',$$

где $2t'$ — есть время, в течение которого сила тока в цепи анода равна силе тока насыщения.



Черт. 11

Постоянная слагающая анодного тока I_0 определяется путем разложения в ряд Фурье кривой анодного тока:

$$I_0 = \frac{J}{2\pi} \left[\int_{-\Theta}^{-\Theta'} (\cos \omega t - \cos \Theta) d(\omega t) + \int_{-\Theta'}^{+\Theta'} (\cos \Theta' - \cos \Theta) d(\omega t) + \int_{+\Theta'}^{+\Theta} (\cos \omega t - \cos \Theta) d(\omega t) \right] = \frac{J}{\pi} \left[\sin \Theta - \Theta \cos \Theta - \sin \Theta' + \Theta' \cos \Theta' \right].$$

Таким же путем определяется амплитуда переменной слагающей основной частоты анодного тока

$$J_1 = \frac{J}{\pi} \left[\int_{-\Theta}^{-\Theta'} (\cos \omega t - \cos \Theta) \cos \omega t d(\omega t) + \int_{-\Theta'}^{+\Theta'} (\cos \Theta' - \cos \Theta) \cos \omega t d(\omega t) + \int_{+\Theta'}^{+\Theta} (\cos \omega t - \cos \Theta) \cos \omega t d(\omega t) \right] = \\ = \frac{J}{\pi} \left[\Theta - \sin \Theta \cos \Theta - \Theta' + \sin \Theta' \cos \Theta' \right].$$

Максимальная сила тока — сила тока насыщения равна

$$I_m = J_s = I (\cos \Theta' - \cos \Theta).$$

По известной основной величине $\frac{\eta}{\xi}$ из таблицы 4 можно выбрать режим, характеризующийся одной из комбинаций углов Θ и Θ' .

Наиболее пригодной обычно является комбинация, при которой величина Θ' наименьшая. После этого по таблице 5 следует произвести проверку достаточности для выбранного режима тока насыщения J_s , который должен быть равен полученной из этой таблицы величине I_m . Если величина I_m меньше чем J_s , то это показывает, что Θ' взято слишком большим. Если же величина I_m больше J_s , то следует увеличить Θ' или, если это невозможно, то уменьшить выбранную величину отношения $\frac{\eta}{\xi}$, т.е. довольствоваться меньшим коэффициентом полезного действия.

Из таблиц 4 и 5 видно, что увеличением угла Θ' можно добиться большего значения амплитуды силы тока основной части J_1 при нормальных условиях колебательного режима, т.е. при $\Theta \leq 90^\circ$. Вместе с тем, однако, уменьшается коэффициент полезного действия. Таким образом, режим второго вида может применяться лишь при малых токах эмиссии или при большом запасе допустимого рассеивания на аноде.

Для дальнейшего расчета необходимо определить величину J из таблицы 6.

ТАБЛИЦА 6

0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	Θ/Θ'
	0,0038	0,0288	0,091	0,196	0,336	0,500	0,663	0,805	0,910	0,972	0,996	1,000	0°
		0,025	0,087	0,192	0,332	0,496	0,659	0,801	0,906	0,968	0,992	0,996	15°
			0,062	0,167	0,307	0,471	0,634	0,776	0,881	0,943	0,968	0,972	30°
				0,105	0,245	0,409	0,572	0,714	0,819	0,881	0,906	0,910	45°
					0,140	0,304	0,467	0,609	0,714	0,776	0,801	0,805	60°
						0,164	0,327	0,467	0,572	0,634	0,659	0,663	75°
							0,164	0,304	0,409	0,471	0,496	0,500	90°
								0,140	0,245	0,307	0,332	0,336	105°
									0,105	0,167	0,192	0,196	120°
										0,062	0,087	0,091	135°
											0,025	0,0288	150°
												0,0038	165°
													180°

Значение $\frac{J_1}{J}$

Таблицы 4, 5 и 6 заменяют таблицу 2, данную для режима первого вида. В остальном порядок расчета остается тот же.

III. Расчет цепи анода при модуляции на сетке

Если в ламповом генераторе снять зависимость величин I_o и J_1 от E_g или V_g , то она окажется линейной (см. черт. 12) от 0 до некоторого предельного значения (точка A). Таким образом, всякое изменение напряжения на сетке (E_g или V_g) вызывает такое же изменение величин I_o и J_1 , а следовательно, и тока в антенне I_A , который пропорционален J_1 , что обеспечивает правильное воспроизведение модулирующих токов в отношении частоты и амплитуды. Поэтому черт. 12 носит название модуляционной характеристики при модуляции на сетке.

Прямолинейная модуляционная характеристика получается как опытным путем, так и теоретически, что будет показано ниже.

Выбирая ту или иную комбинацию E_g и V_g , мы становимся на ту или иную точку модуляционной характеристики. Таким образом, без модуляции, в зависимости от выбора рабочей точки, мы будем иметь различные значения силы тока, а следовательно, и мощности в антенне, которая называется телефонной мощностью. В отличие от нее наибольшая возможная мощность, получаемая при рабочей точке A, носит название телеграфной мощности.

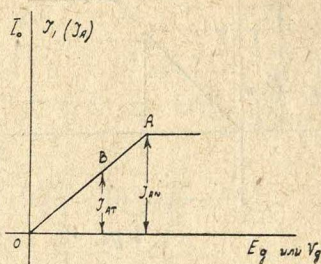
Кроме того, выбор рабочей точки определяет собой наибольший возможный коэффициент модуляции без искажений, т.-е. при работе на прямолинейной части модуляционной характеристики.

Если сила тока меняется симметрично вокруг величины J_{Acp} от J_{Am} до J_{AM} , то, как известно, коэффициент модуляции определяется выражением

$$M = \frac{J_{AM} - J_{Am}}{2J_{Acp}} = \frac{J_{AM}}{J_{Acp}} - 1. \quad (6)$$

Из выражения (6) ясно, что наибольшая величина коэффициента модуляции зависит от отношения ординат точки A и рабочей точки. При этом сделано предположение, что рабочая точка выбрана между серединой модуляционной характеристики и ее верхним сгибом (A), так как в противном случае мы или не используем всей мощности, даваемой генератором, или же имеем несимметричную модуляцию.

Так как эффект на месте приема зависит от телефонной мощности и величины коэффициента модуляции, то необходимо, задав-



Черт. 12

шись определенным коэффициентом модуляции, выбрать рабочую точку возможно выше. В этом случае (черт. 13).

$$J_{Acp} = J_{AT}, J_{AM} = J_{A\infty},$$

где J_{AT} — сила тока в антенне, соответствующая телефонной мощности

$$W_T = J_{AT}^2 R_A,$$

а $J_{A\infty}$ — сила тока в антенне, соответствующая телеграфной мощности

$$W_{\infty} = J_{A\infty}^2 R_A.$$

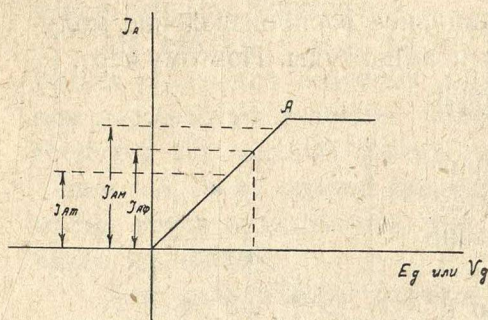
Выражение (6) примет вид

$$M = \frac{J_{A\infty}}{J_{AT}} - 1,$$

или

$$J_{AT} = \frac{J_{A\infty}}{1 + M}, \quad (7)$$

$$W_T = \frac{W_{\infty}}{(1 + M)^2}. \quad (8)$$



Черт. 13

Данный ламповый генератор (количество ламп, выбор режима и т. д.) должен быть рассчитан на телеграфную мощность, которая определяет наибольшую величину, отдаваемую генератором.

Телефонная мощность при данном коэффициенте модуляции может быть получена из уравнения (8). На практике, обычно, задается телефонная мощность и максимальный коэффициент модуляции и тогда, согласно уравнению (8), определяется расчетная величина телеграфной мощности.

Таким образом, расчет анодной цепи генератора распадается на две части: по определенной, согласно указанному выше, телеграфной мощности рассчитывается генератор (см. главу II), затем определяются для телефонного режима все основные величины.

Это легко удастся сделать благодаря следующим рассуждениям: амплитуда переменной слагающей основной частоты и постоянная слагающая анодного тока пропорциональны силе тока в антенне, а следовательно

$$\frac{J_{1T}}{J_1} = \frac{I_{OT}}{I_0} = \frac{J_{AT}}{J_{A\infty}}, \quad (9)$$

где индекс T придан величинам, характеризующим телефонный режим.

Согласно выражениям (7) и (9)

$$\left. \begin{aligned} J_{1T} &= \frac{J_1}{1 + M}, \\ I_{OT} &= \frac{I_0}{1 + M}. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Так как эквивалентное сопротивление колебательного контура Z остается постоянным, то амплитуды переменного напряжения на аноде при телефонном и телеграфном режиме имеют следующие значения:

$$\begin{aligned} E_a &= J_1 Z, \\ E_{aT} &= J_{1T} Z, \end{aligned}$$

а следовательно

$$E_{aT} = \frac{E_a}{1+M}. \quad (11)$$

Напряжение на аноде E_o при модуляции на сетке остается постоянным, поэтому

$$\xi_T = \frac{E_{aT}}{E_o} = \frac{\xi}{1+M}. \quad (12)$$

Коэффициент полезного действия при телефонном режиме

$$\eta_T = \frac{E_{aT} \cdot J_{1T}}{2E_o \cdot I_{OT}} = \frac{\eta}{1+M}. \quad (13)$$

Мощность, рассеиваемая на аноде при телефонном режиме, определяется:

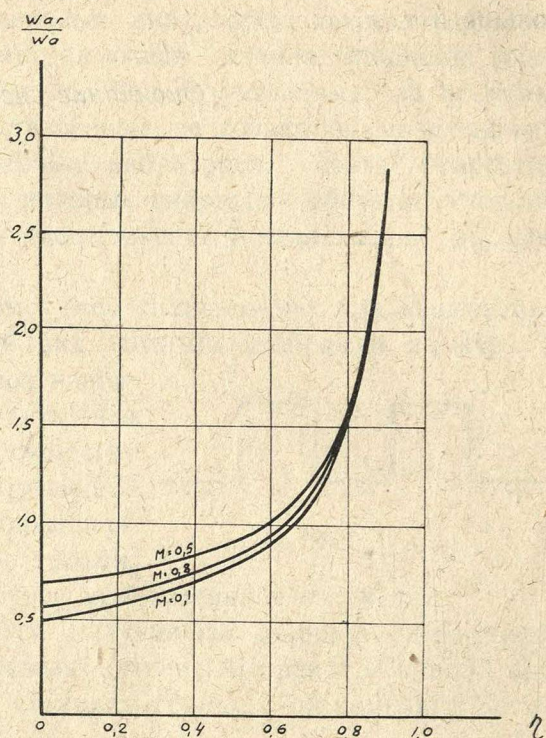
$$\begin{aligned} W_{aT} &= W_T \frac{1-\eta_T}{\eta_T} = \\ &= W_a \frac{1+M-\eta}{(1-\eta)(1+M)^2}. \quad (14) \end{aligned}$$

Так как во многих случаях коэффициент при W_a бывает больше 1, то при расчете необходимо проверить, допускают ли лампы в телефонном режиме рассеиваемую мощность, т.е. удовлетворяется ли неравенство:

$$W_{aT} < W_{aM}.$$

Эта проверка оказывается достаточной, так как средняя рассеиваемая мощность на аноде во время модуляции, как это легко доказывается, всегда меньше, чем W_{aT}

$$\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} W_{aT} d(\Omega t) < W_{aT}$$



Черт. 14

Отношение $\frac{W_{a1}}{W_a}$ при различных коэффициентах модуляции M , в зависимости от коэффициента полезного действия, дано на черт. 14.

Приведенный расчет дает возможность установить необходимое количество ламп в передатчике с модуляцией на сетке. Так как, согласно уравнению (14), рассеивание на аноде при телефонном режиме обычно близко к таковому при телеграфном, то нормальный расчет количества ламп проще всего вести по телеграфному режиму, т.-е. по уравнению (8). Так, при $M=1$ номинальная мощность ламп (мощность одной лампы, помноженная на их число) должна быть в 4 раза больше телефонной мощности, при $M=0,73$ — в 3 раза больше и т. д.

(Окончание следует)

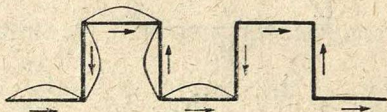
Расчет сопротивления излучения антенн, составленных из взаимно перпендикулярных вибраторов

А. Пистолькорс

Доложено на 116-й лаборат. беседе в Нижегородской Радиолaborатории 9 ноября 1928 г.

1. В двух предыдущих статьях ¹⁾ нами был рассмотрен способ вычисления сопротивления излучения таких направленных антенн, которые составлены из параллельных вибраторов, как-то: синфазная и переменnofазная антенны, многоэтажная антенна Маркони, горизонтальная антенна Мейснера и др. Кроме указанных, на практике встречаются еще антенны, составленные не только из параллельных, но и из взаимноперпендикулярных вибраторов. Сюда относятся, например, рамочные антенны, в которых вибраторы образуют стороны одной или нескольких рамок, расположенных надлежащим образом в пространстве ²⁾.

Далее, к рассматриваемому типу принадлежат так называемые зубчатые антенны, простейший вид которых изображен на черт. 1. Стрелками показано мгновенное направление токов. Не трудно видеть, что изображенная антенна по существу является переменnofазной (излучающей в своей плоскости) с заменой питающей системы горизонтальными вибраторами; это вызывает, конечно, добавочное нежелательное излучение.



Черт. 1

Наконец, сюда же относится получившая широкую известность за последнее время зигзагообразная антенна Ширекса (Chireix), применяемая на коротковолновых станциях французской компании Société Française Radioélectrique.

В своем простейшем виде она представлена на черт. 2. Излучение происходит перпендикулярно плоскости антенны. Вектор напряжения электрического поля в удаленной точке складывается из двух взаимно перпендикулярных векторов (см. черт. 2), соответственно направлениям токов в антенне.

Чтобы судить о преимуществе той или другой антенной системы, необходимо знать как напряжение электрического поля, создаваемого ею в направлении главного луча, так и затрачиваемую на излучение мощность. Не останавливаясь на первом, т. к. в этом отношении не

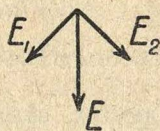
¹⁾ ТГТбп № 48, стр. 333—347 и № 50 стр. 540—545, 1928.

²⁾ Кривые излучения таких антенн исследованы в статье С. Я. Турлыгина и М. Н. Пономарева, ТГТбп № 48, стр. 281—303, 1928.

встречается трудностей, мы обратим внимание на подсчет сопротивления излучения перечисленных выше антенн, при чем для своей цели мы воспользуемся тем же методом наводимых эдс, который уже был с успехом применен для системы из параллельных вибраторов. Предварительно заметим, что, как и в предыдущих статьях, мы будем полагать распределение тока в проводах синусоидальным и будем

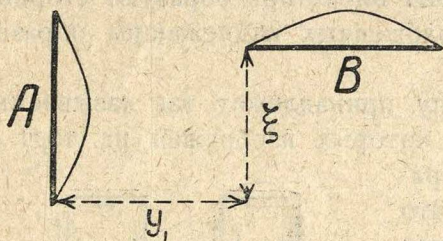


Черт. 2

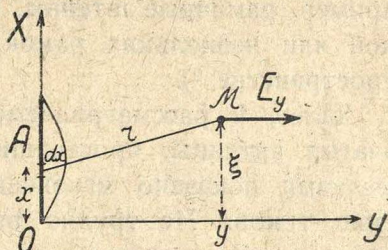


пренебрегать влиянием земли. Последнее, если нужно, может быть учтено дополнительно, при помощи метода зеркальных изображений. Токи в вибраторах будем считать равными и совпадающими по фазе или сдвинутыми на 180° .

2. Наша задача сводится следовательно к тому, чтобы определить ваттную слагающую эдс, наводимой одним вибратором (А на черт. 3)



Черт. 3



Черт. 4

на другой (В), лежащий на прямой перпендикулярной первой. Для решения этой задачи нам необходимо уметь находить перпендикулярную проводу А ваттную слагающую напряжения поля в любой точке пространства.

Обратимся к черт. 4. Мы расположим вибратор А вдоль оси ОХ так, чтобы конец совпадал с началом координат. Возьмем точку М с координатами ξ и y и рассмотрим слагающую поля в ней E_y , вызываемую действием провода А. Напряжение поля в точке М определяется, вообще говоря, значениями в ней векторного потенциала и градиента скалярного потенциала ¹⁾. Векторный потенциал в направлении ОУ перпендикулярном току равен нулю. Следовательно для нахождения E_y нам достаточно взять производную по y от значения скалярного потенциала в точке М, так что:

$$E_y = -\frac{\partial \varphi}{\partial y} = -\frac{d}{dy} \int_0^l \frac{\sigma_t - r/c}{\epsilon r} dx,$$

¹⁾ См. ТиТбп, № 48, стр. 334, 1928.

где σ —заряд на единицу длины провода, l —длина провода A , r —расстояние рассматриваемой точки от элемента dx , равное $\sqrt{y^2 + (x-\xi)^2}$. Значение заряда берется соответствующим моменту времени $t - \frac{r}{c}$.

Из предыдущей работы известно, что

$$\sigma\left(t - \frac{r}{c}\right) = \frac{1}{\omega} \frac{dI_x}{dx} \cos \omega \left(t - \frac{r}{c}\right),$$

если ток задан уравнением $i_x = I_x \sin \omega t$, где I_x —амплитуда тока в точке x . Принимая во внимание, что $\frac{\omega}{c} = \frac{2\pi}{\lambda} = m$, мы можем переписать выражение для σ так:

$$\sigma\left(t - \frac{r}{c}\right) = \frac{1}{\omega} \frac{dI_x}{dx} (\cos \omega t \cos mr + \sin \omega t \sin mr).$$

Отсюда для действующего значения ваттной слагающей скалярного потенциала получим

$$\varphi_w = \int_0^l \frac{1}{\varepsilon \omega r} \frac{dJ_x}{dx} \sin mr dx,$$

если J_x есть действующая сила тока в точке x . Так как распределение тока мы считаем синусоидальным, то $\frac{dJ_x}{dx} = I_o m \cos mx$, где I_o —эффективная сила тока в пучности.

Теперь мы можем написать выражение для горизонтальной ваттной слагающей поля E_y в точке M (действующая величина)

$$E_y = -\frac{d\varphi_w}{dy} = -\frac{d}{dy} \int_0^l \frac{I_o m \cos mx \sin mr}{\varepsilon r \omega} dx$$

или, т. к. $m = \frac{\omega}{c}$ и $\varepsilon \mu = \frac{1}{c^2}$,

$$E_y = \mu c I_o \frac{d}{dy} \int_0^l \frac{\sin mr}{r} \cos mx dx,$$

при чем $r = \sqrt{y^2 + (x-\xi)^2}$.

Взяв определенный интеграл и произведя дифференцирование по y , мы после соответствующих преобразований получим:

$$E_y = \frac{\mu c I_o}{y} \left[(l-\xi) \cos ml \frac{\sin mr_{l-\xi}}{r_{l-\xi}} - \sin ml \cos mr_{l-\xi} + \xi \frac{\sin mr_{\xi}}{r_{\xi}} \right], \quad (1)$$

где $r_{l-\xi} = \sqrt{y^2 + (l-\xi)^2}$ и $r_{\xi} = \sqrt{y^2 + \xi^2}$.

В нашем случае, при длине вибратора A в полволны, $\cos ml = -1$ и $\sin ml = 0$; поэтому для вибратора

$$E_y = -\frac{\mu c I_o}{y} \left[\left(\frac{\lambda}{2} - \xi \right) \frac{\sin mr_{\lambda}}{r_{\lambda}^{\frac{\lambda}{2} - \xi}} - \xi \frac{\sin mr_{\xi}}{r_{\xi}} \right]$$

или, выражая E_y в вольтах, а I_o в амперах,

$$E_y = -\frac{30 I_o}{y} \left[\left(\frac{\lambda}{2} - \xi \right) \frac{\sin mr_{\lambda}}{r_{\lambda}^{\frac{\lambda}{2} - \xi}} - \xi \frac{\sin mr_{\xi}}{r_{\xi}} \right]. \quad (1a)$$

3. Переходя теперь к решению поставленной задачи (о двух взаимно перпендикулярных вибраторах), мы введем ограничение, вытекающее из практики, которое позволит упростить вычисления. Именно, как то имеет место во всех рассмотренных выше антеннах, мы предположим, что вибратор B находится от A на расстоянии кратном полволны.

Пусть начало и конец провода B определяются координатами ξ, y_1 и ξ, y_2 . Распределение тока в вибраторе B может быть представлено уравнением

$$I_y = \pm I_o \sin m(y - y_1)$$

или, т. к. $\sin my_1 = 0$ по условию,

$$I_y = \pm I_o \cos my_1 \sin my.$$

Двойной знак поставлен по следующим соображениям. Когда мы говорим о совпадении по фазе токов в параллельных вибраторах, мы требуем, чтобы эти токи каждый данный момент имели одинаковое направление. В случае взаимно перпендикулярных вибраторов говорить о совпадении направлений токов не приходится. Нам придется считать положительным ток, имеющий направление оси OY в течение первой половины периода. В это время ток в вибраторе A направлен также в сторону положительных X -ов. В следующий полупериод направления токов в обоих вибраторах изменятся на обратные. Таким образом, если стрелки, указывающие направление токов, расходятся из вершины угла, образуемого вибраторами, или сходятся в нее нужно брать $+$ в выражении для I_y (см. черт. 5). В противном случае (черт. 6) берется $-$, т. к. тогда ток в вибраторе B в первый полупериод направлен в сторону отрицательных Y -ков.

Для определенности наши вычисления мы проведем для положительного тока, а затем в случае надобности достаточно будет изменить знак в окончательном результате.

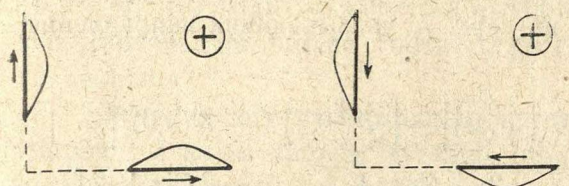
Потеря энергии на излучение в проводе B , вызываемая присутствием вибратора A с током, выразится так:

$$P_{BA} = - \int_{y_1}^{y_2} E_y I_o \sin my \cos my_1 dy.$$

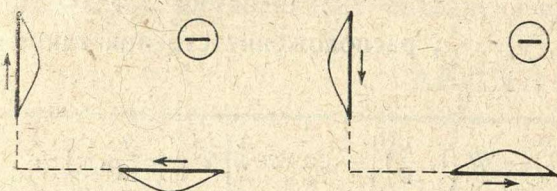
Подставляя значение E_y из выражения (1a), получим:

$$P_{BA} = 30 I_o^2 \cos my_1 \int_{y_1}^{y_2} \left[\left(\frac{\lambda}{2} - \xi \right) \frac{\sin mr \frac{\lambda}{2} - \xi}{r \frac{\lambda}{2} - \xi} - \xi \frac{\sin mr \xi}{r \xi} \right] \frac{\sin my}{y} dy.$$

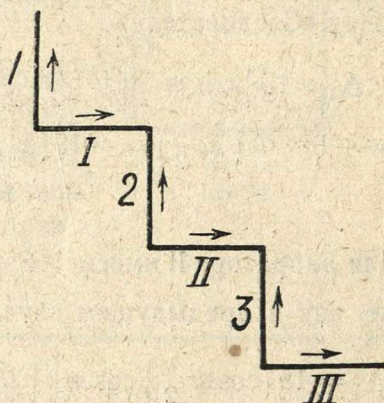
Чтобы упростить результат интегрирования, мы введем следующее условие, которому удовлетворяют вибраторы во всех антеннах рассматриваемого нами типа. Именно, мы будем полагать координату ξ (см. черт. 3) кратной половине длины волны.



Черт. 5



Черт. 6



Черт. 7

При этом условии результат интегрирования удобнее всего представить, введя функции $\Phi(\alpha, \beta)$ такого вида:

$$\Phi(\alpha, \beta) = Ci m (\sqrt{\alpha^2 + \beta^2} + \alpha + \beta) - Ci m (\sqrt{\alpha^2 + \beta^2} + \alpha - \beta) - Ci m (\sqrt{\alpha^2 + \beta^2} - \alpha + \beta) + Ci m (\sqrt{\alpha^2 + \beta^2} - \alpha - \beta),$$

где Ci обозначает интегральный косинус, а m есть некоторый параметр, в данном случае равный $\frac{2\pi}{\lambda}$. С помощью этих функций, выражение для P_{BA} напишется так:

$$P_{BA} = 15 I_o^2 \cos my_1 \left\{ \cos m \left(\frac{\lambda}{2} - \xi \right) \left[\Phi \left(\frac{\lambda}{2} - \xi, y_2 \right) - \Phi \left(\frac{\lambda}{2} - \xi, y_1 \right) \right] - \cos m \xi \left[\Phi \left(\xi, y_2 \right) - \Phi \left(\xi, y_1 \right) \right] \right\}. \quad (2)$$

Это выражение и является ответом на поставленную задачу.

4. Переходим теперь к практическому применению полученной формулы для подсчета сопротивления излучения. В целях облегчения вычислений с ней, отметим некоторые свойства функции $\Phi(\alpha, \beta)$, в которых нетрудно убедиться, проделав соответствующие подстановки:

1) значение функции $\Phi(\alpha, \beta)$ не меняется от перемены мест аргументов: $\Phi(\alpha, \beta) = \Phi(\beta, \alpha)$;

2) при изменении знака у одного из аргументов, функция меняет знак: $\Phi(-\alpha, \beta) = \Phi(\alpha, -\beta) = -\Phi(\alpha, \beta)$; отсюда следует: $\Phi(-\alpha, -\beta) = -\Phi(\alpha, \beta)$;

3) если один из аргументов или оба равны 0, функция равна 0.

$$\Phi(0, \beta) = \Phi(\alpha, 0) = \Phi(0, 0) = 0.$$

В качестве примера вычислим по выражению (2) поправку на сопротивление излучения вибратора I (черт. 7), вызываемую вибраторами I, II и III шестизвенной антенны Ширекса. Для вибратора I мы имеем $\xi = 0$ и $y_1 = 0$. Выражение (2) берем со знаком +, руководствуясь расположением стрелок на черт. 7, указывающих направление токов. Следовательно:

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= 15 \left\{ \cos m \frac{\lambda}{2} \left[\Phi\left(\frac{\lambda}{2}, \frac{\lambda}{2}\right) - \Phi\left(\frac{\lambda}{2}, 0\right) \right] - \left[\Phi\left(0, \frac{\lambda}{2}\right) - \Phi(0, 0) \right] \right\} = \\ &= -15 \cdot \Phi\left(\frac{\lambda}{2}, \frac{\lambda}{2}\right) = -15 [Ci \pi (\sqrt{2} + 2) + Ci \pi (\sqrt{2} - 2) - 2 Ci \pi \sqrt{2}] = \\ &= -15 \cdot 0,737 = -11,1 \Omega. \end{aligned}$$

Для вибратора II имеем $\xi = -\frac{\lambda}{2}$, $y_1 = \frac{\lambda}{2}$; расположение стрелок такое же, как в предыдущем случае:

$$\begin{aligned} \Delta_2 &= 15 \cos m \frac{\lambda}{2} \left\{ \cos m \left[\Phi(\lambda, \lambda) - \Phi\left(\lambda, \frac{\lambda}{2}\right) \right] - \cos m \frac{\lambda}{2} \left[\Phi\left(-\frac{\lambda}{2}, \lambda\right) - \right. \right. \\ &\quad \left. \left. - \Phi\left(-\frac{\lambda}{2}, \frac{\lambda}{2}\right) \right] \right\} = -15 \left[\Phi(\lambda, \lambda) - 2 \Phi\left(\lambda, \frac{\lambda}{2}\right) + \Phi\left(\frac{\lambda}{2}, \frac{\lambda}{2}\right) \right] = \\ &= -15 (-0,256 - 2 \cdot 0,463 + 0,737) = +6,7 \Omega. \end{aligned}$$

Аналогичным путем для вибратора III получим:

$$\begin{aligned} P_{BA} &= 15 \left[2 \Phi\left(\frac{3\lambda}{2}, \lambda\right) - \Phi\left(\frac{3\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}\right) - \Phi(\lambda, \lambda) \right] = 15 [2 \cdot (-0,334) + 0,209 + \\ &\quad + 0,256] = -3,0 \Omega. \end{aligned}$$

5. Применим теперь полученные результаты к вычислению сопротивления излучения той же 6-звенной антенны Ширекса. Выпишем найденные поправки к сопротивлению излучения вибратора, вызываемые наличием перпендикулярных вибраторов.

Для ближайшего (соприкасающегося) вибратора эта поправка равна $\nabla_1 = -11,1 \Omega$; для следующих (на расстоянии $\frac{\lambda}{2}$ и λ) $\Delta_2 = +6,7 \Omega$; $\Delta_3 = -3,0 \Omega$.

Аналогичные поправки от параллельных вибраторов (2-го и 3-го) будут 1): $\delta_1 = -11,8 \Omega$, $\delta_2 = +3,6 \Omega$.

Сопротивление излучения вибратора I определится следующим образом:

$$R_1 = 73,3 + \Delta_1 + \delta_1 + \Delta_2 + \delta_2 + \Delta_3 = 57,7 \Omega.$$

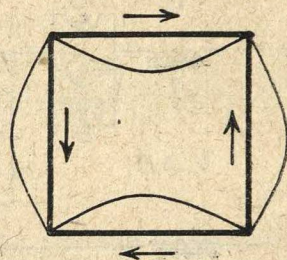
Такое же сопротивление очевидно будет иметь и вибратор III. Для остальных вибраторов получим:

$$R_I = R_3 = 73,3 + 2 \Delta_1 + \delta_1 + \Delta_2 + \delta_2 = 49,6 \Omega,$$

$$R_2 = R_{II} = 73,3 + 2 \Delta_1 + 2 \delta_1 + \Delta_2 = 34,2 \Omega.$$

Суммируя, получим для всей антенны сопротивление излучения, отнесенное к току в пучности одного вибратора, $R_e = 283,0 \Omega$. Необходимо однако помнить, что сопротивление излучения вычислено в предположении, что токи во всех вибраторах равны, что, конечно, не вполне соответствует действительности.

Значения сопротивления излучения антенны Ширекса с иным числом звеньев (при условии равенства тока в вибраторах) даны в таблице I, где приведены также и сопротивления излучения отдельных составляющих антенну вибраторов.



Черт. 8

ТАБЛИЦА I

n	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	R
2	62,2	62,2	—	—	—	—	—	124,4
3	50,4	51,1	50,4	—	—	—	—	151,9
4	57,1	39,3	39,3	57,1	—	—	—	192,8
5	60,7	46,0	27,5	46,0	60,7	—	—	240,9
6	57,7	49,6	34,2	34,2	49,6	57,7	—	283,0
7	59,7	46,6	37,8	40,9	37,8	46,6	59,7	329,0

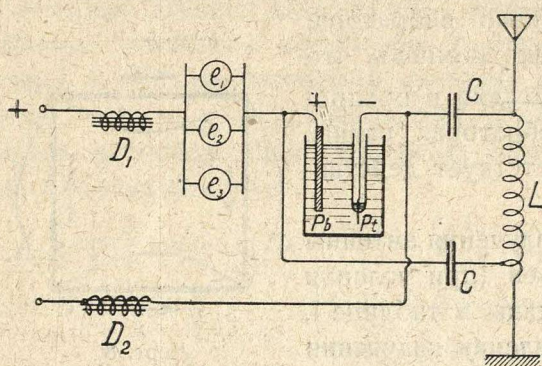
Аналогичным путем может быть рассчитано сопротивление излучения и других антенн, упомянутых в начале статьи—зубчатых и рамочных. В частности сопротивление излучения простой рамки (черт. 8) будет равно 254Ω .

1) См. таблицу ТиТбп № 50, стр. 545, 1928.

Водород, как причина колебаний в электролитическом генераторе

В. М. Шульгин

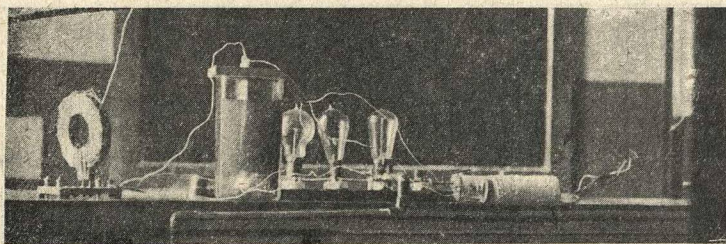
Мною был сконструирован прибор, о котором я сообщал в статье „Электролитический генератор“¹⁾, представляющий собой банку с раствором серной кислоты со вставленными в нее платиновым и свинцовым электродами, при чем платина служит катодом; при пропу-



Черт. 1

скании постоянного или выпрямленного тока можно так направить явление, что получится своеобразное свечение платинового электрода, сопровождаемое сильным электромагнитным излучением. Схема передатчика изображена на черт. 1; фот. 2 показывает общий вид его. Он собран целиком из „самодельных“ или весьма простых частей.

Сосудом для электролиза служит аккумуляторная банка на 2 литра; в качестве электролита в основных опытах употреблена аккумуляторная кислота. Платиновая проволока впаяна в стеклянную трубочку, в кото-



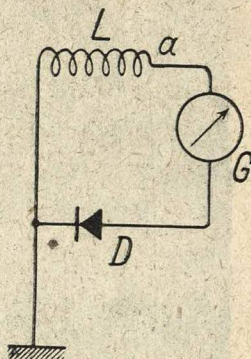
Фот. 2

рую, затем, налито немного ртути и вставлена медная проволока. Трубочка держится в деревянной крышке сосуда слабым трением. В виду частой порчи платиновых электродов от перегрузки, в эту же крышку было вставлено несколько запасных электродов также плати-

¹⁾ См. В. М. Шульгин. Электролитический генератор электромагнитных колебаний. ТиТбп № 47, 198 — 201, 1928.

новых, которые можно менять или перенесением медной проволоки из испорченной трубочки в запасную, или перестановкой рычажка, укрепленного на манер коммутатора на основной доске. В качестве анодной пластины взят свинцовый лист размером в 1 кв. дециметр. Конденсаторы C и C — слюдяные, емкостью в 300 и 450 см; катушка L типа „Риктон“ в 50 витков. Дросселя D_1 и D_2 представляют собой катушки из звонковой проволоки, намотанной на сердечник из мягкой железной проволоки.

Для лучшего регулирования силы тока в цепь постоянного тока, кроме ламп, включен еще реостат со скользящим контактом, имеющий сопротивление 70 Ω . Заземление — газовая труба, проложенная вдоль края лекционного стола, на котором собран и самый передатчик. Антенна — комнатная Г-образная, длиной 6 м (звонковая проволока, подвешенная на изоляторах), вертикальное снижение равно 2 м. Наличие гнезд и клемм позволяет быстро менять конденсаторы, катушки, производить включение измерительных приборов и проч.



Черт. 3

Приемник установлен в этой же комнате, на уровне передатчика в расстоянии 3 м от вертикальной линии, мысленно опущенной из конца антенны. Схема приемника представлена на черт. 3, фот. 4 дает его общий вид; L — катушка „Риктон“ — такая же, как и в передатчике, D — галеновый детектор, G — миллиамперметр Гартмана и Брауна, с делениями на десятые доли миллиампера.

Впоследствии он был заменен простым школьным гальванометром (нашего производства), чувствительностью в 0,2 мА. На фот. 4 видна приемная антенна, но можно ее совсем не употреблять ¹⁾.

Способ зажигания „вольтовой дуги“, и пуска в ход генератора описан мною в упомянутой выше статье.

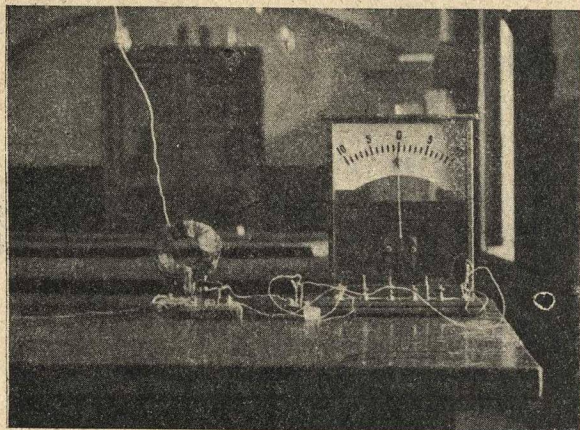
Показания миллиамперметра, включенного в детекторную цепь приемника регистрировались в течение часа с лишним, при чем запись велась через каждые 5 минут. Передатчик питался постоянным током от местного умформера на 120 В; сила тока, идущего от умформера равна 0,1 А.

Мощность излучения, в общем, не изменяется со временем, хотя и испытывает колебания, что бывает заметно и на-глаз по поведению стрелки гальванометра. Если наблюдать при этом и поведение генератора, то оказывается, что незадолго до момента слетания пузырька

¹⁾ Во всех описываемых далее опытах в приемнике антенна не употреблялась; имелось лишь заземление. Для предохранения от сотрясений вся приемная установка помещалась в шкафу со стеклянными дверцами, откуда имелся единственный вывод — заземление — кусок проволоки в 1 м, прикрученный к водопроводной трубе.

водорода стрелка испытывает значительное колебание в сторону повышения тока.

Показания гальванометра в приемнике заметно увеличивается от приближения тела экспериментатора к катушке приемника; повиди-



Фот. 4

мому, устанавливается более сильная емкостная связь приемника с передатчиком. Особенно эффектен следующий опыт: достаточно приложить руку к стеклянной дверце запертого шкафа, в котором помещен приемник, как стрелка гальванометра передвинется на несколько делений, показывая ток в приемнике сильнее, чем он был раньше. Если же дотронуться пальцем до какой-

либо точки участка aGD детекторной цепи (черт. 3), то получим усиление приемного тока на 50%.

Излучение получается и в том случае, когда в передатчике убираем катушку самоиндукции L , оставив лишь одни конденсаторы C и C . Оно получается даже *сильнее*, чем при наличии катушки самоиндукции, что видно из таблицы I¹⁾.

ТАБЛИЦА I

При наличии катушки L в передатчике	Без катушки L
1,20 mA	1,32 mA
1,10 „	1,32 „

Указанные опыты говорят о том, что генератор создает колебания во всяком случае высокой частоты. Это видно из дальнейших исследований.

Так известно, что характерной особенностью быстропеременных токов является их большая способность проходить чрез конденсаторы; самоиндукция же, наоборот, оказывает значительное сопротивление токам высокой частоты. Далее, в цепях с колебаниями высокой частоты имеет место следующая формула для силы тока²⁾:

$$J_o = aCV_o, \text{ где } a = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n.$$

¹⁾ Сила тока в электролитической ванне — 0,25 А.

²⁾ См. А. Эйхенвальд „Электричество“.

Представим ее в том виде, как это удобно для измерения длины волны дугового генератора:

$$\lambda_{cm} = 0,209 \frac{C_{cm} \cdot V_o}{J_o} \quad 1)$$

Таким образом мы имеем возможность, зная J_o , C и V_o вычислить λ , а следовательно частоту n и длину волны λ .

Применительно к нашему „дуговому генератору“ получаются результаты, показанные в таблице II. J_o измерялось тепловым амперметром с делениями в 0,01A.

ТАБЛИЦА II

Напряжение на зажимах конденсаторов V_o вольт	Емкость конденсатора C см	Сила тока в колебат. цепи J_o амп	Вычисленная длина волны λ м
100	180	0,28	134
100	346	0,34	213
100	388	0,35	232
100	413	0,36	240
100	785	0,46	357
100	1024	0,47	455
100	1386	0,53	547

Мощность колебательного тока вообще столь велика, что если включить обыкновенную лампу накаливания вместо амперметра, то она будет довольно ярко светиться.

Проходя свободно через конденсатор, токи высокой частоты сильно ослабляются включенной последовательно самоиндукцией, что подтверждается в нашем генераторе и явствуется из таблицы III.

ТАБЛИЦА III

Сила тока (A)	
Без катушки	с катушкой (сотовой 50 в).
0,140	0,070
0,165	0,080
0,215	0,090
0,225	0,100
0,410	0,170

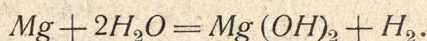
Колебания при наличии вольтовой дуги происходят, главным образом потому, что газовое пространство, занятое дугой, легко меняет свое сопротивление; оно, так сказать, „эластично“. Эта „эластич-“

1) См. Е. А. Свирский и В. П. Хашинский „Радиотелеграфные измерения“.

ность" проявляется при непременною условии охлаждения дуги, что и делается искусственно; в качестве газов применяют пары спирта, светильный газ, водород.

В нашем генераторе жидкость, окружающая электрод, охлаждает его, т. к. температура ее всегда значительно ниже, чем температура газа, окружающего платиновый электрод. Газом же этим является водород, получающийся от электролиза H_2SO_4 , т. к. платина служит катодом. Водород находится в раскаленном состоянии. В самом деле, рассматривая нашу светящуюся платиновую проволочку при помощи спектроскопа, мы видим совершенно отчетливые линии водорода. Способность его быстро менять сопротивление и является условием возникновения колебаний. Следовательно, если устранить возникновение водорода при электролизе, мы не получим колебаний высокой частоты.

Так оно и произошло при замене серной кислоты другим раствором. Я взял 20% раствор $MgSO_4$, сделал платину катодом и попробовал зажечь "дугу" в этом растворе. Получилось весьма эффектное зеленое свечение вокруг платины, но генерация исчезла. (Ток в приемнике получился всего лишь в 1—3 микроампера). Это свечение принадлежало парам металла магния и лишь в слабой степени водороду, который мог здесь получиться в результате взаимодействия Mg с водой по уравнению:



Таким образом с водой реагирует, как известно, порошковатый магний при повышенной температуре, а особенно *in statu nascendi*.

Мы и замечаем в сосуде образование облачка гидроокиси магния; весьма слабым излучением, которое все же получилось при этом, мы обязаны водороду.

Слабое излучение происходит также и в случае замены платины железом в растворе H_2SO_4 . Получается эффектное сияние, дающее в спектроскопе резкие линии железа.

Заменив же серную кислоту соляной и употребив платиновый электрод, мы имеем попрежнему сильное излучение, что видно из следующей таблицы:

ТАБЛИЦА IV

Излучение при электролизе HCl .

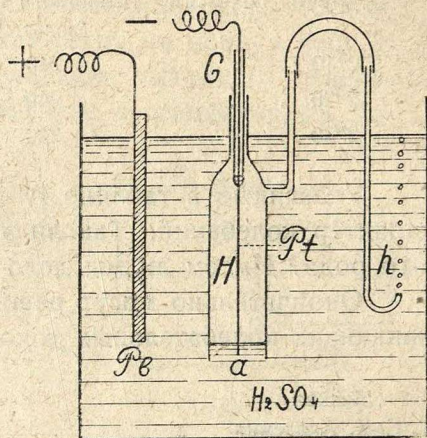
Концентрация раствора HCl :	Сила тока (А) поступающего в генератор от сети в 120 вольт	Сила тока в при- емнике мА
HCl уд. в. 1,19, разбавленная пополам	0,15	1,2
	0,20	1,4
Разбавлена в 4 раза	0,15	1,2
	0,20	1,4
" " 8 "	0,15	1,0
	0,20	1,2

Из этих опытов мы и заключаем, что одной из причин возникновения колебаний в электролитическом генераторе является водород, который нужно привести в раскаленное состояние, что и осуществляется при зажигании своеобразной вольтовой дуги.

Выяснив значение водорода, окружающего платиновый электрод и полагая, что от него зависит регулярность действия прибора, я видоизменил конструкцию, для чего употребил особый газовый электрод, который изображен на черт. 5. Он заменяет недолговечный платиновый кончик, впаянный в стеклянную трубочку.

Новый электрод представляет собой длинную (в несколько см) платиновую проволоку (Pt), которая попрежнему впаяна в стеклянную трубочку G , но окружена колоколом H и купается в кислоте лишь небольшим кончиком a ; все же остальное пространство вокруг проволоки заполнено водородом колокола H , который соединен при помощи тройника и гибкого каучука со стеклянной трубкой h . Последняя служит для выпускания излишнего водорода, получаемого при работе генератора, а также для регулирования объема водородного пространства H и длины входящего в кислоту платинового кончика a . В самом деле, поднимая конец трубки h на некоторую высоту, мы можем поднять в колоколе H уровень кислоты, который будет зависеть от гидростатического давления и капиллярного натяжения в отверстии трубки h . Такое устройство позволяет, вместо ряда запасных электродов, иметь лишь один, который долговечен ¹⁾, а главное — обеспечивает плавное действие прибора: водород на платине не накапливается в виде пузырьков, а поступает в объемистое пространство H , которое играет роль буфера, а затем понемногу удаляется через регуляторную трубочку h . Опрокинутая над отверстием трубки h бюретка с жидкостью позволи произвести учет этого излишнего водорода.

Перед пуском в ход генератора мы наполняем колокол H и трубку h кислотой и опускаем в сосуд, поместив кончик трубки h на требуемую глубину ²⁾.



Черт. 5

¹⁾ Стекло почти не нагревается; работающий же кончик платины может быть возобновлен по мере израсходования простым поднятием трубки h .

²⁾ Пожалуй, нелишнее иметь в виду, что пузырек воздуха, оставшийся в приборе, может послужить причиной взрыва образовавшегося гремучего газа.

Затем, присоединяем электролитическую ванну под напряжение постоянного или выпрямленного тока. Силу тока в начале подбираем 1—2 А, отчего и колокол, и трубка быстро наполняются водородом; когда же погруженным в кислоту останется один кончик платины, „дуга“ возникает сама собой или же мы зажигаем ее указанным ранее способом. Получается весьма спокойная, почти беззвучная работа прибора.

Излучение — равномерное, спокойное и сильное, что видно из следующей таблицы:

ТАБЛИЦА V

Применение газового электрода. Пост. ток = 0,12 А.

Время по часам	Напряжение постоянного тока (вольты)	Сила тока в комн. антенне (амперы)	Сила тока в приемнике мА
2 ^h 10	240	0,143	3,05
2 ^h 20	240	0,143	3,05
2 ^h 30	240	0,143	3,05

Указанные в таблице IV расчеты предполагают синусоидальный характер колебаний. Так ли это? Возможно ли получение колебаний 1-го рода? Имеем ли мы дело с колебаниями 2-го или 3-го рода?

Окончательно могут решить эти вопросы лишь фотографии возникающих колебательных токов.

Москва

Т. С.-Х. Академия

Нестационарное состояние катодного генератора в момент его включения

Инж. Г. А. Зейтленок

Изучение нестационарных состояний катодного генератора представляет значительный интерес, так как дает ключ к исследованию ряда важных проблем в радиотехнике, как то: одновременное генерирование двух колебаний (паразитные колебания), суперрегенерация, быстродействующая работа ключом и мн. др.

В настоящей статье разбирается случай нестационарного состояния катодного генератора в момент его включения на контур, черт. 1. В предыдущей работе „к теории самовозбуждения катодного генератора“¹⁾ автором указывалось на существование в стационарном состоянии зависимости между обратной связью и формой анодного тока (отсечкой), т.е. между количеством энергии и временем ее подачи в контур. При нестационарном состоянии, во время нарастания колебаний, форма анодного тока меняется — отсечка уменьшается и, след., уменьшается накопление энергии в контуре от периода к периоду, а так как накопление (или расход) энергии в контуре характеризуется коэффициентом затухания, то, значит, коэффициент затухания должен быть функцией формы анодного тока. При достижении известной формы анодного тока (отсечки) коэффициент затухания обращается в нуль.

Таким образом, у-ние тока нестационарного состояния надо ожидать в виде

$$i = I e^{\alpha t} \sin \omega t \text{ } ^2),$$

где $I = f(\theta)$ и $\alpha = F(\theta)$; θ — угол отсечки.

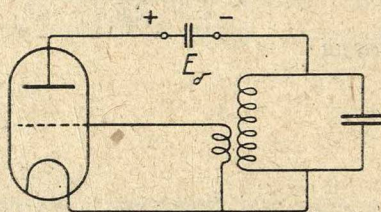
В стационарном состоянии $\alpha = 0$ и $i_{cm} = I_{cm} \sin \omega t$.

Для нахождения у-ния тока нестационарного состояния воспользуемся найденным у-нием (11) тока колебательного контура самовозбуждающегося генератора

$$\frac{d^2 i}{dt^2} + \left[\frac{R}{L} + \frac{\varphi(\theta)}{R_i C} - \frac{S M_g}{LC} \varphi(\theta) \right] \frac{di}{dt} + \left[\frac{1}{LC} + \frac{1}{LC} \frac{R}{R_i} \varphi(\theta) \right] i = 0,$$

¹⁾ ТиТбп № 48, стр. 348 — 362, 1923. В дальнейшем все обозначения взяты из этой статьи.

²⁾ На чертежах I обозначено через J_a .



Черт. 1

где

$$\varphi(\theta) = \frac{1}{2\pi} \left[2\theta_1 + \sin 2\theta_1 + 2\theta_2 + \sin 2\theta_2 - 4\sin\theta_1 \cos\theta_3 - 4\sin\theta_2 \cos\theta_3 \right] \quad (16)$$

характеризует зависимость амплитуды первой гармонической анодного тока в зависимости от своей формы.

Изменение амплитуды при нестационарном состоянии, характеризуемое изменением $\varphi(\theta)$, можно считать малым сравнительно с изменением $i=f(t)$, так что, при нахождении общего интеграла этого уравнения, будем считать $\varphi(\theta)$ постоянным и искать интеграл его в виде

$$i = A_1 e^{\gamma_1 t} + A_2 e^{\gamma_2 t},$$

где γ_1 и γ_2 суть функции времени; γ_1 и γ_2 суть корни характеристического уравнения

$$\gamma^2 + \left[\frac{R}{L} + \frac{\varphi(\theta)}{R_i C} - \frac{S M_g}{LC} \varphi(\theta) \right] \gamma + \left[\frac{1}{LC} + \frac{1}{LC} \frac{R}{R_i} \varphi(\theta) \right] = 0.$$

Обозначим

$$\frac{R}{L} + \frac{\varphi(\theta)}{R_i C} - \frac{S M_g}{LC} \varphi(\theta) = b; \quad \frac{1}{LC} + \frac{1}{LC} \frac{R}{R_i} \varphi(\theta) = c.$$

Тогда

$$\gamma^2 + b\gamma + c = 0$$

и

$$\gamma_{1,2} = -\frac{b}{2} \pm \sqrt{\frac{b^2}{4} - c}.$$

Для того, чтобы процесс не был аperiодическим, необходимо

$$c > \frac{b^2}{4},$$

а для того, чтобы он не был затухающим

$$b \leq 0,$$

или

$$\frac{R}{L} + \frac{\varphi(\theta)}{R_i C} - S M_g \frac{\varphi(\theta)}{LC} \leq 0.$$

В момент возникновения колебаний (при $t=0$) мы будем иметь толчок тока ΔI весьма малой амплитуды.

Для него $\varphi(\theta) = 1$, так что

$$\frac{R}{L} + \frac{1}{R_i C} - \frac{S M_g}{LC} \leq 0, \quad \frac{1}{Z_g} + \frac{1}{R_i} - \frac{S M_g}{L} \leq 0.$$

1) Если Z_g так подобрано, что имеет место равенство

$$M_g = \frac{L}{S} \left(\frac{1}{R_i} + \frac{1}{Z_g} \right),$$

то для всех $Z_g < Z_0$ будет

$$M_g < \frac{L}{S} \left(\frac{1}{R_i} + \frac{1}{Z_g} \right)$$

и колебания затухнут.

2) Для $Z_g = Z_o$ имеем $b = 0$, т.-е. колебания останутся той же амплитуды ΔI , какая получилась в момент включения.

3) Для всех $Z_g > Z_o$ имеем $b < 0$ и колебания возрастают. При возрастании колебаний, когда амплитуда колебаний I превзойдет I_2 , появятся углы θ_2 , а затем и θ_1 , или θ_3 . Очевидно, можно будет достигнуть такого значения $\varphi_o(\theta)$, что будет иметь место равенство:

$$\frac{R}{L} + \frac{1}{R_i C} \varphi_o(\theta) - \frac{S M_g}{L C} \varphi_o(\theta) = 0,$$

т.-е.

$$M_g = \frac{L}{S} \left(\frac{1}{R_i} + \frac{1}{Z_g \varphi_o(\theta)} \right);$$

при этом будет достигнуто стационарное состояние ($b = 0$), т.-е. получатся незатухающие колебания. Как видим, стационарное состояние может быть достигнуто лишь при наличии некоего $\varphi_o(\theta)$; но наличие $\varphi_o(\theta)$ характеризует колебания второго рода; таким образом мы видим, что при включении мы не можем получить колебаний 1-го рода. Получение их мыслимо лишь при дальнейшем уменьшении связи, так чтобы достичь

$$M_g' = \frac{L}{S} \left(\frac{1}{R_i} + \frac{1}{Z_o} \right);$$

при этом амплитуда колебаний $I = I_2$.

Если имеем $Z_g = \text{const}$, то для получения колебаний мы должны иметь коэффициент связи M_g больший, чем для их прекращения:

$$M_g' < M_g.$$

Если же имеем $M_g = \text{const}$, то для получения колебаний мы должны иметь Z_g большее, чем для их прекращения:

$$Z_g > Z_o.$$

Таким образом „ток установления“ и „ток исчезновения“ колебаний — различны.

Если, для $t = 0$ имеем $b < 0$, то до достижения $I = I_2$, $\varphi(\theta) = 1$ и

$$b = \frac{R}{L} \left(1 + \frac{Z_g}{R_i} - \frac{S M_g}{L} Z_g \right);$$

но так как

$$\frac{S M_g}{L} = \frac{1}{R_i} + \frac{1}{Z_g \varphi_o(\theta)}, \quad \frac{Z_g}{R_i} - \frac{S M_g}{L} Z_g = -\frac{1}{\varphi_o(\theta)},$$

то

$$b = \frac{R}{L} \left(1 - \frac{1}{\varphi_o(\theta)} \right) = \text{const}$$

и возрастание тока будет происходить с амплитудой, изменяющейся по закону

$$I = \Delta I \cdot e^{-\frac{b}{2}t} = \Delta I \cdot e^{\alpha \left(\frac{1}{\varphi_o(\theta)} - 1 \right) t} \quad (a)$$

Для некоторого момента времени $t = t_1$, I достигнет значения

$$I = I_2 = \Delta I \cdot e^{\left(\frac{1}{\varphi_o(\theta)} - 1 \right) \alpha t_1},$$

откуда имеем:

$$\alpha t_1 = \frac{1}{\frac{1}{\varphi_o(\theta)} - 1} \lg \frac{I_2}{\Delta I};$$

вообще же (при колебаниях II рода) всегда должны существовать равенства:

$$I = I_2 \frac{\varphi(\theta)}{\sin \theta_2}, \quad I = \Delta I \cdot e^{\left(\frac{\varphi(\theta)}{\varphi_o(\theta)} - 1 \right) \alpha (t_1 + t)} \quad (b)$$

откуда имеем:

$$\alpha (t_1 + t) = \frac{\varphi_o(\theta)}{\varphi(\theta) - \varphi_o(\theta)} \lg \left[\frac{I_2}{\Delta I} \cdot \frac{\varphi(\theta)}{\sin \theta_2} \right].$$

Это дает зависимость $\theta = f(t)$. Как видим, время t находится в гиперболической связи с затуханием контура

$$\alpha = \frac{R}{2L}.$$

Зная $\theta = f(t)$, можно согласно у-нию (b) построить и $i = f(t)$.

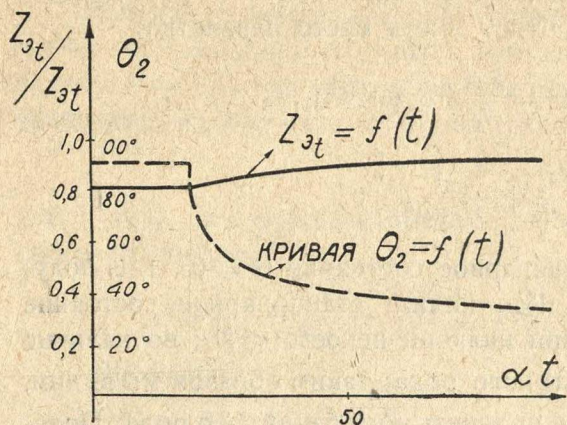
Для примера разберем режим генератора $E_g = 0$,

$$\frac{E_6}{E_{6s}} = 0,33; \quad i_g = 0; \quad \frac{M}{DL} = 3 \quad \text{и}$$

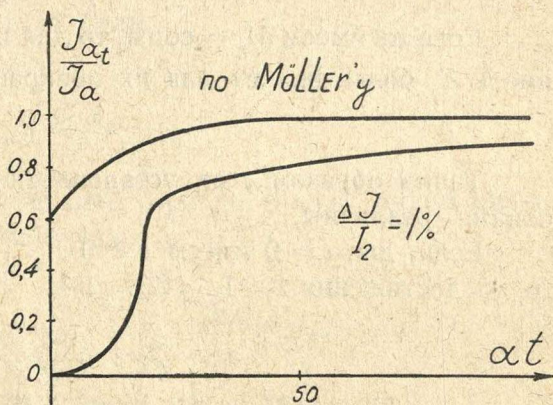
$$\frac{Z_{эсм}}{R_i} = 0,62. \quad \text{В стационарном}$$

состоянии, согласно найденным ур-ниями:

$$\frac{M}{DL} = 1 + \frac{R_i}{Z_s \varphi_o(\theta)}, \quad (12)$$



Черт. 2



Черт. 3

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{E_{\theta_s}}{E_{\theta}} - 1, \quad (17)$$

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_3} = \frac{Z_s \varphi_o(\theta)}{R}, \quad (18)$$

$$\varphi_o(\theta) = \frac{1}{2\pi} \left[2\theta_1 + \sin 2\theta_1 + 2\theta_2 + \sin 2\theta_2 - 4\sin\theta_1 \cos\theta_3 - 4\sin\theta_2 \cos\theta_3 \right]$$

получим, что

$$\theta_1 = \theta_3 = \frac{\pi}{2}; \quad \theta_{2cm} = 30^\circ; \quad \varphi_o(\theta) = 0,806.$$

Изменение же $\theta_2 = f(t)$ представлено на черт. 2, а $I = f(t)$ на черт. 3.

Частота колебаний

$$\omega^2 = c - \frac{b^2}{4} = \frac{1}{LC} + \frac{1}{LC R_i} \varphi(\theta) - \alpha^2 \left[\frac{\varphi(\theta)}{\varphi_o(\theta)} - 1 \right]^2,$$

или

$$\omega^2 = \frac{1}{LC} - \alpha^2 + \left[\frac{1}{LC R_i} + 2 \frac{\alpha^2}{\varphi_o(\theta)} \right] \varphi(\theta) - \alpha^2 \left[\frac{\varphi(\theta)}{\varphi_o(\theta)} \right]^2.$$

Ясно, что она при нарастании колебаний изменяется.

В стационарном состоянии

$$\omega_{cm}^2 = \frac{1}{LC} \left[1 + \frac{R}{R_i} \varphi_o(\theta) \right],$$

след., частота колебаний является функцией $\varphi_o(\theta)$, т.-е. режима работы: анодного напряжения, накала, связи и т. д. Увеличение анодного напряжения и уменьшение накала уменьшают генерируемую частоту; увеличение связи на сетку, увеличение Z_s также уменьшают генерируемую частоту ¹⁾. Вследствие того, что амплитуда тока при нестационарном состоянии меняется по времени, эквивалентное сопротивление контура Z_s также не остается постоянным, а является функцией времени.

Как мы уже нашли

$$i = I e^{\left(\frac{b}{2} + j\omega \right) t},$$

а так как

$$i_1 Z_1 = L \frac{di_1}{dt} + R i_1, \quad i_2 Z_2 = \frac{1}{C} \int i_2 dt,$$

где Z_1 и Z_2 полные сопротивления правой и левой части контура, то

$$Z_1 = \left(\frac{b}{2} + j\omega \right) L + R, \quad Z_2 = \frac{1}{\left(\frac{b}{2} + j\omega \right) C};$$

¹⁾ Картина может меняться при учете тока сетки.

но

$$Z_{\vartheta} = \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2}, \quad Z_{\vartheta t} = \frac{1}{C(b+2\alpha)}, \quad (c)$$

далее

$$b = 2\alpha \left[\frac{\varphi(\theta)}{\varphi_0(\theta)} - 1 \right], \quad Z_{\vartheta t} = \frac{\varphi_0(\theta)}{2\alpha C \varphi(\theta)} = Z_{\vartheta cm} \frac{\varphi_0(\theta)}{\varphi(\theta)}.$$

До достижения времени $t = t_1$

$$Z_{\vartheta t} = Z_{\vartheta cm} \varphi_0(\theta) = Z_0;$$

но, согласно первоначально введенным обозначениям, Z_0 есть то минимальное сопротивление контура, которое необходимо для возникновения колебаний. Таким образом, как бы велико ни было $Z_{\vartheta cm}$ в момент включения, вследствие быстроты нарастания анодного тока, оно падает и всегда остается равным Z_0 .

Кривая $\frac{Z_{\vartheta t}}{Z_{\vartheta cm}} = \Phi(t)$ представлена на черт. 2.

Изменением Z_{ϑ} при нарастании колебаний Меллер ¹⁾ воспользовался для качественного изображения нестационарного процесса. Между $Z_{\vartheta t}$ и b — гиперболическая связь, как это следует из ур-ния (c); b характеризует процентное нарастание амплитуды тока в единицу времени:

$$b = \frac{dI}{I dt}$$

при чем само $b = f(I)$. При достижении стационарного состояния b обращается в нуль.

Зная на основании своих Schwingkennlinien зависимость $I = f(Z_{\vartheta})$, Меллер находит $I = f(b)$. Строя затем вспомогательную кривую $\frac{1}{Ib} = f(I)$, на основании равенства

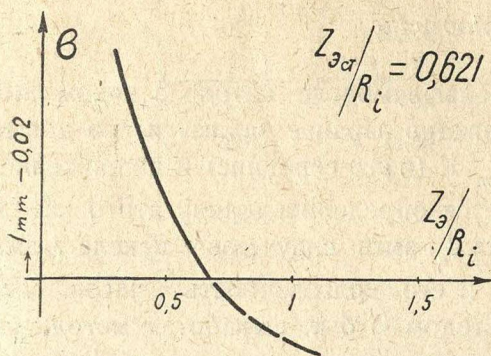
$$t = \int_0^I \frac{dI}{Ib}$$

он находит $I = f(t)$.

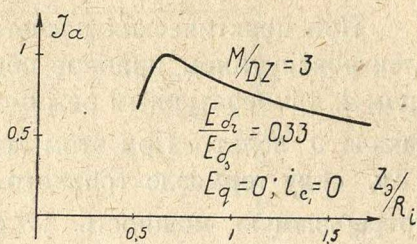
Построим для разобранных выше примера кривую $I = f(t)$ согласно теории Меллера на основании у-ний (12), (16), (17) и (18). Так как $\frac{Z_{\vartheta cm}}{R_i} = 0,621$, то для этого значения $b = 0$ черт. 4.

¹⁾ Н. Möller. Die Elektronenröhren. 1922.

Черт. 5 представляет кривую $\frac{I}{I_2} = f\left(\frac{Z_3}{R_i}\right)$. На основании кривых черт. 4 и черт. 5 построена кривая черт. 6. Пользуясь этой кривой, строим новую вспомогательную кривую $\frac{I_2}{Ib} = f\left(\frac{I}{I_2}\right)$, откуда время по-



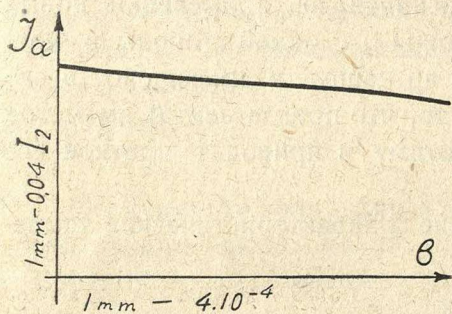
Черт. 4



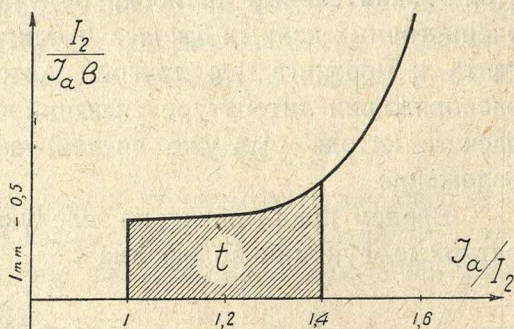
Черт. 5

требное для достижения амплитуды I выразится заштрихованной площадью черт. 7. На черт. 3 дано $\frac{I_{at}}{I_{cm}} = f(t)$.

Как видим, кривая, найденная согласно теории Меллера, лежит выше соответствующей кривой, найденной согласно выведенным



Черт. 6



Черт. 7

у-ниям. Это объясняется за счет того, что при нестационарном состоянии, во время изменения Z_3 , I никогда не достигнет своих значений, получаемых из кривой $I = f(Z_3)$, черт. 5, которая есть кривая значений для стационарного состояния при изменении Z_3 . Значения I при нестационарном состоянии будут значительно меньше, что и видно из черт. 3.

Проф. Михаилу Васильевичу Шулейкину выражаю благодарность за ценные указания.

К вопросу о расчете вольфрамового катода

Н. Д. Моргулис

При практических расчетах вольфрамового катода в каком-либо электровакуумном приборе обыкновенно заранее задаются его диаметром d , температурным режимом T_m °K (в его середине) и напряжением накала v вольт. При этом требуется определить длину этого катода l см, силу термоэлектронного тока I_e амп, силу тока накала i амп, потребляемую мощность W ватт и его долговечность τ часов. Для решения подобного рода задачи Стедом ¹⁾ был выработан метод, недостатком которого является с одной стороны то, что границы его применения в достаточной мере узки, именно, заключаются в интервале $d = 0,0035 - 0,012$ см и $T_m = 2000 - 2500$ °K, а с другой стороны, даже в этих узких границах, применение его влечет за собой ошибку, как указывают Джонс и Лангмюир ²⁾, размером до 10%.

Для решения этой задачи можно воспользоваться следующим простым методом, который может быть применен к разнообразным диаметрам и температурам катода и не влечет при этом за собой столь значительных ошибок, будучи основан на применении новых очень точных данных Джонса и Лангмюира ²⁾ с одной стороны и Форсайта и Вортинга ³⁾ с другой. Автор не нашел в имеющейся в его распоряжении литературе указаний на то, что предлагаемый им метод расчета катода был уже введен, а потому и приводит краткое его изложение.

Введем предварительно следующие 2 характеристические температурные функции вольфрама

$$E' = E \frac{\sqrt{d}}{l}, \quad (1)$$

$$i' = \frac{i}{d^{3/2}}, \quad (2)$$

где E и i представляют собой напряжение и силу тока накала катода, имеющего по всей своей длине одинаковую температуру; эти характе-

¹⁾ G. Stead. Journ. Inst. El. Eng. **58**, 107, 1920. Этой статьи я к сожалению не мог достать и поэтому цитирую ее по книге Н. А. Скрицкого: „Электронные лампы“. Ленинград, 1928; стр. 41 — 42.

²⁾ H. Jones and I. Langmuir. Gen. Electr. Rev. **30**, 310, 354, 408, 1927. См. примечание ^{*)} на стр. 310.

³⁾ W. Forsythe et A. Worthing. Revue Générale de l'électricité. **20**, 303, 331, 1926.

ристические величины E' и i' являются функциями температуры и численные значения их представлены во 2-й и 3-ей колоннах таблицы.

ТАБЛИЦА 1)

T град. К	$E' \cdot 10^3$ вольт . см $^{-1/2}$	i' амп . см. $^{-3/2}$	Q см $^{-1/2}$
1400	23,85	503,5	0,156
1600	36,73	662,2	0,196
1800	53,28	836,0	0,238
2000	73,75	1022	0,284
2200	98,40	1217	0,328
2400	127,5	1422	0,375
2600	161,1	1632	0,422
2800	199,5	1849	0,470
3000	243,0	2072	0,519
3200	291,7	2301	0,569

Вследствие охлаждающего действия вводов, распределение температуры вдоль реального катода не будет постоянным, — температура его будет иметь максимальное значение T_m лишь в его центральной части и уменьшаться по мере приближения к его концу. Представим себе теперь, что охлаждающее действие вводов на катод устранено; в таком случае напряжение на его концах v вольт увеличится и станет равным

$$E = v + 2 \Delta v. \quad (3)$$

Величина Δv вольт, характеризующая степень охлаждающего действия одного ввода, может быть выражена, как показали Форсайт и Вортинг, в достаточной мере точно при помощи следующей формулы

$$\Delta v = \frac{1}{2} (0,00028 T_m - 0,17). \quad (4)$$

Комбинируя теперь ур-ния (1) и (3), получаем

$$v + 2 \Delta v = E' \frac{l}{\sqrt{d}}$$

и, принимая во внимание ур-ние (4), получаем

$$l = \frac{\sqrt{d}}{E'} (v + 2 \Delta v) = \frac{\sqrt{d}}{E'} (v + 0,00028 T_m - 0,17). \quad (5)$$

1) Цифровые данные, приведенные во 2-й и 3-ей колоннах этой таблицы, заимствованы из статьи Джонса и Лангмюира, а в 4-ой колонне — из статьи Форсайта и Вортинга, цитированных выше.

В этой формуле E' для заданной температуры T_m может быть найдено по таблице; таким образом формула (5) и дает возможность определить длину катода в см.

Для определения силы термоэлектронного тока I_e можно поступить следующим образом: вследствие неравномерного распределения температуры, распределение плотности термоэлектронного тока вдоль катода будет еще более неравномерным. Для устранения трудности вычисления термоэлектронного тока, даваемого неравномерно нагретым катодом, можно ввести эффективную длину катода l_{ef} . Под этим будем понимать длину такого катода, который, находясь весь по всей своей длине при одинаковой температуре T_m , дает такой же термоэлектронный ток, что и наш предыдущий реальный катод с температурой T_m только в своей центральной части. В таком случае можно написать

$$l_{ef} = l - 2\Delta l. \quad (6)$$

Величина Δl , характеризующая эффективное укорочение катода по отношению к термоэлектронному току вследствие охлаждающего действия одного ввода, может быть представлена, согласно Форсайту и Вортингу, следующей формулой:

$$\Delta l = 2,72 \frac{V\bar{a}}{Q}, \quad (7)$$

где Q представляет собой тоже некоторую температурную функцию, численное значение которой приведено в 4-й колонне таблицы. Окончательное же вычисление силы термоэлектронного тока производится по формуле Ричардсона-Дешмана

$$I_e = SA_0 T_m^2 e^{-\frac{b_0}{T_m}} = \pi d l_{ef} \cdot 60,2 T_m^2 e^{-\frac{52400}{T_m}}, \quad (8)$$

в которой под длиной катода следует понимать его эффективную длину, вычисленную согласно формулы (6).

Дальнейший расчет катода идет уже известным путем, т.е. сила тока накала i определяется непосредственно из значения характеристической функции i' для искомой температуры T_m согласно формуле (2), а потребляемая мощность W определяется произведением v на i . Что касается долговечности катода τ час., под которой обыкновенно понимают время, в течение которого диаметр катода уменьшается на 10%, то она может быть приближенно вычислена по формуле Воынкина ¹⁾

$$\tau = 2,69 \cdot 10^{-4} \frac{d_0}{m} \text{ час}, \quad (9)$$

¹⁾ В. И. Воынкин ТиТбп № 46, 16, 1928. См. также А. И. Берг — Общая теория радиотехники. Ленинград, 1925; стр. 194.

где d_0 есть значение начального диаметра катода, а m есть количество вольфрама в граммах, испаряющееся в 1 сек. с 1 см^2 поверхности катода при искомой температуре T_m ; эта величина, как функция температуры, может быть представлена следующей формулой

$$\lg m = 9,725 - \frac{41900}{T_m} - 0,364 \lg T_m - 0,000164 T_m. \quad (10)$$

Таким образом, применяя вышеуказанный метод, можно рассчитать вольфрамовый катод более точно и просто, нежели пользуясь методом Стеда, и притом еще в практически неограниченном интервале диаметров и температур катода.

Научно-Исследовательская Кафедра Физики
Киев. 20 сентября 1928 г.

Внутреннее сопротивление генераторной лампы

Б. П. Асеев

Содержание: Вопрос о равенстве внешнего R_a и внутреннего R_i сопротивления лампы, являясь основным в усилительной теории, не может быть применен для исследования генераторной схемы. Получение максимальной мощности в колебательном контуре генератора достигается приравниванием сопротивления контура Z к „наивыгоднейшему“ сопротивлению Z_n . Наивыгоднейшее сопротивление не связано с параметрами лампы и изменяет свою величину в зависимости от режима работы генератора. В статье выведены формулы подсчета наивыгоднейшего сопротивления контура для трех моментов работы генератора: а) колебания 1-го рода, б) колебания 2-го рода (остроконечные кривые) и в) колебания 2-го рода (прямоугольные кривые). Максимальная мощность в контуре достигается не только равенством $Z = Z_n$, но и правильной установкой рабочей точки (при колебаниях 1-го рода) или угла отсечки θ (при колебаниях 2-го рода). Получение максимальной мощности в контуре связано с невысокой отдачей генератора; в силу этого от равенства $Z = Z_n$ отказываются, ориентируясь на желаемую величину кпд. В конце приведен численный пример для генераторной лампы ВЭТЗСТ типа Г-300.

§ 1. Введение. Основной параметр электронной лампы — ее внутреннее сопротивление переменному току или, иначе, дифференциальное сопротивление,

$$R_i = \frac{\partial e_a}{\partial i_a} \text{ при } e_c = \text{const} \quad (1)$$

получил широкое распространение при изучении ламповых схем.

При исследовании усилительной схемы, где работа ограничивается прямолинейной частью характеристик и, кроме того, подаваемое на сетку переменное напряжение не может быть изменяемо по нашему желанию (напряжение созданное приходящими сигналами), применяется следующий метод: рассматриваемую ступень усилителя заменяют эквивалентной схемой из двух, последовательно включенных сопротивлений: внутреннего сопротивления лампы R_i и сопротивления анодной нагрузки R_a . В эквивалентной цепи действует переменная эдс $G e_c$ (G — коэффициент усиления напряжения).

Соответствующие выкладки приводят к следующей формуле мощности, выделяемой в нагрузочном сопротивлении R_a :

$$P_1 = \frac{S^2 R_i^2 e_c^2 R_a}{2(R_i + R_a)^2} \quad (2)$$

Максимум мощности P_1 получается, как известно, при:

$$R_a = R_i \quad (3)$$

Весьма часто эту усилительную теорию целиком переносят на исследование генераторных схем, т.-е. считают, что максимум мощности в колебательном контуре генератора будет при равенстве его (контура) сопротивления Z внутреннему сопротивлению лампы R_i :

$$Z = R_i.$$

Такое безоговорочное уподобление работы генераторной схемы работе усилительной вызывает некоторые сомнения.

В самом деле, конечный результат выводов в виде формулы (3) может быть получен лишь при условии постоянства параметров лампы (в частности R_i), т.-е. при работе в прямолинейной части характеристик. Работа генераторной схемы никогда не ограничивается рамками прямолинейной части характеристик и, следовательно, в процессе работы внутреннее сопротивление лампы R_i будет периодически изменяться. При изменяющемся R_i можно было бы ввести понятие о „среднем“ внутреннем сопротивлении, но при таком толковании вообще отпадает вопрос о какой-либо подгонке внешнего сопротивления к внутреннему, поскольку последнее является величиной переменной.

Помимо того, как указал Баркгаузен (Elektronen—Röhren, Röhrensender) сама задача генераторной схемы в корне отличается от таковой для усилительной. Ламповый генератор есть прежде всего генератор, и, стало быть, к оценке его работы следует подходить с точки зрения генератора, т.-е. преобразователя энергии, в нашем случае — энергии постоянного тока в энергию колебаний высокой частоты.

Задерживая несколько развитие основной мысли, отметим, что внутреннее сопротивление генераторной лампы R_i не может быть принимаемо во внимание и при расчете модуляционных схем. Так, например, в работе А. Л. Минц и И. Г. Кляцкина ¹⁾, авторы, рассматривая нагрузку модуляторной лампы генераторной, вводят понятие о сопротивлении последней постоянному току R (в колебательном режиме).

Это сопротивление R для нормального случая работы колебаниями 2-го рода у лампы ВЭТЗСТ типа Б—500 равно $R = 13000$ ом ²⁾, тогда как параметр — внутреннее сопротивление $R_i = 32500$ ом.

Приведенный пример также говорит за пересмотр вопроса о внутреннем сопротивлении генераторной лампы.

Выясним, какой величины должно быть сопротивление колебательного контура генераторной схемы для получения в нем максимальной мощности. Данный вопрос расчленим на три отдельных момента: а) работа колебаниями 1-го рода, б) работа колебаниями 2-го рода при остроконечных кривых анодного тока и в) работа колебаниями 2-го рода при прямоугольных кривых анодного тока.

¹⁾ Труды НИИС РККА вып. 2 и ТиТбп № 42, 253—286. 1927.

²⁾ См. указанную работу ТиТбп № 42, стр. 277.

§ 2. Работа колебаниями 1-го рода. Ламповый генератор, как было указано выше, является преобразователем энергии постоянного тока в энергию колебаний высокой частоты. Если перед генератором ставится задача — развить возможно большую мощность, то, чтобы этого достигнуть, необходимо в первую очередь выяснить, от каких величин зависит эта мощность.

Колебательная мощность в контуре равна полупроизведению переменных слагающих анодного тока и напряжения:

$$P_1 = \frac{I_a \cdot E_a}{2}. \quad (4)$$

Из формулы (4) следует, что максимум мощности P_1 будет достигнут при работе с возможно большим I_a и E_a .

Переменное сеточное напряжение в ламповом генераторе может быть изменяемо в широких пределах и, стало быть, I_a и E_a также могут принимать любые значения (пснятно, в пределах возможностей данной лампы). Установим предельные значения для I_a и E_a . В рассматриваемом нами случае колебаний 1-го рода рабочая точка устанавливается по середине характеристики, так что постоянная слагающая анодного тока равна $I_0 = \frac{i_s}{2}$. Что же касается переменной слагающей, то она по самой сущности колебаний 1-го рода, должна удовлетворять следующему условию:

$$I_a \leq \frac{i_s}{2}. \quad (5)$$

Таким образом максимальное значение I_a при колебаниях 1-го рода равно $\frac{i_s}{2}$. Переменная слагающая анодного напряжения E_a обусловливается, во-первых, самым анодным напряжением E_0 и, во-вторых, степенью его использования ξ :

$$E_a = E_0 \xi. \quad (6)$$

Делением формулы (6) на формулу (5) получим необходимую величину сопротивления контура:

$$Z_n = \frac{E_a}{I_a} = 2 \frac{E_0}{i_s} \cdot \xi. \quad (7)$$

Итак, максимальная мощность в колебательном контуре генератора, работающего колебаниями 1-го рода, будет выделена тогда, когда сопротивление контура Z будет равно Z_n ¹⁾.

Z_n является как-бы тем „внутренним сопротивлением“ генераторной лампы, которому должно быть равно сопротивление контура для получения в нем максимума мощности.

¹⁾ Z_n названо Баркгаузенем (Röhremsender, S. 17) Grenzwiderstand. Правая часть формулы (7) написана в труде Баркгаузена несколько иначе, что сущности дела не меняет.

Следует особо подчеркнуть, что Z_n не связано с параметрами лампы, а определяется исключительно „рабочими“ (по Баркгаузену) соотношениями: анодным напряжением E_0 и током насыщения i_s .

§ 3. Работа колебаниями 2-го рода при остроконечных кривых анодного тока. Исходя из предпосылок Баркгаузена, выведем величину Z_n при работе колебаниями 2-го рода.

Находим максимальные значения переменной слагающей анодного напряжения E_a и первой гармоники анодного тока I_1 . Наибольшая величина E_a так же, как и при колебаниях 1-го рода, определится возможным использованием анодного напряжения ξ :

$$E_a = E_0 \xi. \quad (8)$$

Первая гармоника анодного тока I_1 при данном i_s является функцией угла отсечки Θ . Обозначив отношение

$$\frac{I_1}{i_s} = \psi_0,$$

получим величину первой гармоники анодного тока:

$$I_1 = i_s \cdot \psi_0. \quad (9)$$

Величина ψ_0 зависит от угла отсечки (см. черт. 1)¹⁾. Максимальное значение ψ_0 согласно черт. 1 получается при отсечке $\Theta = 120^\circ$ ($\psi_0 = 0,536$); таким образом наибольшая величина I_1 будет равна:

$$I_1 = 0,536 \cdot i_s. \quad (10)$$

Деля формулу (8) на формулу (10), получим величину Z_n , которой должно быть равно сопротивление контура Z для получения в нем максимума мощности (при работе остроконечными кривыми анодного тока):

$$Z_n = \frac{E_a}{I_1} = \frac{E_0 \xi}{0,536 \cdot i_s},$$

или иначе:

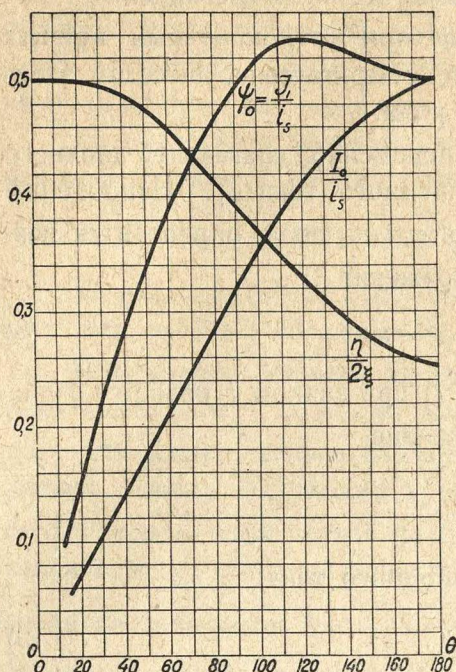
$$Z_n = 1,86 \frac{E_0}{i_s} \xi. \quad (11)$$

Итак, при работе остроконечными кривыми анодного тока максимальная мощность в колебательном контуре будет получена:

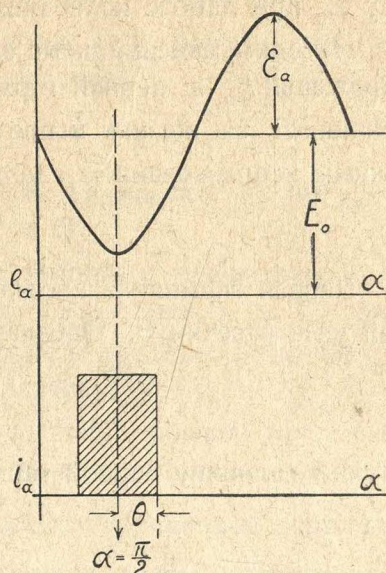
- 1) при сопротивлении контура Z , равном $Z_n = 1,86 \frac{E_0}{i_s} \xi$,
- 2) при установке отсечки анодного тока $\Theta = 120^\circ$.

¹⁾ Построение кривых черт. 1 рассмотрено в *Титбп* № 47, стр. 162, 1928.

§ 4. Работа колебаниями 2-го рода при прямоугольных кривых анодного тока. Предварительно построим для прямоугольных импульсов анодного тока кривые аналогичные черт. 1.



Черт. 1



Черт. 2

При изменении анодного напряжения e_a и анодного тока i_a согласно черт. 2, полная и полезная мощности определяются формулами:

$$P_0 = -\frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{2}-\theta}^{\frac{\pi}{2}+\theta} E_0 \cdot i_s d\alpha = \frac{\theta}{\pi} E_0 i_s, \quad (12)$$

$$P_1 = \frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{2}-\theta}^{\frac{\pi}{2}+\theta} E_a i_s \sin \alpha d\alpha = \frac{\sin \theta}{\pi} E_a i_s. \quad (13)$$

Но полная мощность P_0 может быть представлена так:

$$P_0 = E_0 I_0. \quad (14)$$

Приравнявая правые части формул (12) и (14), получаем $\frac{I_0}{i_s}$, как-функцию угла отсечки θ :

$$\frac{I_0}{i_s} = \frac{\theta}{\pi}. \quad (15)$$

Выражая полезную мощность P_1 известной формулой

$$P_1 = \frac{E_a I_1}{2}$$

и приравнивая ее правую часть правой части формулы (13), имеем связь отношения $\frac{I_1}{i_s}$ и угла отсечки Θ :

$$\frac{I_1}{i_s} = \frac{2 \sin \Theta}{\pi}. \quad (16)$$

Из формулы коэффициента полезного действия η выводим отношение $\frac{\eta}{\xi}$ в зависимости от угла отсечки Θ :

$$\frac{\eta}{\xi} = \frac{\sin \Theta}{\Theta}. \quad (17)$$

По формулам (15), (16), (17) вычерчены соответствующие кривые на черт. 3.

Совершенно так же, как и в § 3 можно написать для E_a и I_1 следующие выражения:

$$E_a = E_0 \xi, \quad I_1 = i_s \psi_n,$$

где ψ_n — отношение $\frac{I_1}{i_s}$ при прямоугольных кривых анодного тока.

Максимальное значение I_1 , как это следует по черт. 3, имеется при $\Theta = 90^\circ$; для этого угла отсечки $\psi_n = 0,64$ и, соответственно, $I_2 = 0,64 \cdot i_s$.

Таким образом, наивыгоднейшая величина сопротивления контура (при прямоугольных кривых анодного тока)

$$Z_n = \frac{E_a}{I_1} = \frac{E_0 \xi}{0,64 i_s} = 1,57 \frac{E_0}{i_s} \xi. \quad (18)$$

Следовательно, максимальная мощность в контуре генератора, работающего прямоугольными импульсами анодного тока, будет:

1) при равенстве сопротивления контура Z наивыгоднейшему

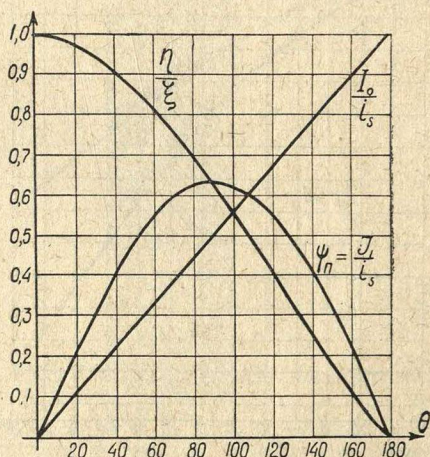
$$Z_n = 1,57 \frac{E_0}{i_s} \xi;$$

2) при установке угла отсечки анодного тока $\Theta = 90^\circ$.

Рассуждения предыдущих параграфов можно свести к следующему:

1) усилительная теория о равенстве внешнего и внутреннего сопротивлений к генераторной схеме не применима;

2) колебательный контур, для получения в нем максимальной мощности, должен обладать сопротивлением Z , равным „наивыгоднейшему“ Z_n ;



Черт. 3

3) для одной и той же лампы наивыгоднейшее сопротивление меняет свою величину в зависимости от характера колебаний генератора (I-го или II-го рода) и от формы кривой анодного тока;

4) получение максимальной мощности в контуре, помимо равенства $Z = Z_n$, требует еще правильной установки рабочей точки (при колебаниях I-го рода) или угла отсечки анодного тока (при колебаниях 2-го рода);

5) наивыгоднейшее сопротивление Z_n не связано с внутренним сопротивлением лампы R_i , а обуславливается анодным напряжением E_0 , током насыщения i_s и связанным с ним коэффициентом использования анодного напряжения ξ .

§ 5. Равенство $Z = Z_n$ и коэффициент полезного действия. Зависимость $\frac{\eta}{\xi}$ для остроконечных кривых ¹⁾:

$$\frac{\eta}{\xi} = 0,5 \frac{\theta - \sin \theta \cdot \cos \theta}{\sin \theta - \theta \cdot \cos \theta}.$$

Для прямоугольных кривых (формула 17)

$$\frac{\eta}{\xi} = \frac{\sin \theta}{\theta}.$$

Примем наиболее употребительную величину для ξ :

$$\xi = 0,9;$$

тогда кпд в зависимости от угла отсечки θ выразится следующими формулами:

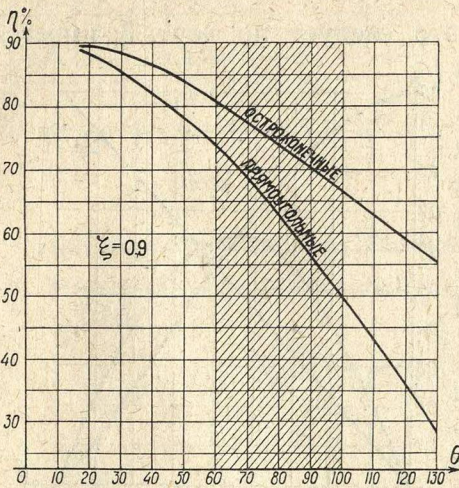
1) для остроконечных кривых:

$$\eta = 0,45 \frac{\theta - \sin \theta \cdot \cos \theta}{\sin \theta - \theta \cdot \cos \theta}; \quad (19)$$

2) для прямоугольных кривых:

$$\eta = 0,9 \frac{\sin \theta}{\theta}. \quad (20)$$

Построенные по формулам (19) и (20) кривые даны на чертеже 4. Сопоставляя черт. 1, 3 и 4, нетрудно видеть, что при максимальной мощности в контуре и остроконечных кривых анодного тока ($\theta = 120^\circ$) кпд равен примерно 60%; при прямоугольных кривых анодного тока максимум мощности в контуре ($\theta = 90^\circ$) сопровождается отдачей около 57%.



Черт. 4

¹⁾ См. ТиТбп № 47, стр. 163.

Приведенные цифры указывают на то, что стремление получить максимальную мощность в контуре не всегда целесообразно, так как при этом генератор работает с недостаточной отдачей. Невысокая отдача особенно сказывается при мощных лампах, так как вызывает чрезмерное рассеяние на аноде (перегрев анода). Здесь имеется полная аналогия между ламповым генератором и электромеханическим генератором; последний также отдает максимальную мощность с невысоким кпд.

При желании повысить отдачу генератора от получения максимальной мощности в контуре отказываются и проектируют генератор для работы остроконечными кривыми анодного тока с возможно малым углом отсечки Θ .

Уменьшение угла отсечки Θ повышает кпд, но зато уменьшает колебательную мощность. Ввиду этого при выборе Θ приходится принимать компромиссное решение. При остроконечных кривых анодного тока угол отсечки Θ колеблется в пределах $\Theta = 60^\circ - 100^\circ$ (см. черт. 4).

Как было указано $I_1 = f(\Theta)$ и, следовательно, всякое изменение Θ должно отразиться на величине необходимого сопротивления контура. Формулы (21) и (22) позволяют определить это сопротивление для любого угла отсечки Θ :

1) остроконечные кривые:

$$Z = \frac{E_0}{i_s} \frac{\xi}{\psi_0}; \quad (21)$$

2) прямоугольные кривые:

$$Z = \frac{E_0}{i_s} \frac{\xi}{\psi}; \quad (22)$$

ψ_0 и ψ — функции угла отсечки Θ и определяются для любого Θ по кривым, черт. 1 и 3.

Формулы (21) и (22) показывают, что в одном и том же генераторе (точнее — при одной и той же лампе, т.е. $E_0 i_s = \text{const}$) сопротивление контура может принимать различные величины в зависимости от того, каковы должны быть кпд и колебательная мощность.

Колебания I-го рода в данном параграфе не затрагивались, ввиду их полной непригодности в условиях практики ¹⁾.

§ 6. Численный пример. По выведенным формулам произведем подсчет для генераторной лампы ВЭТЗСТ типа Г—300, заводские характеристики которой даны на черт. 5.

Первоначально определим параметры. Из характеристического треугольника, черт. 5, имеем:

¹⁾ При значительных мощностях. Прим. Ред.

$$D = \frac{\Delta e_c}{\Delta e_a} = \frac{48}{9000} = 0,0053; D = 0,53\%;$$

$$G = \frac{1}{D} = 1,89.$$

$$S = \frac{\Delta i_a}{\Delta e_c} = \frac{220}{48} \cdot 10^{-3} = 4,6 \cdot 10^3 \frac{A}{V};$$

$$R_i = \frac{\Delta e_a}{\Delta i_a} = \frac{9000}{220} \cdot 10^3 = 41 \cdot 10^3 \Omega;$$

$$DSR_i = 41 \cdot 10^3 \cdot 4,6 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0053 \cong 1.$$

Помимо того завод дает следующие величины: анодное напряжение $E_0 = 10.000 V$; ток эмиссии $i_e > 2.000 mA$ и допустимая мощность рассеяния на аноде $P_2 = 1.000 W$.

Задаемся следующими значениями: $\xi = 0,9$ (нормальная величина для ламп с высоким анодным напряжением) и максимальной величиной, до которой будет подниматься анодный ток $i_s = 1.500 mA$.

1. Колебания 1-го рода при условии $P_1 = \max$.

Наивыгоднейшее сопротивление:

$$Z_n = 2 \frac{E_0}{i_s} \xi = 2 \frac{10^4 \cdot 0,9}{1,5} = 12.000 \Omega;$$

полезная мощность:

$$P_1 = \frac{E_a I_a}{2} = \frac{E_0 i_s \xi}{4} = \frac{10^4 \cdot 1,5 \cdot 0,9}{4} = 3380 W;$$

коэффициент полезного действия:

$$\eta = \frac{P_1}{P_0} = 0,5 \xi, \eta^0 = 45\%;$$

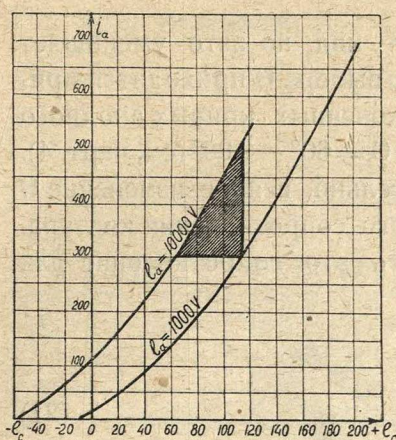
полная мощность:

$$P_0 = \frac{P_1}{\eta} = \frac{3380}{0,45} = 7500 W;$$

рассеяние на аноде:

$$P_2 = P_0 - P_1 = 4120 W.$$

Практически данный режим совершенно невозможен, ввиду малого КПД (45%) и чрезмерного рассеяния на аноде (в четыре с лишним раза выше нормального).



Черт. 5

2. Колебания 2-го рода — остроконечные кривые при условии $P_1 = \max$.

Наивыгоднейшее сопротивление:

$$Z_n = 1,86 \frac{E_0}{i_s} \xi = 1,86 \frac{10^4 \cdot 0,9}{1,5} = 11100 \Omega;$$

полезная мощность при $\Theta = 120^\circ$, $\psi_0 = 0,54$, см. черт. 1,

$$P_1 = \frac{E_a I_1}{2} = \frac{E_0 i_s \xi \psi_0}{2} = \frac{10^4 \cdot 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,54}{2} = 3280 \text{ W};$$

коэффициент полезного действия по кривым чертежа 4: $\eta = 60\%$;

полная мощность: $P_0 = \frac{3280}{0,6} = 5460 \text{ W}$;

рассеяние на аноде: $P_2 = 2180 \text{ W}$.

Получение максимальной мощности в контуре при остроконечных кривых анодного тока сопровождается сравнительно невысоким кпд и значительным (недопустимым) рассеянием на аноде.

3. Колебания 2-го рода — прямоугольные кривые при условии $P_1 = \max$

Лампа Г — 300 не предназначена для работы прямоугольными кривыми анодного тока: ее характеристика не дает перегиба при $i_s = 1500 \text{ mA}$; однако, если условно допустить возможность такой работы, то получаются следующие данные.

Наивыгоднейшее сопротивление:

$$Z_n = 1,5 \frac{E_0}{i_s} \xi = 1,57 \frac{10^4 \cdot 0,9}{1,5} = 9450 \Omega;$$

полезная мощность при $\Theta = 90^\circ$, $\psi_n = 0,64$, см. черт. 3.

$$P_1 = \frac{E_0 i_s \xi \psi_n}{2} = \frac{10^4 \cdot 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,64}{2} = 4320 \text{ W};$$

коэффициент полезного действия по черт. 4: $\eta = 57\%$;

полная мощность: $P_0 = \frac{4320}{0,57} = 7570 \text{ W}$;

рассеяние на аноде:

$$P_2 = 3250 \text{ W}.$$

Данный режим работы ($P_1 = \max$) также неудовлетворителен ввиду малого кпд и значительного рассеяния на аноде.

4. Колебания 2-го рода — остроконечные кривые при $\Theta = 75^\circ$.

Сопротивление колебательного контура: при $\Theta = 75^\circ$, $\psi_0 = 0,45$, см. черт. 1

$$Z = \frac{E_0}{i_s} \frac{\xi}{\psi_0} = \frac{10^4 \cdot 0,9}{1,5 \cdot 0,45} = 13200 \Omega;$$

полезная мощность:

$$P_1 = \frac{E_0 i_s \xi \psi_0}{2} = \frac{10^4 \cdot 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,45}{2} = 3060 \text{ W};$$

коэффициент полезного действия по черт. 4: $\eta = 75\%$;

полная мощность: $P_0 = \frac{3060}{0,75} = 4080 \text{ W}$;

рассеяние на аноде: $P_2 = 1020 \text{ W}$.

Отказавшись от максимума P_1 и перейдя к углу отсечки $\Theta = 75^\circ$, получаем некоторое уменьшение колебательной мощности, но при этом кпд поднялся до 75% и рассеяние на аноде превышает нормальное всего лишь на 2% .

В заключение сведем в таблицу величины, которым должно быть равно сопротивление контура в зависимости от режима работы генератора.

Р е ж и м р а б о т ы	Сопротивление контура в омах
Колебания 2-го рода — остроконечн. кривые $\Theta = 75^\circ$	13.200
Колебания 1-го рода при условии $P_1 = \text{тах}$	12.000
Колебания 2-го рода — остроконечные кривые при $P_1 = \text{тах}$.	11.100
Колебания 2-го рода — прямоугольные кривые при $P_1 = \text{тах}$.	9.450

Примечание. Следует отметить, что работу генератора при $\Theta = 75^\circ$ (см. выше) нельзя признать вполне удовлетворительной. Но поскольку E_0 и i_s были положены постоянными, дальнейшее повышение кпд путем уменьшения угла отсечки вызвало бы ослабление колебательной мощности. Если же уменьшение угла отсечки сопровождать соответствующим повышением i_s , то возможно получить прежнюю колебательную мощность при более выгодном режиме работы генератора.

Для лампы Г — 300, $i_s > 2000 \text{ mA}$; следовательно, мы можем выбрать $i_s = 1750 \text{ mA}$ и уменьшить угол отсечки до $\Theta = 60^\circ$, тогда сопротивление контура и колебательная мощность останутся прежними (см. при $\Theta = 75^\circ$), а именно, при $\Theta = 60^\circ$, $\psi_0 = 0,39$, см. черт. 1,

$$Z = \frac{10^4 \cdot 0,9}{1,75 \cdot 0,39} = 13.200 \text{ }\Omega; P_1 = \frac{10^4 \cdot 1,75 \cdot 0,9 \cdot 0,39}{2} = 3060 \text{ W},$$

но кпд и рассеяние на аноде изменяются в выгодном отношении!

$$\eta = 81\%; P_2 = 730 \text{ W}.$$

Третий международный юридический конгресс по радиотехнике

(Рим. 1—6 октября 1928 г. ¹⁾)

Э. Абель, Рим. (E. Abél)

В конгрессе участвовали 36 стран, от коих было 46 официальных делегатов; кроме того, на нем находилось более 80 делегатов от всех частей света, принимавших активное участие в различных собраниях. Этот конгресс был организован, как и два предшествовавших ему в Париже (1925 и 1926 гг.), Междунар. юридическ. комитетом в Париже и был созван для обсуждения основных принципов международного права, касающихся радиопередачи; резолюций, принятых на Вашингтонской конференции 1927 г.; международной охраны радиосвязи; взаимных помех радиостанций; применений радио для облегчения транспорта; кодификации радиотелеграфных правил, связанных со средствами связи на море, на земле и в воздухе; помощи радио по спасанию судов и аэропланов; незаконной конкуренции и подлогов; § 10 - А₂ Парижской Конвенции, пересмотренного в Гааге; устава для радиотелеграфистов; предположений, о которых было сообщено Бюро в Берне; права авторов и артистов по радиовещанию и других различных вопросов меньшего значения.

Конгресс был открыт 1 октября. В своей речи председатель Джианини подчеркнул тот исключительный интерес, который проявляют в настоящее время все страны к вопросам радиотехники. Принятие почти всеми странами принципа сотрудничества служит доказательством признания тех огромных услуг, которые оказывает радио в данное время мореплаванию, воздухоплаванию, развитию торговли и, наконец, и в неменьшей степени, культурно-просветительному делу (радиовещание). Правовые принципы, связанные с радио, являются частью законодательной области, относящейся к средствам связи и транспорта, хотя они и обладают совершенно особым характером. Это легко понять, если представить себе, что во всех других средствах связи, даже взяв передачу электрического тока, имеется полная определенность, тогда как с радио связан вопрос о средстве сношений совершенно неопределенном, представляющем из себя род какой-то общей собственности (мировой эфир).

Далее он подчеркнул тот факт, что задача радио-юрисдикции очень упрощена постоянной организацией „Международного юридического комитета беспроволочной телеграфии“.

¹⁾ Эти материалы присланы в редакцию Э. Абелем, Рим, на английском языке.

Наконец, он особо указал на очевидность непрерывного развития радиотехники. Как следствие этого, юридические правила и принципы в области радиосвязи должны быть радикально пересматриваемы через короткие промежутки времени, как это было установлено Вашингтонской конвенцией, где было выражено пожелание о необходимости созыва новой конференции, которая и была назначена на 1932 г.

В первом заседании, после открытия конгресса, были полностью обсуждены международные принципы, касающиеся правил беспроволочной связи, рассмотрены резолюции, принятые Вашингтонской конференцией 1927 г., и вынесены следующие постановления: 1 — начать работы по подготовке к конференции, которая должна пересмотреть Вашингтонскую конвенцию; 2 — поручить стране, обладающей наибольшим опытом в радиовещании, начать переговоры по подготовке юридических правил по международному радиовещанию; 3 — готовить дипломатическую конференцию для заключения соглашений о международных правилах, касающихся тех проблем частного характера, решение которых не терпит отлагательства.

В следующем заседании обсуждались вопросы об охране радиосвязи и хаосе в эфире, вызвавшие особый интерес собрания. Было принято предложение о введении в национальное законодательство стран, не принявших постановлений Вашингтонской конвенции, однородных или сходных юридических принципов по указанным выше вопросам и решено образовать специальный комитет, задача которого изучить, возможно ли технически избежать взаимных мешаний в радио. Другой обсуждавшейся проблемой был вопрос о приложении беспроволочного телеграфа к морским и воздушным путям. Было принято предложение созвать конференцию для заключения соглашений, способных дать беспроволочной телеграфии то влияние, которое необходимо для охраны человеческой жизни от опасностей на море и в воздухе; эта конференция должна признать право иска на возврат тех расходов, которым подвергались корабли или аэропланы, которые, хотя и устремились на помощь к месту несчастия, но не имели возможности участвовать в спасении, а также установить, что в случаях, где произошло лишь спасение жизней, вознаграждение спасательным отрядам, имеющим право на это, должно выдаваться из международного фонда, который управляется одною из больших благотворительных организаций.

Записка по этим предложениям будет представлена в Конференцию по охране человеческой жизни, которую британское правительство назначило на весну.

Далее заседание было занято докладом представителя подкомиссии, имеющей дело с беспорядками в передачах, и рассмотрением результатов конференции морских радио-компаний, состоявшейся

в Сан-Себастиане в сентябре 1928 года; было признано необходимым образовать специальный комитет по пересмотру этого вопроса. Итальянская компания Маркони внесла предложение просить различные страны издать законодательные постановления для пароходных обществ, судовладельцев и капитанов пароходов, регулирующие опубликовывание сведений, передаваемых различными телеграфными агентствами определенным судам с целью составления океанских газет. Обсуждалось также положение о корабельных телеграфистах, и по этому вопросу просили Парижский комитет произвести обследование в международном масштабе об экономических и правовых условиях телеграфистов в различных странах.

По обсуждении вопроса о правах авторов и драматургов при радиовещании и трансляции последовало принятие предложения: при посредстве Конвенции страны принимают на себя введение в свои законодательства следующих принципов: 1) уплата обществами по радиовещанию и дальнейшими передаточными станциями соответственного добавочного вознаграждения тем артистам, труды которых переданы; 2) принятие мер к спокойному и быстрому разрешению конфликтов, возникающих между персоналом и радиовещательными предприятиями; 3) постановка службы радиовещания на должную высоту в соответствии с техническим прогрессом; 4) единообразие, насколько это возможно, всех вышеупомянутых постановлений в различных странах.

В последнем заседании были приняты следующие резолюции: о безотлагательном радиовещании литературных произведений; об отношениях между судовладельцами и обществами радиосвязи, а также и меры, которые обеспечили бы постоянную службу радиосвязи на судах; о составлении юридического словаря по радио. Общество Маркони доложило, что международный морской комитет радиосвязи постановил образовать постоянный комитет с местопребыванием в Брюсселе; комитет этот без задержки начнет рассмотрение резолюций Морского радио-конгресса, касающихся морской беспроволочной службы. Этот комитет официально уведомил правительства и судовладельцев относительно принятых мер, чтобы сделать морскую радиослужбу возможно более действительной и полезной. Вместе с этим, деятельность комитета, в котором должны быть представлены все главные общества по морской радиослужбе, будет заключаться также в изучении тех технических, коммерческих и юридических вопросов, которые, насколько это, конечно, возможно, внесли бы техническое единообразие и непрерывное совершенствование этой важной в беспроволочной службе отрасли.

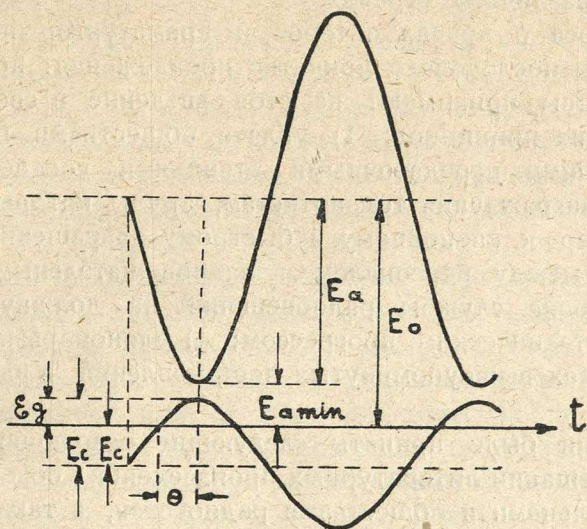
В заключение была выработана программа для следующего конгресса, который, вероятно, состоится в Мадриде; время конгресса будет определено Центральным комитетом в Париже.

К статье Б. П. Асеева: „Упрощенный расчет лампового передатчика“.

В № 47 журнала „Телеграфия и телефония без проводов“ за 1928 г. Б. П. Асеевым был предложен упрощенный расчет лампового передатчика. Этот расчет вполне отвечает поставленной задаче быстрого и достаточно точного для практики определения, необходимых для конструирования, основных элементов генератора. Мне лично хоте-

лось бы только указать на одно обстоятельство, упрощающее этот расчет.

Б. П. Асеев вначале расчета предлагает задаваться величиной коэффициента использования напряжения ξ и в конце расчета проверять пригодность выбранного значения ξ , согласно получающегося режима генератора. Такой способ произвольного выбора ξ может вызвать вторичный перерасчет генератора в случае получения перевозбужденного режима.



Черт. 1

Во избежание этого я предлагаю не задаваться значением ξ , а находить его по приводимой ниже формуле. Это исключает необходимость вторичного расчета.

В ламповом генераторе между максимальным значением положительного сеточного напряжения E_g (черт. 1) и наименьшим анодным напряжением $E_{a \min}$ могут иметь место следующие три соотношения:

$$E_g < E_{a \min}, E_g = E_{a \min}, E_g > E_{a \min}. \quad (1)$$

Эти три случая соответствуют трем различным режимам работы генератора; первый называется недовозбужденным, второй — нормальным, и третий — перевозбужденным.

В обозначениях, принятых в статье Б. П. Асеева, условие (1) выразится в виде

$$\left. \begin{aligned} E_c + E_c &< E_o - E_a \\ E_c + E_c &= E_o - E_a \\ E_c + E_c &> E_o - E_a \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Недовозбужденный режим генератора является невыгодным с точки зрения коэффициента полезного действия. Перевозбужденный режим, давая более высокий коэффициент полезного действия, однако очень опасен для лампы, так как в тот момент, когда напряжение на сетке превышает напряжение на аноде, весь ток устремляется на сетку, которая в лампах обычно не рассчитана на большую силу тока.

Поэтому при расчете генератора необходимо стремиться к такому соотношению между напряжениями на сетке и на аноде, чтобы не допускать перенапряженного режима.

Наиболее выгодным являлось бы соотношение

$$E_c + E_c = E_o - E_a. \quad (3)$$

Но ввиду того, что это равенство практически не может быть соблюдено, необходимо стремиться к условию

$$E_c + E_c < E_o - E_a. \quad (4)$$

Это неравенство однако должно быть весьма близким к равенству. Так как

$$E_a = E_o \xi, \quad (5)$$

то

$$E_o - E_a = E_o(1 - \xi). \quad (6)$$

Для величин постоянного сеточного смещения E_c и амплитуды переменного сеточного напряжения E_c мы имеем выражения

$$E_c = E_{st} - DE_o, \quad (7)$$

$$E_c = E_{st} + DE_a, \quad (8)$$

где E_{st} — постоянная слагающая управляющего напряжения, E_{st} — переменная слагающая управляющего напряжения.

Величины E_{st} и E_{st} связаны между собой соотношением

$$E_{st} = E_s - E_{st}, \quad (9)$$

где E_s — напряжение насыщения, т.е. управляющее напряжение, при котором анодный ток достигает насыщения. Тогда

$$\begin{aligned} E_c + E_c &= E_{st} - DE_o + E_{st} + DE_a = E_{st} + E_{st} - D(E_o - E_a) = \\ &= E_s - D(E_o - E_a) = E_s - DE_o(1 - \xi). \end{aligned} \quad (10)$$

Подставляя (6) и (10) в (4), имеем

$$E_s - DE_o(1 - \xi) < E_o(1 - \xi).$$

Решая относительно ξ , получим

$$\xi < 1 - \frac{E_s}{E_o} \frac{1}{1 + D}. \quad (11)$$

Следовательно, при расчете генератора коэффициент использования напряжения ξ должен подсчитываться по формуле (11). Еще раз заметим, что неравенство (11) должно очень мало отличаться от равенства.

Инженер Крылов

Радиомонтажная мастерская НКПТ. г. Москва
28 декабря 1928 г.

РАДИОТЕРМИНОЛОГИЯ

В. И. Баженов ч. у. Рори, д. ч. IRE

Содержание: Предисловие. Определения терминов, употребляемых в радиотехнике: 1) волны, колебания и распространение их; 2) передатчики; 3) приемники; 4) электронные лампы; 5) элементы и свойства контура; 6) антенны; 7) определение направления. Указатель терминов.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вопросы стандартизации и в первую очередь точного определения терминов, применяемых в радиотехнике, интересовали радиоспециалистов очень давно. Еще в 1910 — 14 гг. при Почт.-тел. упр. работала комиссия под председательством проф. П. С. Осадчего и при участии представителей многих ведомств, которая занималась разработкой терминологии в области токов высокой частоты, электрических колебаний и радиопередачи. Мировая война приостановила эту работу, но она вновь возобновилась с возникновением Русского общества радиоинженеров, в 1919 г. Именно к этому году относятся труды комиссии, состоявшей из д. ч. Рори: М. В. Шулейкина, С. М. Айзенштейна, А. А. Савельева и В. И. Баженова; работы этой комиссии не могли быть изданы вследствие общего тяжелого положения в стране.

Институт радиоинженеров Inst. R. E., комиссии которого выработали английскую радиотерминологию, в письме от 7 апреля 1926 г. любезно предоставил уч. секрет. Рори В. И. Баженову право перевода труда американских радиоинженеров.

Обработка перевода выполнена московской и ленинградской комиссиями по терминологии Русского общества радиоинженеров. Состав этих комиссий был следующий: Москва: д. чл. Рори П. Н. Куксенко, А. А. Савельев, А. Ф. Шевцов, секретарь Рори, В. И. Баженов; Ленинград: поч. чл. Рори В. К. Лебединский, д. чл. Рори С. И. Зилитинкевич, д. чл. Рори И. Г. Фрейман, секретарь Рори Ло В. И. Волынкин.

Специальная комиссия, выделенная IX Всесоюзным электротехническим съездом (Москва, май 1928 г.), окончательно рассмотрела настоящий труд, причем все нижеизлагаемые термины являются единогласно санкционированными этой комиссией. Общее собрание съезда 9 мая 1928 г. одобрило предлагаемую радиотерминологию ко всеобщему употреблению.

Вопрос о стандартных графических обозначениях в радио был выделен съездом и поэтому ниже не трактуется вовсе. Задержка в выходе в печати настоящего перевода объясняется главным образом желанием Рори получить на его работах санкцию IX Всесоюзного электротехнического съезда.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В РАДИОТЕХНИКЕ

Отдел 1. Волны, колебания и распространение их

1001. а) Волна. Распространяющееся возмущение, обычно периодическое; например — электрическая волна или звуковая волна.

б) Колебание. Периодически повторяющийся процесс такого возмущения.

1002. Длина волны. Расстояние, проходимое периодическим возмущением за один период или цикл. Расстояние между соответствующими фазами двух последовательных волн. Частное от деления скорости распространения на частоту.

1003. Незатухающие колебания. Электрические колебания, имеющие постоянную амплитуду и частоту (сокращение — „Н. К.“).

1004. Модулированные незатухающие колебания. Незатухающие колебания, амплитуда или частота которых изменяется периодически в соответствии с характером передачи (напр., телефонной).

1005. Модулированные незатухающие колебания. Незатухающие колебания, амплитуда или частота которых изменяется манипуляцией ключа соответственно характеру кода, применяемого для целей связи.

1006. Прерывистые, тональные незатухающие колебания. Колебания, получающиеся при прерывании с постоянной звуковой частотой, по периодическому закону, незатухающих колебаний (сокращение „т. к.“).

1007. Затухающие колебания. Колебания, совершающиеся в виде серий, в каждой из которых амплитуда следующих одно за другим колебаний постепенно уменьшается (сокращение „З. К.“).

1008. Сигнал. Сообщение (речь), знак, действие (эффект) или шифр, применяющиеся для осуществления связи.

1009. Волна сигнала. Волна, на которой передается сигнал.

1010. Несущая волна. Составляющая модулированной волны, которая имеет ту же самую частоту, как и первоначальная немодулированная волна (см. 2005).

1011. Напряженность поля. Действующее значение напряженности электрического или магнитного поля в некоторой точке, получающееся вследствие прохождения радиоволн. Оно часто выражается в микровольтах на метр. Кроме того могут рассматриваться: мгновенная, амплитудная напряженности и т. п.

1012. Напряженность радиопомех. Напряженность поля в некотором пункте (как, например, на радиоприемной

станции) от электромагнитных волн мешающего характера. На практике измеряется не сама напряженность поля мешающих волн, но ее отношение к напряженности (рабочего) радиополя.

1013. Отношение: сигнал - помеха. Отношение, существующее в некотором пункте между напряженностью поля радиоволны и напряженностью поля радиопомех.

1014. Помехи. Электромагнитные возмущения при радиоприеме, посторонние и налагающиеся на таковые, производимые корреспондирующими радиопередающими устройствами.

1015. Статические помехи. Токи в какой-либо антенне, от зарядов, передаваемых ей в результате контакта между антенной и заряженными частицами и массами газа.

Примечание. В Сев.-Ам. С. Ш. этот термин употребляется также, как синоним для атмосферных помех.

1016. Атмосферные помехи. Помехи, производимые атмосферными условиями.

Примечание. В РСФСР термины 1015 и 1016 обозначаются часто словом „разряды“.

1017. Атмосферное поглощение. Потеря мощности при передаче радиоволн вследствие рассеяния в атмосфере.

1018. Потеря при радиопередаче. Потеря мощности, которую испытывают передаваемые волны при прохождении их вдоль пути радиопередачи или в предметах, находящихся вблизи передающей сети (см. 5076).

1019. Рассеяние (волн). Уменьшение мощности, приходящейся на единицу поверхности волны, с увеличением расстояния от источника передачи, вследствие расхождения лучей.

1020. Замирание. Временное ослабление сигнала, получаемого в данном месте от передающей станции, как результат каких-то изменений на пути радиопередачи (см. 5077).

1021. Неустойчивость частоты. Изменение в силе полученного радиосигнала, являющееся в результате колебаний частоты передаваемых волн.

Отдел 2. Передатчики

2001. Радиосвязь. Передача сигналов помощью излучаемых электромагнитных волн.

2002. Радиовещание. Передача музыки, информации, лекций или других све-

дений, предназначенных для всеобщего приема.

2003. Излучать. Посылать электромагнитные волны в пространство.

2004. Излучение. Процесс отправления электромагнитных волн в пространство.

2005. Несущий ток. Переменный ток, модулируемый сигналом. Обычно этот термин относится к передаче по проводам токами высокой частоты (см. 1010).

2006. Несущая частота. Частота несущей волны или несущего тока (см. 5002).

2007. Устранение несущей волны. Метод работы, при котором несущая волна или несущий ток не передается.

2008. Полоса частот. Непрерывный ряд частот, ограниченный двумя определенными частотами (см. 2012).

2009. Боковые полосы частот или волн. Полосы частот, по одной с каждой из сторон от несущей частоты, производимые модуляцией.

2010. Боковые частоты. Частоты с каждой стороны несущей частоты, производимые при модулировании только одной частотой.

2011. Передача одной боковой частотой. Способ работы, при котором передается одна боковая частота, а другая устраняется. Несущая волна может при этом или передаваться, или устраняться.

2011-а. Передача одной боковой полосой. Способ работы, при котором передается одна боковая полоса, а другая устраняется. Несущая волна может при этом или передаваться, или устраняться.

2012. Полоса передачи частот. Полоса частот (или длин волн) достаточной ширины для того, чтобы ее было возможно использовать для радиосвязи. Ширина полосы передачи зависит от типа передачи (см. 2008).

2013. Радиопередатчик. Устройство для производства энергии высокой частоты и изменения этой энергии в соответствии с сигналом.

2014. Ламповый передатчик. Радиопередатчик, в котором используются электронные лампы для превращения электрической энергии низкой частоты в таковую высокой частоты.

2015. Колебательный контур. Неподвижное устройство для получения переменного тока, частота которого определяется электрическими постоянными этого устройства (см. 2019).

2016. Задающий генератор. Генератор сравнительно малой мощности, предназначенный для возбуждения частоты передающего устройства.

2017. Промежуточный контур. Колебательный контур, вводимый между последним контуром лампового передатчика и излучающей системой с целью получения чистых синусоидальных колебаний (устранения гармоник).

2018. Машинный передатчик. Радиопередатчик, который использует токи высокой частоты, получающиеся от машины высокой частоты.

2019. Машина высокой частоты (сокращение „М. В. Ч.“). Генератор переменного тока, вращающегося типа, доставляющий токи высокой частоты (см. 2015).

2020. Нагрузочный регулятор (М. В. Ч.) Часть регулятора машины высокой частоты, состоящая из устройства, предназначенного для изменения числа оборотов мотора, вращающего машину высокой частоты, приблизительно в соответствии с изменением нагрузки на моторе.

2021. Дуговой генератор. Генератор высокой частоты, использующий вольтовую дугу для превращения постоянного тока в переменный или пульсирующий.

2022. Искровой передатчик. Радиопередатчик, использующий колебательный разряд конденсатора через самоиндукцию и искровой промежуток для получения высокой частоты.

2023. Искровой передатчик с простой схемой. Передатчик, в котором искровой промежуток включен непосредственно в цепь антенны.

2024. Разрядник. Совокупность электродов, включаемых в контур (обычно колебательный) для замыкания цепи при определенном напряжении через искру.

Некоторые из типов разрядников:

а) Простой разрядник. Разрядник между двумя неподвижными металлическими электродами.

б) Вращающийся разрядник. Искровой разрядник, в котором один из электродов представляет вращающийся элемент, вызывающий регулярное изменение в длине промежутка и устанавливающий тем самым начало разряда и его продолжительность.

в) Синхронный разрядник. Вращающийся разрядник, в котором скорость вращения такова, что разряд получается синхронно с прилагаемым к разряднику переменным напряжением.

г) Искрогасящий разрядник. Искровой разрядник, в котором сильно затухающий разрядный ток быстро прекращается вследствие погашения или прекращения искры.

2025. Ударное возбуждение. Метод получения затухающего колебательного тока в контуре, в котором продолжительность протекания возбуждающего напряжения коротка по сравнению с продолжительностью получаемых колебаний.

2026. Трансформатор частоты. Устройство, доставляющее переменный ток с частотой, отличающейся от частоты питающего тока.

2027. Умножитель частоты. Трансформатор частоты, употребляемый

для увеличения частоты питающего переменного тока в целое число раз.

2028. Микрофон. Управляемое звуком устройство, предназначенное для получения переменного тока, форма которого соответствует форме звуковой волны, воздействующей (модулирующей) на это устройство.

2029. Контактный микрофон. Микрофон, содержащий контактное приспособление, рассчитанное таким образом, что его электрическое сопротивление непосредственно и существенно изменяется путем незначительных изменений механического давления.

2030. Конденсаторный микрофон. Микрофон, работа которого основана на изменении электростатической емкости, производимом звуковой волной.

2031. Модуляция. Процесс, при котором частота или амплитуда колебаний изменяется соответственно кривой сигнала.

2032. Двойная модуляция. Процесс модуляции, при котором несущая волна одной частоты сперва модулируется кривой сигнала, а затем сама модулирует вторую несущую волну другой частоты.

2033. Глубина модуляции. Изменение амплитуды модулированной волны от ее среднего значения, выраженное в процентах от этого среднего значения.

2034. Модулятор. Устройство для получения модуляции. Оно может работать или благодаря использованию нелинейной характеристики, или вследствие управляемого изменения какой-либо величины в цепи тока.

2035. Магнитный модулятор (ферромагнитный модулятор). Магнитное устройство, употребляемое как модулятор и функционирующее вследствие его нелинейной характеристики намагничивания.

2036. Ламповый модулятор. Модулятор, употребляющий в качестве модулирующего элемента электронную лампу.

2037. Дуплексная работа. Встречная работа двух корреспондирующих станций, при которой на каждой из этих станций передача и прием происходят одновременно.

Отдел 3. Приемники

3001. Приемная радиостанция (приемное устройство). Аппараты для преобразования радиоволн в воспринимаемые органами чувств сигналы.

3002. Контрольный приемник. Приемник для наблюдений за работой своей передающей станции.

3003. Гетеродинный прием. Процесс радиоприема, производимый путем наложения принимаемого переменного тока на переменный же ток, получающийся от

местного генератора. Подводимая от местного генератора частота обычно отличается от частоты принимаемого тока, благодаря чему и получают биения. Этот способ приема иначе называется „прием помощью биений“.

3004. Регенеративный прием. Гетеродинный прием, при котором одно и то же устройство служит в качестве генератора и детектора.

3005. Гомодинный прием. Процесс приема путем наложения несущей частоты от местного источника колебаний на месте приема. Этот способ иногда называется „прием нулевого биения“.

3006. Супергетеродинный прием. Способ приема, при котором принятый ток комбинируется с током от местного генератора и преобразуется в ток промежуточной частоты, при чем эта последняя затем усиливается и детектируется для воспроизведения первоначальной кривой сигнала.

3007. Промежуточная частота. Частота между несущей частотой, употребляемой при радиопередаче, и низкой частотой модуляции; в нее преобразуется несущая при супергетеродинном процессе приема.

3008. Рефлексная схема (схема двойного действия). Схема приема, в которой используется один или несколько каскадов усилителей, при чем каждый каскад усиливает сигнал как до, так и после детектирования.

3009. Настройка. Установка контура или контуров в резонанс. Этот термин употребляется также в смысле регулировки схемы для обеспечения максимума воспроизведения сигнала.

3010. Чувствительность. Мера способности радиоприемной установки реагировать на сигналы той частоты, на которую она настроена.

3011. Избирательность. Способность радиоприемной установки выделять сигналы различных частот.

3012. Детектор. Та часть приемного устройства, которая, будучи соединена с одной стороны с контуром высокой частоты и с другой стороны с указателем, отдельным или ей присущим (индикатором), преобразует энергию высокой частоты в соответствующую для приведения в действие указателя форму. Это преобразование может быть произведено или путем преобразования энергии высокой частоты, или посредством управления местным источником энергии. Индикатором может быть телефон, реле, записывающий аппарат и т. п.

Наиболее употребляемым типом детектора является электронная лампа, работающая на непрямолинейной части своей характеристики и тем самым преобразующая модулированный переменный ток вы-

сокой частоты в модулированный ток той же частоты, но постоянного направления. Всякая электронная лампа, работающая аналогично детекторной лампе, но не имеющая на своем выходном конце индикатора, может работать как выпрямитель (см. 5062) или как преобразователь частоты.

3013. Коэффициент детектирования. Отношение выпрямленного тока в радиодетекторе при отсутствии внешнего сопротивления к квадрату действующего значения переменного, приложенного к детектору напряжения. Более точно, этот термин справедлив для столь малых напряжений, когда его значение не зависит от величины этого напряжения; в этом случае он выражается формулой: коэффициент детектирования равен $\frac{1}{2} \cdot \frac{d^2i}{de^2}$ где e и i — соответственное напряжение и ток, взятые из характеристики детектора при отсутствии внешнего сопротивления (см. 4015 и 4039).

3014. Телефон. Электрически действующее устройство, предназначенное для воспроизведения звуковых колебаний, соответствующий воздействию на него току сигнала.

3015. Громкоговоритель. Телефонное устройство, предназначенное для воспроизведения звуков достаточно большой силы для того, чтобы их можно было слышать на значительном расстоянии.

3016. Мешающее действие. Нарушение приема вследствие воздействия атмосферных разрядов, нежелательных сигналов или других причин, а также все то, что вызывает это нарушение приема.

Отдел 4. Электронные лампы

Примечание. Параметры, относящиеся к аноду, сетке и катоду (нить) лампы, в нижеследующем отмечаются соотв. знаками: a , c , k . В нашей литературе наряду с этими знаками приняты и распространены значки: a , g , f .

4001. Электронная лампа. Устройство, состоящее из нескольких электродов, заключенных в сосуд, в котором газ разрежен до малого давления. Этот термин также обыкновенно употребляется в более узком смысле, — в отношении типа электронной лампы, имеющей сетку, анод и нить (см. 4003).

4002. Диод. Тип электронной лампы, состоящей из двух электродов, которая пропускает ток исключительно или преимущественно в одном направлении.

Примечание. Электронная лампа с одним лишь катодом и двумя анодами, работающими попеременно, может быть названа „двойной диод“.

4003. Триод. Тип электронной лампы, содержащей анод, катод и третий электрод, в которой ток, идущий между анодом и катодом, управляется обычно изменением потенциала на третьем или управляющем электроде.

4004. Катод. Электрод, к которому течет ток через разреженный газ. Катод является обычно источником электронной эмиссии, которая и определяет этот ток (см. 4005).

4005. Нить накала. Катод в обычном типе электронной лампы (триода).

4006. Напряжение накала. Напряжение на зажимах нити накала.

4007. Ток накала. Ток, доставляемый нити для ее накала.

Примечание. Когда нить накала нагревается постоянным током, который невелик по сравнению с анодным током, ток накала обычно измеряется у того из зажимов нити накала, где он больше.

4008. Управляющий электрод. Электрод, относительный потенциал которого управляет током, идущим между анодом и катодом (см. 4009).

4009. Сетка. Обычное наименование управляющего электрода в электронной лампе.

4010. Потенциал сетки (напряжение на сетке). Разность потенциалов сетки и катода (см. примечание к 4020).

4011. Ток сетки. Ток проводимости, проходящий от сетки через разреженный газ.

4012. Обратный ток сетки. Ток проводимости, проходящий к сетке через разреженный газ.

4013. Проводимость сетки. Отношение изменения тока сетки к изменению потенциала сетки, производящего этот ток, при условии постоянства анодного потенциала. При более точном употреблении термин относится к бесконечно малым изменениям, как то следует из определяющего уравнения:

$$\text{проводимость сетки} = G_c = \frac{di_c}{de_c} \text{ при } e_a = \text{const.}$$

Примечание. Проводимость сетки есть ваттная составляющая проводимости цепи сетки электронной лампы на входной стороне последней (см. 4024).

4014. Сеточная характеристика. Выраженная графически зависимость между потенциалом сетки, принятым за абсциссу, и током сетки, принятым за ординату (см. 4026, 4040 и 4043).

4015. Коэффициент сеточного детектирования. Отношение изменения постоянного тока сетки, которое получается благодаря приложению к сетке пере-

менного напряжения, к квадрату этого действующего на сетку напряжения, при условии отсутствия в цепях сетки и анода внешнего сопротивления. При более точном употреблении это определение относится к напряжению сетки, настолько малому, что коэффициент детектирования не зависит от величины напряжения; в этом случае коэффициент детектирования сетки равен:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{di_c^2}{de_c^2} \text{ при } e_a = \text{const},$$

где e_c и i_c — соответственно напряжение сетки и ток сетки (см. 3013 и 4039).

4016. Сеточный конденсатор. Конденсатор, включенный последовательно в цепь сетки электронной лампы.

4017. Утечка сетки (сдвигающее сеточное сопротивление). Сопротивление обычно очень большой величины, употребляемое в комбинации с конденсатором и включаемое непосредственно или иным путем между катодом и сеткой электронной лампы.

4018. Анод. Электрод, ток от которого течет через разреженный газ (см. 4019).

4019. Пластина. Наименование для анода в электронной лампе.

Прим. перев. Обычно встречается в английской, американской и французской литературе, в русской не употребительно.

4020. Анодное напряжение. Разность потенциалов между анодом и катодом.

Примечание. Если катод представляет собой нить, накаливаемую постоянным током, то за начало отсчета потенциала принимается отрицательный зажим нити; если накал происходит от переменного тока, то за начало отсчета принимается средняя точка нити.

4021. Анодный ток. Ток проводимости, проходящий от анода через разреженный газ.

4022. Коэффициент усиления. Мера относительного действия на анодный ток потенциала сетки и анода; это есть отношение изменения анодного напряжения к отрицательному изменению напряжения сетки при условии, что анодный ток остается неизменным. При более точном употреблении этот термин относится к бесконечно малым изменениям этих потенциалов, как видно из определяющего уравнения:

коэффициент усиления равен:

$$\mu = - \frac{de_a}{de_c} \text{ при } i_a = \text{const}$$

(см. 5044).

4023. Крутизна характеристики. Отношение изменения анодного тока к изменению напряжения сетки, вызвавшему это изменение анодного тока при условии постоянства анодного напряжения. При более точном определении этот термин относится к бесконечно малым изменениям, как это видно из определяющего уравнения:

крутизна характеристики равна:

$$S = \frac{di_a}{de_c} \text{ при } e_a = \text{const}.$$

Крутизна имеет размерность проводимости и за единицу ее принимают «микром».

Примечание. В тех редких случаях, когда рассматривается зависимость тока сетки от потенциала анода, можно употреблять следующие выражения и символы: проницаемость равна:

$$D = - \frac{de_c}{di_c} \text{ при } i_c = \text{const},$$

крутизна сеточного тока равна:

$$G_{c,a} = \frac{di_c}{de_a} \text{ при } e_c = \text{const}$$

(см. 4040).

4024. Внутренняя проводимость лампы. Отношение изменения анодного тока к изменению потенциала анода, вызванному изменением тока, при условии постоянства потенциала сетки. При более точном определении это выражение относится к бесконечно малым изменениям, как это следует из определяющего уравнения:

внутренняя проводимость лампы равна:

$$G_a = \frac{di_a}{de_a} \text{ при } e_c = \text{const}.$$

Примечание. Внутренняя проводимость лампы есть ваттная составляющая внутренней полной проводимости анодной цепи электронной лампы (см. 4013).

4025. Внутреннее сопротивление лампы. Величина, обратная анодной проводимости; внутреннее сопротивление равно:

$$R_a = \frac{1}{G_a} = \frac{de_a}{di_a} \text{ при } e_g = \text{const}.$$

Примечание. Величины, указанные в 4022, 4023, 4024 и 4025, связаны следующими соотношениями:

$$S = \mu G_a = \frac{\mu}{R_a}.$$

4026. Анодная характеристика. Выраженная графически зависимость между анодным напряжением, принятым за абсциссу, и анодным током, принятым за ординату (см. 4014, 4040 и 4043).

4027. Анодная реактивная катушка. Катушка, включаемая в цепь питания анода лампового усилителя (анодный дроссель), модулятора или генератора с целью поддерживать достаточно постоянный ток в этой цепи в течение одного периода усиленного или генерированного тока.

4028. Емкость катода (C_k). Сумма статических емкостей между нитью и всеми другими проводниками электронной лампы.

4029. Емкость сетки (C_c). Сумма статических емкостей между сеткой и всеми другими проводниками электронной лампы.

4030. Емкость анода (C_a). Сумма статических емкостей между анодом и всеми другими проводниками электронной лампы.

4031. Статическая емкость между двумя проводниками (C). Отношение заряда, имеющегося на одном проводнике и создающего напряжение (разность потенциалов) между ним и другим проводником, к этому напряжению, при условии, что все соседние проводники находятся при потенциале первого проводника.

4032. Емкость: сетка-анод (C_{ca}). Статическая емкость между сеткой и анодом.

4033. Емкость: сетка-катод (C_{ck}). Статическая емкость между сеткой и катодом (см. 4032).

4034. Емкость: анод-катод (C_{ca}). Статическая емкость между анодом и нитью (см. 4032).

Примечание 1. Все емкости обычно понимаются в том предположении, что они относятся к электронной лампе во вполне собранном виде, но без цоколя или другого держателя.

Примечание 2. Емкости $C_{a,k}$, $C_{c,k}$ и $C_{c,a}$ не являются статическими емкостями, которые получают обычно непосредственным измерением; они рассчитываются из статических емкостей, которые могут быть прямо измерены при помощи следующих уравнений:

$$\begin{aligned} C_k &= C_{c,k} + C_{a,k}; \quad C_a = C_{a,k} + C_{c,a}; \quad C_c = \\ &= C_{c,k} + C_{c,a}; \quad C_{a,k} = \frac{1}{2} (C_a + C_k - C_c); \\ C_{c,k} &= \frac{1}{2} (C_c + C_k - C_a); \quad C_{c,a} = \frac{1}{2} (C_c + \\ &+ C_a - C_k). \end{aligned}$$

4035. Полное выходное внутреннее сопротивление (любого электрического устройства, имеющего зажимы для приложения внешней цепи). Отношение переменного напряжения, получающегося на зажимах для внешней цепи, к переменному току, вызываемому им между этими зажимами, предполагая отсутствие приложенных переменных напряжений в других точках.

Примечание. Иногда эта величина называется «полное сопротивление на внешнем конце», но предпочтительнее употреблять с приставкой «внутреннее» с целью большего подчеркивания его отличия от полного сопротивления внешней нагрузочной цепи.

4036. Полная внутренняя выходная проводимость. Величина, обратная полному внутреннему сопротивлению на выходном конце.

4037. Полное входное сопротивление (любого электрического устройства). Отношение переменного напряжения, приложенного к входным зажимам устройства, к переменному току, вызываемому этим напряжением на тех же зажимах, предполагая отсутствие приложенных переменных напряжений в других точках.

4038. Полная входная проводимость. Величина, обратная полному сопротивлению на входном конце.

4039. Коэффициент детектирования электронной лампы. Отношение изменения постоянного тока анода, которое получается в триоде благодаря приложению к сетке переменного напряжения, к квадрату этого действующего на сетку напряжения при условии отсутствия в цепях сетки и анода внешнего сопротивления. При более точном употреблении определение относится к напряжению сетки, настолько малому, что коэффициент детектирования не зависит от величины напряжения, причем в этом случае он выражается уравнением:

коэффициент детектирования электронной лампы равен:

$$-\frac{1}{2} \cdot \frac{d^2 i_a}{d e_c^2} \text{ при } e_a = \text{const}$$

(см. 3013 и 4015).

4040. Характеристика лампы (e_c, i_a). Характеристика: сетка-анод. Это есть выраженная графически зависимость между напряжением сетки, принятым за абсциссу, и током анода, принятым за ординату (см. 4014, 4023, 4026 и 4043).

4041. Электронная эмиссия. Явление отделения электронов с поверхности тела в окружающее пространство.

происходящее обычно под влиянием тепла, ультрафиолетовых лучей, рентгеновых лучей, ударного возбуждения или химического распада.

4042. Ток насыщения. Величина тока, создаваемого электронами, излученными с катода под влиянием напряжения, достаточного для того, чтобы притянуть все излученные электроды.

4043. Характеристики (эмиссии). Выраженная графически зависимость между фактором, от которого зависит эмиссия электронов (например, температурой, напряжением или током накала), принятым за абсциссу, и током эмиссии с нити, принятым за ординату (см. 4014, 4026 и 4040).

4044. Термоэлектронный. Термин относится к эмиссии электронов, получающейся под действием тепла.

Отдел 5. Элементы и свойства контура

5001. Цикл. Один полный ряд положительных и отрицательных значений переменной величины. Время одного полного цикла называется периодом.

5002. Частота. Число циклов (периодов) в секунду (см. 2006).

5003. Килоцикл (точнее: килоцикл в секунду, или цикл в миллисекунду). Тысяча циклов в секунду.

5004. Мегацикл (точнее: мегацикл в секунду или цикл в микросекунду). Миллион циклов в секунду.

5005. Звуковые частоты. Частоты, соответствующие нормально слышимым звуковым колебаниям. Верхний предел обычно лежит между 10000 и 20000 циклов в секунду.

5006. Радиочастоты. Частоты, более высокие по сравнению с звуковыми частотами (см. 5005).

Примечание. Это определение не предполагает невозможности излучения при более низких частотах, а также того, что радиочастоты должны лежать обязательно выше предела слышимости (т.е. между ними нет резкой границы).

5007. Групповая частота. Число серий затухающих колебаний или импульсов тока в секунду.

Примечание. Термин «групповая частота» иногда заменяется выражением «частота искр».

5008. Собственная частота (контур). Частота, при которой циркулирующий в контуре ток и приложенное к нему напряжение находятся в фазе.

5009. Частотомер. Прибор для измерения частоты (частотомеры, употребляемые в радиотехнике, обычно называются волномерами).

5010. Основная частота. Та частота колебания, по отношению к которой все остальные составляющие частоты являются ее целыми кратными (наименьшая частота, появляющаяся в данной совокупности частот колебательного процесса (см. 5012)).

5011. Основная длина волны. Длина волны, соответствующая основной частоте.

5012. Гармоника. Составляющая периодической величины, имеющая такую частоту, которая является целым кратным основной частоты. Например, если имеется составляющая, частота которой вдвое больше основной частоты, то такая составляющая называется второй гармоникой.

5013. Колебательный ток (собственный колебательный ток). Периодически изменяющийся ток, частота которого определяется электрическими постоянными контуров, в которых он протекает.

5014. Колебательный контур. Контур относительно малого сопротивления, содержащий самоиндукцию и емкость и обладающий тем свойством, что приложенный к нему толчок напряжения вызывает в нем колебательный ток.

5015. Явление биений. Процесс, при котором две или более периодические величины с неслишком отличающимися частотами дают результирующую амплитуду пульсирующего характера.

5016. Биение. Полный цикл таких пульсаций.

5017. Частота биений. Число биений в единицу времени. Эта частота равна разности между частотами составляющих колебаний.

5018. Резонанс напряжений. Условие, существующее в контуре, в котором самоиндукция и емкость соединены последовательно, когда питающий ток и подводимое напряжение находятся в фазе.

5019. Резонанс токов. Условие, существующее в контуре, в котором самоиндукция и емкость соединены параллельно, когда подводимое напряжение и питающий ток находятся в фазе.

5020. Пропускающий контур. Контур, самоиндукция и емкость которого так подобраны, чтобы представлять малое полное сопротивление токам данной частоты и большое сопротивление токам всех других частот (см. 5021).

5021. Заграждающий контур. Контур, самоиндукция и емкость которого так подобраны, чтобы представлять большое полное сопротивление для токов данной частоты и малое сопротивление токам всех других частот (см. 5020).

5022. Связь. Взаимодействие двух контуров, при котором энергия передается от одного контура другому.

5023. Коэффициент связи. Отношение взаимодействующей или общей составляющей полного сопротивления двух контуров к квадратному корню из произведения того же рода составляющих полного сопротивления в обоих контурах (составляющие полного сопротивления могут состоять из самоиндукции, емкости и сопротивления).

5024. Непосредственная (прямая) связь. Взаимодействие двух контуров, имеющих общие для обоих контуров части (самоиндукцию, емкость или сопротивление).

5025. Индуктивная связь. Взаимодействие двух контуров при помощи самоиндукции или взаимной индукции, общей или взаимной для обоих контуров. При употреблении этого термина без оговорок он вообще обозначает трансформаторную связь; связь же помощью самоиндукции, общей для обоих контуров, называется автотрансформаторной.

5026. Емкостная связь. Взаимодействие двух контуров при помощи емкости, общей или взаимной для этих контуров.

5027. Связь посредством сопротивления (гальваническая связь). Взаимодействие контуров при помощи сопротивления, общего для обоих контуров.

5028. Устройство связи. Комбинация приборов, осуществляющих передачу колебательной энергии от одного контура другому (см. 5022). Оно комбинируется из приборов соответственно различным видам связи: индуктивной, емкостной и гальванической (см. 5025, 5026 и 5027).

5029. Катушка связи. Катушка, употребляемая для связи.

5030. Конденсатор связи. Конденсатор, употребляемый для получения связи между двумя контурами.

5031. Декреметр. Прибор для измерения логарифмического декремента затухающих колебаний.

5032. Логарифмический декремент. Натуральный логарифм отношения двух последовательных амплитуд (первой ко второй) одного и того же знака, в случае переменного тока, затухающего по показательному закону. Логарифмический декремент можно также рассматривать как постоянную простого радиоконтура равную π раз взятому произведению из сопротивления на квадратный корень из отношения емкости к самоиндукции контура.

5033. Множитель затухания. Натуральный логарифм отношения двух значений уменьшающейся по показательному закону величины, отстоящих одно от другого на единицу времени. Этот термин предпочтительнее выражения «коэффициент затухания»; он обозначается греческой буквой α и входит в показатель степени

нижеследующих выражений для затухающих колебаний:

$$i = Je^{-\alpha t}; \quad i = Je^{-\alpha t} \cos 2\pi ft.$$

В колебательном контуре, состоящем из сопротивления, самоиндукции и емкости, включенных последовательно, $\alpha = \frac{R}{2L}$.

5034. Переменный ток. Ток, направление которого меняется через правильно повторяющиеся промежутки времени, при чем его алгебраическое среднее значение равно нулю.

5035. Затухающий ток. Колебательный ток с постепенно уменьшающейся амплитудой.

5036. Собственные колебания. Затухающие колебания, происходящие в контуре вслед за прекращением приложенного напряжения.

5037. Вынужденные колебания. Колебания, происходящие в контуре, как результат приложенного переменного напряжения и имеющие частоту последнего.

5038. Пульсирующий ток. Периодический ток, среднее алгебраическое значение которого не равно нулю. Пульсирующий ток эквивалентен сумме переменного тока с постоянной амплитудой и постоянного тока.

5039. Постоянный ток. Ток одного направления. При обычном употреблении этот термин обозначает практически неппульсирующий ток.

5040. Тепловой амперметр. Амперметр, действие коего основано на явлении теплового расширения; его показания зависят от изменения в размерах какой-либо из составных частей, нагреваемой проходящим по ней током.

5041. Термопарный амперметр. Амперметр, показания которого зависят от изменения термоэлектродвижущей силы, возникающей в термопаре, нагреваемой измеряемым током.

5042. Ламповый вольтметр. Устройство для измерения малых напряжений, состоящее из электронной лампы, имеющей амперметр в своей анодной цепи. Отклонения шкалы градуируются в значениях напряжения, приложенного в цепи сетки.

5043. Усилитель. Устройство для увеличения амплитуды электрического тока или напряжения путем воздействия входящей мощностью на большую мощность, доставляемую местным источником, при чем подводимая энергия управляет большей энергией местного источника в выходном конце устройства.

5044. Усиление напряжения (в усилителе). Отношение переменных составляющих напряжения, получающегося на выходном конце усилителя, к переменному напряжению, приложенному к входным зажимам. (Этот термин не следует сме-

шивать с коэффициентом усиления лампы, см. 4022).

5045. Усиление тока (в усилителе). Отношение переменной составляющей тока, получающегося в выходной цепи усилителя, к переменной составляющей тока, подводимого к входным зажимам усилителя.

5046. Усиление мощности (в усилителе). Отношение мощности переменного тока, получающегося в выходной цепи, к мощности переменного тока, подведенной к входным зажимам усилителя.

5047. Мощный усилитель. Усилитель, предназначенный для получения относительно большой мощности во внешней цепи.

5048. Реле. Прибор, в котором поступающая в него мощность применяется для управления местным источником энергии.

5049. Регенерация. Процесс, при котором часть мощности на выходном конце усилительного устройства действует обратно на входную цепь, притом таким образом, что первоначальная анодная мощность усиливается и тем самым увеличивается общее усиление (иногда называется «обратная связь»).

5050. Уравнитель затухания. Устройство для изменения затухания контура для различных частот с целью уравнять затухание для всех частот в данном диапазоне.

5051. Интенсивность переносимой мощности. Амплитуда мощности в любой точке линии связи (т.е. в какой-либо точке пространства между передатчиком и приемным устройством), а также в какой-либо ступени последнего), выраженная или в каких-либо абсолютных единицах, или по отношению к произвольной единице, выбранной за основную.

5052. Единица передачи (сокращение Т. У.). Единица отношения мощностей, употребляемая для выражения потери энергии при передаче или увеличения ее при передаче (усиление). Два значения мощности отличаются одно от другого на единицу передачи, когда между ними существует отношение $10^{0,1}$. Два значения мощности отличаются между собою на N единиц передачи, если между ними существует отношение $10^{0,1N}$. Число единиц передачи может быть выражено как десятикратный логарифм отношения мощностей, т.е.

$$10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2}.$$

Отношение мощностей.	Т. У.
1 = 10^0	0 = $10 \log_{10} 1$
1,259 = $10^{0,1}$	1 = $10 \log_{10} 1,259$
10 = 10^1	10 = $10 \log_{10} 10$
100 = 10^2	20 = $10 \log_{10} 100$
1000 = 10^3	30 = $10 \log_{10} 1000$

В случае отношений токов число единиц передачи может быть выражено, как двадцатикратный логарифм отношения токов (при постоянном полном сопротивлении), т.е. $20 \log_{10} \frac{J_1}{J_2}$.

Отношение токов	Т. У.
0,001	— 60,00
0,005	— 46,02
0,01	— 40,00
0,05	— 26,02
0,1	— 20,00
0,2	— 13,98
0,5	— 6,02
1,0	0,00
1,5	3,52
2	6,02
5	13,98
10	20,00
20	26,02
50	33,98
100	40,00
500	53,98
1000	60,00.

5053. Удлинительная катушка. Катушка самоиндукции, обычно индуктивно не связываемая с каким-либо другим контуром и помещаемая в колебательном контуре для уменьшения резонансной частоты последнего.

5054. Реактивная катушка (Дроссель). Катушка самоиндукции, включаемая в контур для увеличения индуктивного сопротивления переменному току и позволяющая проходить постоянному току.

5055. Простая намотка. Тип намотки катушек, в которой отдельные витки наматываются в два или более слоев, причем процесс намотки происходит непрерывно от одного конца катушки к другому, без намотки в обратном направлении.

5056. Пропускающий конденсатор. Конденсатор, употребляемый для устройства пути, представляющего сравнительно малое полное сопротивление, параллельно какому-либо участку контура.

5057. Блокировочный (заграждающий) конденсатор. Конденсатор, употребляемый для введения сравнительно высокого полного сопротивления в какую-либо часть контура с целью ограничить течение переменного тока низкой частоты или совсем не пропустить постоянный ток, не оказывая заметного влияния на прохождение переменного тока высокой частоты.

5058. Фильтр. Избирательный контур, предназначенный для пропуска переменных токов определенной полосы или полос частот и ослабления токов всех иных частот, лежащих за пределами пропускаемой полосы или полос.

5059. **Фильтр низкой частоты.** Фильтр, рассчитанный для пропуска токов всех частот ниже некоторой критической или предельной частоты и для ослабления токов всех частот выше этой критической частоты.

5060. **Фильтр высокой частоты.** Фильтр, рассчитанный для пропуска токов всех частот выше некоторой критической или предельной частоты и для ослабления токов всех частот ниже этой критической частоты.

5061. **Полосовой фильтр.** Фильтр, предназначенный для пропуска токов определенной полосы частот, ограниченной верхней и нижней критическими или предельными частотами, и для ослабления токов всех частот, лежащих за пределами этой полосы.

5062. **Выпрямитель.** Устройство, сопротивление которого для токов в одном направлении отличается от сопротивления его же для токов в другом направлении, предназначенное для преобразования переменного тока в ток одного направления.

Примечание. Для обозначения выпрямления при приеме радиосигналов предпочтительнее употреблять выражение «детектор» вместо «выпрямитель» (см. 3012).

5063. **Выпрямитель полупериодный.** Выпрямитель, изменяющий переменный ток в пульсирующий ток одного направления, действующий только в течение одной половины периода.

5064. **Выпрямитель двухполупериодный.** Двойной выпрямитель, устроенный таким образом, что ток может проходить в одном и том же направлении к цепи нагрузки в течение каждого полупериода питающего переменного тока, при чем одна часть выпрямителя действует в течение одной половины периода, а другая — в течение следующей половины периода и т. д.

5065. **Электронный выпрямитель (кенотрон).** Устройство для выпрямления переменного тока, использующее поток электронов, протекающий между двумя электродами, находящимися в пустоте или газе.

5066. **Резонансный трансформатор.** Трансформатор с приключенным конденсатором, цепи которого подобраны таким образом, что он в целом имеет ту же самую частоту, как и частота переменного тока, подводимого к первичной цепи. Благодаря этому вторичное напряжение возрастает до более высоких значений по сравнению с теми, которые могут быть достигнуты без такого подбора цепей.

5067. **Трансформатор высокой частоты** (сокращение «Тр. в. ч.»). Трансформатор для токов высокой частоты.

5068. **Трансформатор звуковой частоты.** (Сокращение «Тр. Зв. Ч.»). Трансформатор для токов звуковой частоты.

5069. **Реостат.** Сопротивление, величину которого можно изменять.

5070. **Потенциометр.** Устройство, состоящее из сопротивления, имеющего, кроме двух оконечных контактов, подвижной или скользящий контакт. Обычно употребляется в качестве делителя напряжения. Ток проходит между оконечными контактами, а желаемая разность потенциалов получается между одним из оконечных контактов и подвижным контактом. (Более предпочтительно выражение «делитель напряжения»).

5071. **«А» Батарея** (по русски B_n — Батарея накала). Батарея, питающая нить накала электронной лампы.

5072. **«В» Батарея** (по русски B_a — Анодная батарея). Батарея, питающая анодную цепь электронной лампы.

5073. **«С» Батарея** (по русски B_c — батарея сетки). Батарея, включаемая в цепь между нитью и сеткой электронной лампы для задания некоторого потенциала сетке.

5074. **Предохранитель.** Устройство для предупреждения возникновения в данной части электрической цепи большой величины токов или напряжений. Например, плавкий предохранитель, грозовой предохранитель.

5075. **Качество** (при радиовещании). Степень верности воспроизведения звука.

5076. **Частотная характеристика качества радиопередачи.** Изменение, в функции частоты, коэффициента полезного действия при радиопередаче через проводящие контуры или вдоль пути радиопередачи (см. 1018).

5077. **Искажение.** Изменение в форме колебания при прохождении через проводящий контур или передающую среду. Форма колебания может быть искажаема вследствие:

а) Присутствия на выходном конце составляющих с такими частотами, которых не имеется в первоначальном колебании, — вследствие того, что элементы контура обладают нелинейными характеристиками.

б) Изменения в относительной амплитуде составляющих частот, — вследствие неодинакового коэффициента полезного действия при радиопередаче в данном диапазоне частот.

с) Изменения в относительной фазе составляющих частот. (Это не относится к искажениям, которые имеются в цепях низкой частоты).

Две или более из этих форм искажения могут существовать одновременно (см. 1020).

Отдел 6. Антенны

6001. **Воздушная сеть.** Поднятая (возвышенная) часть проводов конденсаторной антенны (см. 6003).

6002. Антенна (радиосеть). Устройство для излучения или поглощения радиоволн.

6003. Лучевая антенна. Антенна, устроенная так, что большая часть ее излучения сосредоточена в узком пучке лучей.

6004. Однонаправленная антенна. Антенна, обладающая свойством излучения или приема радиоволн в каком-либо одном секторе в большей степени по сравнению со всеми другими направлениями.

6005. Двухнаправленная антенна. Антенна, обладающая свойством излучения или приема радиоволн в двух секторах, отстоящих один от другого на 180° , в большей степени по сравнению со всеми другими направлениями.

6006. Цилиндрическая антенна. Антенна, проводники которой состоят из группы параллельных проводов, расположенных по образующим цилиндра.

6007. Замкнутая антенна. Антенна, состоящая из одного или большего числа полных витков провода.

6008. Конденсаторная антенна. Антенна, состоящая из двух систем проводников, образующих конденсатор.

6009. Направляющая антенна. Антенна, обладающая свойством излучения радиоволн вдоль некоторых направлений в большей степени по сравнению с другими.

6010. Направленная антенна. Антенна, обладающая свойством излучения или приема радиоволн вдоль некоторых направлений в большей степени по сравнению с другими.

6011. Плоская антенна. Антенна, у которой провода наверху приблизительно горизонтальны и расположены в одной плоскости.

6012. Веерная антенна. Антенна, состоящая из вертикальных или приблизительно вертикальных проводников, расположенных в одной плоскости.

6013. Г-образная антенна. Плоская антенна, в которой снижение взято от одного из концов горизонтальной части.

6014. Многократная антенна. Антенна, соединяющаяся с заземлением через катушки самоиндукции более, чем одной точки, при чем катушки эти выбираются таким образом, что их включенные параллельно индуктивные сопротивления имеют общее индуктивное сопротивление, равное тому, которое необходимо придать антенне, чтобы получить желаемую собственную частоту.

6015. Коэффициент питания многократной антенны. Величина, получающаяся при делении суммы токов у всех снижений на ток в питающем снижении.

6016. Сопротивление последовательное (сопротивление пи-

тания) многократной антенны. Отношение мощности, доставленной антенне, к квадрату тока в линии, питающей снижения.

6017. Т-образная антенна. Плоская антенна в которой снижение взято от середины горизонтальной части.

6018. Зонтичная антенна. Антенна, провода которой представляют образующие конуса, имеющего вершину в верхней точке, откуда и берется снижение.

6019. Волновая антенна. Горизонтальная антенна, длина которой того же самого порядка по величине, как длина волн, подлежащих приему; используется, как антенна с сильно направленным действием.

6020. Сопротивление антенны. Действующее сопротивление, численно равное отношению средней мощности во всем контуре антенны к квадрату действующего тока в пучности последнего.

Примечание: Сопротивление антенны включает: сопротивление излучения, сопротивление заземления, сопротивление при радиочастоте проводников в контуре антенны, эквивалентное сопротивление, соответствующее потерям на корону, токи Фуко, утечку изоляторов, электрические потери и т. д.

6021. Действующая высота антенны. Высота эквивалентной идеальной антенны, производящей то же самое поле излучения. По обычному определению этой идеальной антенной является вертикальный проводник с равномерно распределенным током, равным максимальному току, существующему в какой-либо из точек реальной антенны.

6022. Момент тока антенны. Произведение для какой-либо радиопередающей станции из тока антенны в амперах, взятого в пучности последнего, и действующей высоты антенны в метрах. Оно является числом, характеризующим мощность излучения радиопередающих станций и измеряется обычно в метр-амперах.

6023. Коэффициент формы антенны. Отношение действующей высоты антенны к ее геометрической высоте.

6024. Сопротивление излучения. Отношение всей мощности, излучаемой антенной, к квадрату действующей силы тока в пучности последнего.

6025. Коэффициент полезного действия (отдача). Сокращенно обозначается: «к п д» антенны. Отношение излученной мощности ко всей мощности, доставленной антенне при данной частоте.

6026. Собственная частота (антенны). Наименьшая резонансная частота антенны (без добавочных самоиндукций или емкости).

6027. Ввод. Та часть радиоустановки, которая выполняет электрическое соеди-

нение между снижением антенны и приборами или разъединительными рубильниками внутри здания.

6028. Удлинительная катушка (антенны). Катушка, включаемая для увеличения самоиндукции контура антенны.

6029. Противовес. Система проводов или других проводников, образующих нижнюю плоскость конденсатора конденсаторной антенны, поднятая над землей, изолированная от нее и имеющая те же размеры, как и воздушная сеть.

6030. Заземление (антенны). Та часть за удлиняющими или укорачивающими волну антенны устройствами или за генераторами, которая наиболее тесно связывается с землей.

6031. Заземляющий провод. Соединение посредством проводника с землей.

6032. Уравнительная катушка заземления. Катушки сравнительно малой самоиндукции, располагаемые в контуре, связанном с одной или более заземляющих точек системы заземления с целью разделить ток между различными точками желательным образом.

Отдел 7. Определение направления

7001. Радиопеленгатор. Радиоприемное устройство, позволяющее определить линию распространения волн, получаемых от передающей станции.

7002. Градуировка радиопеленгатора. Определение направления и величины местного искажения фронта волны, для того чтобы можно было определить истинное направление из того кажущегося, которое дается радиопеленгатором.

7003. Искажение фронта радиоволны. Изменение в направлении приходящих радиоволн.

7004. Односторонний радиопеленгатор. Радиоприемное устройство, позволяющее определять направление (без 180° — двузначности) волн, получаемых от передающей станции.

7005. Радиомаяк. Радиопередающая станция с фиксированным географическим положением, излучающая отличительный или характерный сигнал, чтобы дать подвижным приемным станциям возможность определять свое собственное местоположение.

7006. Равносигнальный радиомаяк. Радиомаяк, передающий два отличительных сигнала, которые могут быть приняты с одинаковой силой только в некоторых направлениях.

7007. Равносигнальная зона. Область, в которой два отличительных сигнала от равносигнального радиомаяка принимаются с одинаковой силой.

7008. Радиопеленг. Угловое отклонение (отсчитанное от вспомогательной фиксированной линии, как например, земной географический меридиан или осевая линия корабля) направления приходящей волны, непосредственно определенное на радиопеленгаторе (без поправки на девиацию).

7009. Исправленный радиопеленг. Наблюдаемый радиопеленг с внесенной в него поправкой на девиацию.

7010. Истинный радиопеленг. Угол между плоскостью меридиана и плоскостью большого круга, проходящего через наблюдателя и заданную передающую станцию.

7011. Засечка. Пересечение линий двух или более пеленгов.

7012. Уравнительный конденсатор. Конденсатор, используемый для уравнения потенциалов на зажимах катушки радиопеленгатора, когда установка находится в положении минимума сигнала.

УКАЗАТЕЛЬ ТЕРМИНОВ.

«А» — батарея 5071. — Анод 4018. — Анодная реактивная катушка 4027. — Анодная характеристика 4026. — Анодное напряжение 4020. — Анодный ток 4021. — Антенна 6002. — Антенны, удлинительная катушка 6028. — Атмосферное поглощение 1017. — Атмосферные помехи 1016.

Ба — батарея анода 5072. — Бн — батарея накала 5071. — Бс — батарея сетки 5073. — Биение 5016. — Блокировочный конденсатор 5057. — Боковые полосы частот или волн, 2009. — Боковые частоты 2010.

«В» — батарея 5072. — Ввод 6027. — Вещная антенна 6012. — Внутреннее сопротивление лампы 4025. — Внутренняя прово-

димост лампы 4024. — Воздушная сеть 6001. — Волна 1001. — Волна сигнала 1009. — Волновая антенна 6019. — Вынужденные колебания 5037. — Выпрямитель 5062. — Выпрямитель двухполупериодный 5064. — Выпрямитель полупериодный 5063.

Гармоника 5012. — Гетеродинный прием 3003. — Глубина модуляции 2033. — Г-образная антенна 6013. — Гомодинный прием 3005. — Градуировка радиопеленгатора 7002. — Громкоговоритель 3015. — Групповая частота 5007.

Двойная модуляция 2032. — Двуплоскостная антенна 6005. — Действующая высота антенны 6021. — Декреметр 5031. —

Детектор 3012. — Диод 4002. — Длина волны 1002. — Дуговой генератор 2021. — Дуплексная работа 2037.

Единица передачи 5052. — Емкостная связь 5026. — Емкость анода (C_a) 4030. — Емкость анод—катод ($C_{a,k}$) 4031. — Емкость катода (C_k) 4023. — Емкость сетка—анод ($C_{c,a}$) 4032. — Емкость сетка—катод ($C_{c,k}$) 4033. — Емкость сетки (C_c) 4029.

Заграждающий контур 5021. — Задающий генератор 2016. — Заземление (антенны) 6030. — Заземляющий провод 6031. — Замыкание 1020. — Замкнутая антенна 6007. — Засечка (при пеленговании) 7011. — Затухающие колебания 1007. — Затухающий ток 5035. — Звуковые частоты 5005. — Зонтичная антенна 6018.

Избирательность 3011. — Излучать 2003. — Излучение 2004. — Индуктивная связь 5025. — Интенсивность переносимой мощности 5051. — Искажение 5077. — Искажение фронта радиоволны 7003. — Искровой передатчик 2022. — Искровой передатчик с простой схемой 2023. — Исправленный радиопеленг 7009. — Истинный радиопеленг 7010.

Катод 4004. — Катушка связи 5029. — Качество (при радиовещании) 5075. — Килоцикл 5003. — Колебание 1001. — Колебательный контур 2015, 5014. — Колебательный ток 5013. — Конденсатор связи 5030. — Конденсаторная антенна 6003. — Конденсаторный микрофон 2030. — Контактный микрофон 2029. — Контрольный приемник 3002. — Коэффициент детектирования 3013. — Коэффициент детектирования сетки 4015. — Коэффициент детектирования электронной лампы 4039. — Коэффициент питания (многократной антенны) 6015. — Коэффициент полезного действия (сокращение: к п д) 6025. — Коэффициент связи 5023. — Коэффициент формы антенны 6023. — Коэффициент усиления 4022. — Крутизна характеристики 4023.

Ламповый вольтметр 5042. — Ламповый модулятор 2036. — Ламповый передатчик 2014. — Логарифмический декремент 5032. — Лучевая антенна 6003.

Магнитный модулятор (ферромагнитный модулятор) 2035. — Машина высокой частоты (сокращение: м. в. ч.) 2019. — Машинный передатчик 2018. — Мегацикл 5004. — Мешающее действие 3016. — Микрофон 2023. — Многократная антенна 6014. — Множитель затухания 5033. — Модулированные ключом незатухающие колебания 1005. — Модулированные незатухающие колебания 1004. — Модулятор 2034. — Модуляция 2031. — Момент тока антенны 6022. — Мощный усилитель 5047.

Нагрузочный регулятор м. в. ч. 2020. — Направленная антенна 6010. — Направляющая антенна 6009. — Напряжение накала 4006. — Напряженность поля 1011. — Напряженность радиопомех 1012. — Настройка

3009. — Незатухающие колебания 1003. — Непосредственная (прямая) связь 1024. — Несущая волна 1010. — Несущая частота 2006. — Несущий ток 2005. — Неустойчивость частоты 1021. — Нить накала 4005.

Обратный ток сетки 4012. — Односторонняя антенна 6004. — Односторонний радиопеленгатор 7004. — Основная длина волны 5011. — Основная частота 5010. — Отношение сигнал—помеха 1013.

Передача одной боковой полосы 2011а. — Передача одной боковой частотой 2011. — Переменный ток 5034. — Пластина 4019. — Плоская антенна 6011. — Полная внутренняя выходная проводимость 4036. — Полная входная проводимость 4038. — Полное входное сопротивление 4037. — Полное выходное внутреннее сопротивление 4035. — Полоса передачи частот 2012. — Полоса частот 2003. — Полосовой фильтр 5061. — Помехи 1014. — Постоянный ток 5039. — Потенциал сетки 4010. — Потенциометр 5070. — Потеря при радиопередаче 1018. — Предохранитель 5074. — Прерывистые незатухающие колебания 1006. — Приемная радиостанция (приемное устройство) 3001. — Проводимость сетки 4013. — Промежуточная частота 3007. — Промежуточный контур 2017. — Пропускающий конденсатор 5056. — Пропускающий контур 5020. — Простая намотка 5055. — Противовес 6021. — Пульсирующий ток 5038.

Равносигнальная зона 7007. — Равносигнальный радиомаяк 7006. — Радиовещание 2002. — Радиомаяк 7005. — Радиопеленг 7003. — Радиопеленгатор 7001. — Радиопередатчик 2013. — Радиосвязь 2001. — Радиосеть 6002. — Радиочастоты 5006. — Разрядник 2024. — Рассеяние (волн) 1019. — Реактивная катушка 5054. — Регенеративный прием 3004. — Регенерация 5049. — Резонанс напряжения 5018. — Резонанс токов 5019. — Резонансный трансформатор 5066. — Реле 5048. — Реостат 5069. — Рефлексная схема (схема двойного действия) 3008.

«С» — батарея 5073. — Связь 5022. — Связь посредством сопротивления (гальваническая связь) 5027. — Сетка 4009. — Сеточная характеристика 4014. — Сеточный конденсатор 4016. — Сигнал 1003. — Собственная частота (антенны) 6026. — Собственная частота (контра) 5008. — Собственные колебания 5036. — Сопротивление антенны 6020. — Сопротивление излучения 6024. — Сопротивление последовательное (сопротивление питания) 6016. — Статическая емкость (С) 4031. — Статические помехи 1015. — Супергетеродинный прием 3006.

Телефон 3014. — Тепловой амперметр 5040. — Термопарный амперметр 5041. — Термоэлектронный 4044. — Т-образная антенна 6017. — Ток накала 4007. — Ток насыщения 4042. — Ток сетки 4011. — Трансформатор высокой частоты (сокращение: Тр. в. ч.) 5067. — Трансформатор звуковой частоты (сокращение: Тр. зв. ч.) 5068. — Трансформатор частоты 2026. — Триод 4003.

Ударное возбуждение 2025. — Удлинительная катушка 5053, 6028. — Умножитель частоты 2027. — Управляющий электрод 4008. — Уравнитель затухания 5050. — Уравнительная катушка заземления 6032. — Уравнительный конденсатор 7012. — Усиление мощности (в усилителе) 5046. — Усиление напряжения (в усилителе) 5044. — Усиление тока (в усилителе) 5045. — Усилитель 5043. — Устранение несущей волны 2007. — Устройство связи 5028. — Утечка сетки 4017.

Фильтр 5056. — Фильтр, высокой частоты 5060. — Фильтр, низкой частоты 5059.

Характеристика (эмиссия) 4043. — Характеристика лампы (e_c, i_a) 4040. — Характеристика анода 4026. — Характеристика сетки 4014.

Цикл 5001. — Цилиндрическая антенна 6003.

Частота 5002. — Частота биений 5017. — Частотная характеристика качества радиопередачи 5076. — Частотомер 5009. — Чувствительность 3010.

Явление биения 5015.

Электронная лампа 4001. — Электронная эмиссия 4041. — Электронный выпрямитель (кенотрон) 5065.

Из текущей литературы

Счетчик Гейгера представляет собой металлическую коробку, дно которой сделано из изолятора; сквозь него проходит металлическая игла, обыкновенно, из стали или платины, соединенная вне ящика с землею, через достаточно большое сопротивление R , и с достаточно чувствительным электрометром. В стенке ящика, против острия иглы проделано отверстие. Генератор постоянного напряжения на 2.000 вольт включается между ящиком (+) и иглой (—). Прибор служит для регистрации α —или β —частиц; каждая такая частица, влетевшая в коробку, вызывает кратковременную ионизацию; образуется около 10^7 — 10^9 ионов; игла заряжается (+), что и указывается электрометром. Затем немедленно ионизация прекращается, игла разряжается через R и прибор готов к регистрации следующей частицы. Все это происходит так быстро, что легко возможна (автоматическая) регистрация 10 частиц в секунду. Счетчик Г. имеет очень важное применение при решении многих основных вопросов физики помощью наблюдения индивидуально-атомических процессов. Он имеет некоторое сходство с кристаллическим детектором, применяемым в радио (большая разность в поверхностных электродах, производящая большой местный градиент поля у острия, участие металлов, слабое свечение) при большом различии (малость расстояния между электродами в детекторе, возможность его работы без постоянного напряжения, отсутствие реакции на α —и β —лучи). Оба прибора сходны еще и тем, что действие их обоих довольно загадочно. Для разрешения нашей загадки—о детекторе—небесполезно посмотреть, какие мысли применяются различными наблюдателями,

пытающимися объяснить действие счетчика. Недавно д-р Куртис (Scientif. Monthly, Nov. 1928) из Bureau of Standards USA высказал мнение, что счетчик Г. действует, если игла обладает свойством катализатора; ему удалось получить счетчик, даже с медной иглой, если она покрыта каталитическим слоем; все „яды“ для катализаторов, как пары ртути, сероводород, SO_2 , введенные в счетчик, моментально (в течение доли секунды) делают его неработающим; если игла не обработана в каталитическом смысле, счетчик не считает, но дает нечто вроде короткого замыкания. Чувствительность счетчика Г. к каталитическому состоянию такова, что может быть использована для контроля при заводском изготовлении катализаторов. При объяснении роли каталитического состояния Куртис пользуется выводами Дэвиссона, показавшего, что газ, адсорбированный к металлу, становится твердой фазой, т.-е. приобретает решетчатое строение; это облегчает выход электронов из металла в газовой слой. Дальнейшее выбивание их, в окружающий газ, производится +ионами, ударяющимися о газовый слой, нагревающими его, „размягчающими“ и разрушающими его решетку. Моментальное прекращение ионизации объясняется именно тем „выводом из строя“ всего количества газа, лежащего на активной части (вершине) острия. Его структура должна возобновиться к моменту подхода следующей α —частицы. Используемое Куртисом свойство каталитического слоя находится в соответствии с другою мыслью: потенциал ионизации газа понижается, если этот газ находится в состоянии адсорбции. Куртис подтверждает мнение некоторых авторов, что счет-

чик Г. действует и в том случае, если игла +, а коробка —; при этом однако опыты не дают никаких указаний на необходимость каталитического состояния; „яды“ не действуют. Возможно, что в этом случае те немногие электроны, которые производятся самою частицею, получив достаточную скорость в поле большего градиента у острия, являются достаточными для появления (лавинообразного) всей ионизации в 10^7 — 10^8 ионов, необходимой для отсчета на электрометре. Все это дает поводы к некоторым новым подходам к детектору, к новым методам исследования его действия.

Искусственные пьезоэлектрические пластинки. — Исследования пьезоэлектрических свойств кристаллов кварца показало, что даже самые лучшие образцы их часто обладают пьезоэлектрической неоднородностью, вследствие неправильной ориентировки внутри кристалла мельчайших кристаллических элементов. Возникает мысль об изготовлении искусственных пьезоэлектрических пластинок свободных от этого недостатка. Доктор А. Meissner в «Zeitschrift für Technische Physik» № 11, стр. 430, 1928, описывает предложенный им способ изготовления таких пластинок из тонкого порошка кварца, взвешенного в твердых изолирующих веществах.

При достаточном размельчении кварца мы конечно можем получить крупинки его настолько малыми, что об их неоднородности не может быть и речи — остается только ориентировать их по пьезоэлектрическим осям и закрепить в таком положении. Д-р А. Мейсснер пользуется для этого пирозлектрическими свойствами кварца. Он расплавленный и перегретый диэлектрик — асфальт, парафин, канифоль, канадский бальзам, сургуч, серу и др. смешивает с порошком кварца. Заряды получившиеся при этом нейтрализуются

при перемешивании — и потому при охлаждении смеси должны вновь появиться с обратным знаком. Если смесь охлаждать в сильном электрическом поле, то пирозлектрические заряды успеют ориентировать частички до момента затвердевания и удержат их в порядке во время этого процесса. После снятия электрического поля отвердевшая смесь будет сохранять некоторую объемную поляризацию и обладать весьма резко выраженными пьезоэлектрическими свойствами. Температура необходимая для образования пирозлектрических зарядов называется „формирующей“ температурой, а поле „формирующим“ полем. От правильного подбора их зависит качество получающихся пластинок. Формирующее поле обычно бывало 1.000 — 3.000 в на 1 — 3 мм, а температура зависит от материала.

Пьезоэлектрический коэффициент изготовленных таким образом пластинок во много раз (50 — 70) превосходит коэффициент кварцевых кристаллов, из которых был получен порошок. Что касается до поляризации, то пьезоэлектрический момент полученных пластинок постепенно убывает со скоростью, зависящей от качества диэлектрика.

Пьезоэлектрическое качество пластинок характеризуется всего лучше временем необходимым для того, чтобы их момент ослабить на $1/2$. — Оно для „электрита“ равно 6 месяцам, для шеллака около 4, а для серы и канифоли всего несколькими днями. Прикладыванием стационарного поля можно предотвратить это ослабление и сохранять первоначальные свойства пластинки неограниченно долго.

Искусственные пьезоэлектрические пластинки получили применение для изготовления пьезоэлектрических микрофонов. Для целей стабилизации они не годятся, так как их эластичность не достаточна, а затухание слишком велико.

Б. О.

Свободные электроны и ферромагнетизм. — Опыты Я. Г. Дорфмана и Р. И. Януса (Ж. Р. Ф. — Х. О. ч. физ. 60, вып. 6, стр. 519 — 531) имеют целью ответить на вопрос, что является „элементарным магнитиком“ в теле, подобном железу, молекула ¹⁾ или свободный электрон. Существует несколько оснований для предположения именно второго решения, из которых простейшее заключается в том, что все ферромагн. тела суть проводники, т.-е. имеют в себе свободные электроны. Конечно, при этом следует предполагать, что электрон обладает некоторым магнитным моментом наряду со своим эл. зарядом. К решению поставленного вопроса, касающегося столь глубоко-внутренней стороны явлений, авторы подходят косвенным путем: ферромагнитные тела обнаруживают резкое изменение теплоемкости при температуре Кюри; это — та температура, при которой элемент. магнетики перестают взаимодействовать ²⁾, при которой исчезает, если идти от низших температур, внутренняя энергия, равная потенциальной энергии этого взаимодействия, исчезает и соотв. добавочная теплоемкость; с другой же стороны, существует зависимость между термоэдс (ее 2-й производной) и теплоемкостями металлов, образующих эту эдс; скачкообразное изменение этой величины укажет на скачок в теплоемкостях, при чем, если один металл взят немагнитным, то этот скачок д. б. отнесен всецело ко второму металлу. Авторы брали *Pt* и *Ni* и получили указанный скачок при темп. ок. 360° Ц.

Теперь все дело в том, что упомянутая зависимость получается в предположении одинаковости при-

роды носителей тепла и электричества, и сообразно этому участвующая в ней теплоемкость есть теплоемкость свободных электронов. Если опыты подтверждают зависимость, то они подтверждают ее основание, а следовательно и то, что электроны определяют ферромагнитные свойства, т. к. их теплоемкость испытывает скачок. Сравнивая, далее, полученный скачок со скачком теплоемкости, наблюдаемым другими авторами чисто калориметрическим путем, и установив, что оба оказываются равными, авторы приходят к заключению, что свободные электроны суть единственные носители ферром. свойств, по крайней мере в том теле, которое было изучено ими, т.-е. никеле, что $+ионы$ не участвуют в этих свойствах. Кроме этого получается заключение относительно числа свободных электронов, приходящихся на каждый атом; это число, до сих пор еще противоречиво определяемое в науке, оказывается единицею. Деликатные опыты авторов, произведенные в Физ. Техн. Лаборатории в Ленинграде, приводят, следовательно, к тому неожиданному, для неподготовленного, заключению, что элементарные магнетики суть свободные электроны. Осторожность требует добавить, как отмечают и авторы, что полное доказательство этого еще впереди: должны быть исследованы другие ферромагнитные металлы и проверены многочисленные следствия, вытекающие из нового положения; эти следствия сами напрашиваются в виду большой роли, приписываемой свободным электронам в различных явлениях (фотоэффект, термоионная эмиссия); кроме того в вышеизложенном косвенном выводе его заключается возможная неверность: авторами предполагается, что число свободных электронов (диссоциация) не изменяется с температурой.

¹⁾ Т.-е. электрон ее, вращающийся по своей орбите.

²⁾ Взаимодействие разрушается тепловым движением.

Исследование действия зеркальных антенн. — G. Gresky в Jahrb. d. dr. Tel. Bd. 32, N. 5 (1928 г.) рассматривает работу цилиндрическо-параболических и плоских зеркальных антенн для коротких волн в зависимости от конструктивных размеров зеркала. В качестве характерных для действия радиозеркала величин были приняты три: 1) острота направленного действия зеркала; 2) обратное излучение зеркала (излучение вне главного пика по сравнению с этим пиком); 3) усиление, т.-е. отношение максимальной энергии передатчика при наличии зеркала к максимальной энергии без него.

Определялось наивыгоднейшее фокусное расстояние для параболического зеркала и наивыгоднейшее расстояние зеркала от вибратора, возбуждающего его, в случае плоского зеркала. В радиозеркале нельзя пренебрегать непосредственным действием самого источника на приемном пункте, как это делается в оптике. Отсюда происходит влияние сдвига фаз между резонатором и вибратором, что в свою очередь накладывает условие на форму зеркала и на его фокусное расстояние.

Этим вопросом занимался в Н.-Новгороде В. В. Татаринov. (ТиТбп № 32, 534, 1925 и № 37, 298, 1926; также Jahrb. d. dr. Tel. Bd. 25, S. 12, 1925), который экспериментально определил эту разность аз, и получил таким образом возможность найти наивыгоднейшее положение вибратора относительно зеркала. При этом им было установлено, что наивыгоднейшая форма зеркала отличается от параболы.

Исходя из всего этого материала, а также из результатов своих экспериментов, которые вполне подтверждают цифры Татаринова: $0,285\lambda$ для фокусного расстояния параболического зеркала и $0,20\lambda$ для плоского зеркала, автор находит наивыгоднейшее положение вибратора

относительно зеркала. Цифра $0,285\lambda$ была Татаринovым получена для зеркала, несколько отличающегося от параболы. Для параболического зеркала Gresky получил $0,27\lambda$. Установив таким образом фокусное расстояние, автор рассматривает влияние след. элементов зеркала: а) длины отдельных проводов, из которых состоит зеркало, б) расстояния между двумя ближайшими проводами и в) степени развития зеркала.

Опыт показал, что для обоих родов зеркал следует различать 2 типа: настроенные и ненастроенные зеркала. Настроенное зеркало есть такое, длина проводов которого приближается к половине длины волны, а расстояние между ними настолько велико, что соседние провода не влияют друг на друга. Действие его имеет резонансный характер.

Ненастроенное зеркало — такое, расстояние между отдельными проводами которого настолько мало и длина проводов настолько велика, что связь между соседними проводами дает себя сильно чувствовать, и резонанс уже не существует.

Настроенные зеркала по своему действию несколько хуже ненастроенных; последние приближаются к работе оптических зеркал. Качество ненастроенного зеркала повышается с увеличением длины его проводов и с уменьшением расстояния между ними.

Во всех случаях максимум усиливающего действия совпадает с оптимумом остроты характеристики и минимумом обратного излучения.

Все эксперименты производились при волне $\lambda = 298$ см.

Работа содержит большое количество весьма интересных графиков.

А. С.

Магнитострикционный генератор. — В январском номере журнала „Proceedings of the Institute of Radio Engineers“ S. Pierce описывает вновь открытый метод стабилизации

и возбуждения электрических колебаний при помощи магнитострикции. Метод заключается в том, что колеблющийся, под влиянием магнитострикции, резонансными продольными механическими колебаниями металлический стержень управляет, возбуждающими его, электрическими колебаниями контура. Схема такого генератора состоит в следующем: в анодной и сеточной цепях имеются катушки, оси которых служат продолжением друг другу; внутри обеих катушек помещен, с достаточным зазором, общий сердечник из магнитострикционного материала, укрепленный своею серединою между катушками, на суппорте.

Колебательный процесс происходит следующим образом. Явление магнитострикции, как известно, заключается в том, что под влиянием изменения намагничения тело меняет свою форму (в данном случае стержень изменяет свою длину) и, наоборот, при изменении формы тела будет меняться состояние его намагничения. При медленных изменениях эффект очень мал, так как ему противодействуют внутренние упругие силы тела. Но коль скоро частота изменений совпадает с частотой естественных механических колебаний тела, действие увеличивается в сотни раз, так как амплитуда ограничивается только вязкостью тела.

Поэтому в контуре, период которого более или менее близок к резонансу с механическими колебаниями помещенного в нем стержня, всякое случайное изменение тока в анодной катушке вызовет механическую деформацию стержня. Эта деформация, распространяясь вдоль стержня, вызывает изменение магнитного состояния конца стержня, помещенного в сеточной катушке, и, следовательно, вызовет в ней некоторую эдс, которая, действуя на сетку лампы, произведет большее изменение анодного тока. Про-

цесс будет повторяться, и в контуре установятся колебания, частота которых определяется частотой механических колебаний стержня.

При этом нужно отметить, что для более низких частот желательно, чтобы электрический контур не мог колебаться без стержня, и в смысле стабилизации более выгодна такая обмотка катушек, чтобы постоянный анодный и постоянный сеточный токи намагничивали сердечник в одном и том же направлении. Это означает, что направление витков катушек, относительно друг друга, противоположно тому, которое существует в обычных ламповых генераторах. При более высоких частотах выгоднее, чтобы контур мог колебаться сам по себе, а стержень служил бы только для стабилизации колебаний.

Наличие колебаний обнаруживается по звуку, издаваемому стержнем, если колебания находятся в области слышимых частот; при более же высоких частотах индикатором служит анодный миллиамперметр, который при существовании колебаний увеличивает свои показания от полутора до двух раз.

Материалом для магнитострикционных стержней обычно служат магнитные металлы и их сплавы. Никкель является очень хорошим вибратором, в то время как железо почти неприменимо благодаря его незначительному магнитострикционному действию. Сплавы никкеля и железа в определенных соотношениях, особенно при 36% никкеля и 64% железа, являются хорошими вибраторами, а также сплавы хрома, никкеля и железа; особенно выгоден нихром, как наиболее доступный материал. Сплав меди и никкеля, в частности Монель-металл, является весьма мощным вибратором. Отжиг сильно увеличивает магнитострикционные свойства стержней.

Все вибраторы должны быть магнитно поляризованы. У некоторых для этого достаточно их оста-

точного магнетизма, а у других, как например, у монель металла, приходится прибегать к вспомогательным средствам; обычно для этого достаточно поместить вблизи вибратора постоянный подковообразный магнит.

Получаемые при помощи таких магнитострикционных генераторов колебания имеют диапазон от нескольких сотен до 300.000 периодов в секунду. Свыше этого предела колебания, хотя и могут существовать вплоть до двух миллионов периодов в секунду, но становятся очень слабыми; так например: при 1,5 миллиона колебания обнаруживаются только по щелчку в телефоне, включенном в анодную цепь генератора, при прохождении контура через резонанс с колебаниями стержней.

Сравнивая магнитострикционный и кварцевый генераторы, автор находит, что особенно ценно применение магнитострикционных генераторов в области до 25.000 периодов, где кварцевые пластинки, благодаря большой стоимости и трудности их получения, почти не применимы. В диапазоне от 25.000 до 300.000 периодов в секунду оба они имеют одинаковое применение.

В отношении же постоянства частоты магнитострикционный генератор, имея преимущества пред кварцевым генератором в смысле независимости от ламп и их параметров, уступает последнему по своей зависимости от температурных измене-

ний. В связи с этим автор приводит способы изготовления сложных вибраторов, обладающих нулевым температурным коэффициентом частоты, из двух металлов с противоположными коэффициентами. Такие вибраторы или могут быть выполнены в виде трубки из одного металла с тесно вставленным в нее сердечником из другого металла (так называемый концентрически-сложный тип вибраторов), или же в виде стержня из трех частей, при чем средняя состоит из одного металла, а две крайние, припаянные к его концам — из другого. Этот тип называется продольно-сложным.

Автор приводит данные относительно скорости звука в металлах, связывая таким образом частоту стержня с его геометрическими размерами. Для нихрома 4.981 метр в секунду.

Автор описывает оригинальный метод градуировки стержней с частотой порядка 1.000 периодов при помощи синхронных моторных часов, приводимых в движение током от магнитострикционного генератора. Сравнивая ход этих моторных часов со стандартными астрономическими, определяли абсолютную частоту колебаний стержней. Кроме того автор дает обзор различных применений магнитострикционных генераторов, как например, для градуировки волномеров, частотомеров, а также в работах по определению скорости звука в различных материалах.

БИБЛИОГРАФИЯ

Г. Баркгаузен „Катодные лампы“. Том второй, передатчики. Изд. МВТУ. Перевод с немецкого А. Л. Плинатус под редакцией Б. А. Введенского. 141 стр. + 5 стр. фот. Цена 1 р. 80 коп.

Вряд ли найдется кто-нибудь, кончивший „по радио“, особенно года два тому назад, кто не знал бы этой книжки на немецком яз. Думается, мы не ошибемся, если скажем, что она пользуется наибольшей популярностью среди наших радиотехников. Русский перевод ее явился как нельзя более своевременно, облегчив пользование этой классической работой. Перевод выполнен прекрасно: педантично следуя автору, переводчикам удалось сохранить весь „дух“ немецкой книжки и одновременно изложить материал хорошим русским

языком. Читая эту работу, не чувствуем разницы между оригиналом и переводом.

Книжка Баркгаузена характерна тем, что при первом взгляде на нее легко может показаться, что это чуть ли не популярная книжка: „формул почти нет, одни только рассуждения“. Кажется, что ее можно „одолеть“ чуть не в один вечер. Однако, с первых же строк книжка заставляет задумываться.

Она заставляет прорабатывать предлагаемый материал, а иначе сейчас же теряется смысл. Наличие точного и ясного математического языка чувствуется все время, несмотря на некоторую скупость в обычных математических записях.

Это — книжка, которую можно только рекомендовать.

А. С.

К авторам „ТиТбп“

Ввиду ограниченного количества бумаги, отпущенного на издание журнала „ТиТбп“ за 1929 г., редакция уведомляет авторов, что отдельные оттиски статей, помещенных в журнале „ТиТбп“, будут изготавливаться лишь в случае крайней необходимости для авторов, по предварительному их заявлению в редакцию (Ленинград, ул. Желябова, 9, Электросвязь). Число оттисков будет во всяком случае весьма ограничено (не больше 25). Авторы должны будут, как это делалось и раньше, оплачивать изготовленные для них оттиски, по их себе стоимости, из своего гонора.

Ответственный редактор: В. И. Романовский.

Редакторы: В. К. Лебединский, М. А. Мошкович, А. А. Петровский.

ОТКРЫТА ПОДПИСКА НА 1929 ГОД НА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ „ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК“,

издаваемый Электротехнической и Теплотехнической секциями
Всеукраинской Ассоциации Инженеров (ВУКАИ)

ЖУРНАЛ ЯВЛЯЕТСЯ ДАЛЬНЕЙШИМ РАЗВИТИЕМ „ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ВЕСТНИКА“, ВСТУПАЮЩЕГО В 4-Й ГОД ИЗДАНИЯ, С РАСШИРЕННОЙ ПРОГРАММОЙ И ОБЪЕМОМ

СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА: ОРИГИНАЛЬНЫЕ И ПЕРЕВОДНЫЕ СТАТЬИ ИЗ ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОСИЛОВОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭЛЕКТРО-И ТЕПЛОТЕХНИКИ; ЗАМЕТКИ ОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК; СПРАВОЧНЫЕ ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ДР. ПРАКТИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ; ОБЗОР ЕВРОПЕЙСКОЙ И АМЕРИКАНСКОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ; ХРОНИКА; ПОЧТОВЫЙ ЯЩИК

ЖУРНАЛ ВЫХОДИТ С ЯНВАРЯ 1929 Г., В КОЛИЧЕСТВЕ 6 НОМЕРОВ В ГОД, В РАСШИРЕННОМ ОБЪЕМЕ ДО 3-Х ПЕЧАТНЫХ ЛИСТОВ В НОМЕРЕ

ПОДПИСНАЯ ПЛАТА С ПЕРЕСЫЛКОЙ И ДОСТАВКОЙ — 4 РУБ.

ЦЕНА ОТДЕЛЬНОГО НОМЕРА В ПРОДАЖЕ — 75 к.

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ

В конторе журнала: Харьков, Провиантский пер., № 3, ВУКАИ. Тел. 24-52.

УПОЛНОМОЧЕННЫЙ ПО СБОРУ ОБЪЯВЛЕНИЙ ЗА ГРАНИЦЕЙ

E. Murawkin, Berlin, NW 6, Marienstrasse, 30

ИМЕЮТСЯ КОМПЛЕКТЫ ЖУРНАЛА „ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК“ ЗА 26, 27 и 28 ГГ.

ИЗДАТЕЛЬ — ВУКАИ

Отв. редактор инж. Л. Гейлер

1 р. 25 к.

