

Р. С. Ф. С. Р.



№ 14. ИЮНЬ 1922.

Издание Нижегородской Радиолaborатории Н. К. П. и Т.

Печатается при Нижегородской Радиолaborатории.

## СОДЕРЖАНИЕ.

|                                                                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Графический расчет радиосети. <i>М. В. Шулейкина и А. Л. Минц</i>                                                                                    | 354 |
| Детектор-генератор; детектор-усилитель. <i>Олега Лосева</i>                                                                                          | 374 |
| Определение местоположения при помощи радио. <i>А. А. Петровского</i>                                                                                | 387 |
| Сравнительный экономический расчет различных систем радиостанций и проволочного телеграфа на дальность действия в 1000—3000 клм. <i>А. Ф. Шорина</i> | 398 |
| Машина большой частоты и ее развитие в России. <i>Вал. Вологдина</i>                                                                                 | 430 |
| Об излучении антенны. <i>Д. А. Рожанского</i>                                                                                                        | 436 |
| Отчет о докладе гр. Арко: „Быстрая передача радиосигналов“.                                                                                          |     |
| <i>С. Зейлигера</i>                                                                                                                                  | 446 |
| Северное сияние и влияние его на радиотелеграф. <i>Н. Р. Дождикова</i>                                                                               | 451 |
| Библиография                                                                                                                                         | 456 |
| Из иностранной литературы                                                                                                                            | 459 |
| Хроника; из жизни Нижегородской радиолaborатории                                                                                                     | 461 |
| Опечатки                                                                                                                                             | 466 |

## Графический расчет радиосети.

М. В. Шулейкина и А. Л. Минц<sup>1)</sup>.

§ 1. Вообразим себе радиосеть в виде прямолинейного заземленного проводника. Если в данный момент мы зафиксируем распределение тока и напряжения вдоль провода, то получим диаграмму, изображенную на черт. 1 (стр. 355). Ординаты  $i$  и  $v$  изобразят собой мгновенные значения тока и напряжения на расстоянии  $x$  от начала координат, а соответствующие им кривые — распределение тока и напряжения вдоль провода.

Распределение тока и напряжения выразится аналитически следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} i &= I \sin m (l - x) \\ v &= V \cos m (l - x) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где  $m = \frac{2\pi}{\lambda}$ .

Для случая прямолинейного провода  $ml = \frac{2\pi}{\lambda} l = \frac{\pi}{2}$ , так как  $\lambda = 4l$ , и

$$\left. \begin{aligned} i &= I \cos m x \\ v &= V \sin m x \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

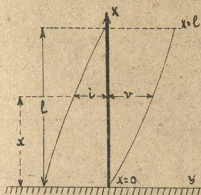
Связь между  $I$  и  $V$  определится из соотношения:

$$C V^2 = L I^2,$$

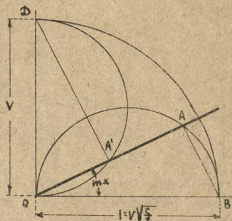
<sup>1)</sup> Доложено на заседании ГОРИ 25 октября 1921 года.



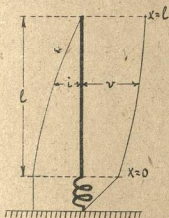
К статье проф. М. А. Углицкого и А. А. Мухоморова.



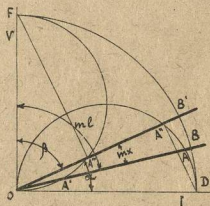
черт. 1.



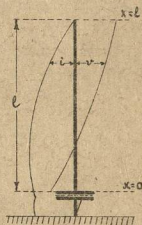
черт. 2.



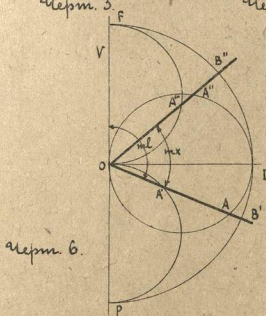
черт. 3.



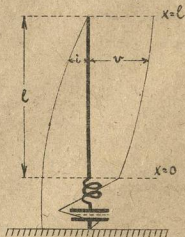
черт. 4.



черт. 5.



черт. 6.



черт. 7.



откуда

$$v = I \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad (3)$$

где  $L$  и  $C$  — самоиндукция и емкость прямолинейного провода.

Для того, чтобы графически найти распределения  $i$  и  $v$  по проводу, строим (черт. 2) две окружности на взаимно перпендикулярных осях с диаметрами  $V$  и  $I = V \sqrt{\frac{C}{L}}$ ; тогда любой радиус-вектор, проведенный под углом  $mx$  к оси  $OB$ , отсечет на круге  $OAB$  отрезок  $OA$  и на круге  $OA^1D$  отрезок  $OA^1$ . Нетрудно видеть, что

$$p \cdot OA = I \cos mx,$$

$$q \cdot OA^1 = V \sin mx,$$

где  $p$  и  $q$  — масштабы тока и напряжения, взятые на нашем чертеже. Таким образом  $OAB$  есть круг токов, а  $OA^1D$  круг напряжений. Чтобы построить распределение  $v$  и  $i$ , указанное на черт. 1, проводим круг  $OBD$ , который градуируем на доли  $\pi$ , или против соответствующего деления пишем пропорциональную ему длину, определяя ее из выражения:

$$mx = a\pi \text{ или } \frac{2\pi}{\lambda} x = a\pi;$$

отсюда

$$x = \frac{a\lambda}{2}.$$

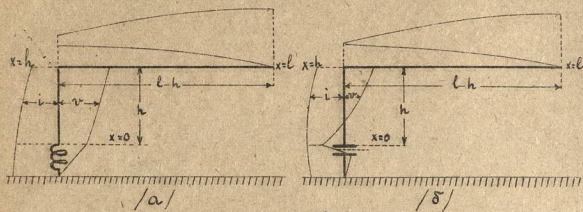
§ 2. Пусть нам задана сеть (черт. 3), волна которой удлиняется катушкой самоиндукции, включенной в пучность тока. В этом случае при  $x = 0$  напряжение не будет равно нулю, как в случае провода, колеблющегося собственной длиной волны, но будет равно

$$q \cdot OA^1 = v_c$$

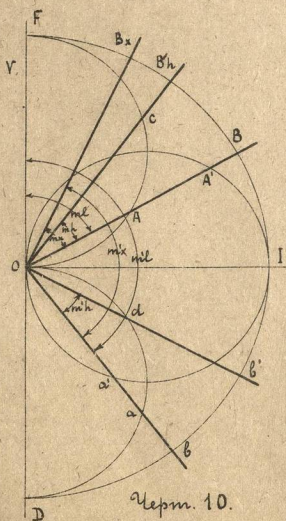
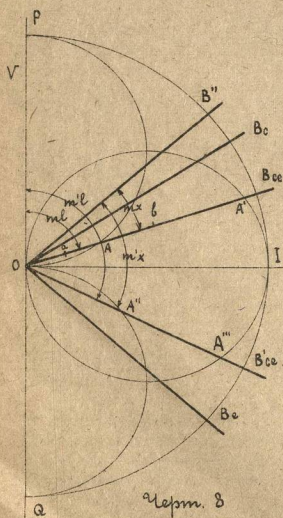
(черт. 4), т. е. равно эдс самоиндукции удлинительной катушки,  $v_c = 2\pi c L I$ , причем положение радиуса-вектора  $OB$  определится величиной коэффициента самоиндукции  $L$  катушки, включенной в пучность тока, или, что то же самое, длиной рабочей волны  $\lambda$  или углом  $ml$ . Любой радиус-вектор, проведенный под углом  $mx$  к  $OB$  отсечет на круге тока отрезки, характеризующие по величине силу тока  $i$  и напряжение  $v$  на данном расстоянии  $x$  от пучности, равном:



К севастопольскому профессору А. А. Мухоморову и А. А. Мухоморову.



Черт. 9.



откуда

$$V = I \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad (3)$$

где  $L$  и  $C$ —самоиндукция и емкость прямолинейного провода.

Для того, чтобы графически найти распределения  $i$  и  $v$  по проводу, строим (черт. 2) две окружности на взаимно перпендикулярных осях с диаметрами  $V$  и  $I = V \sqrt{\frac{C}{L}}$ ; тогда любой радиус-вектор, проведенный под углом  $mx$  к оси  $OB$ , отсекает на круге  $OAB$  отрезок  $OA$  и на круге  $OA^1D$  отрезок  $OA^1$ . Нетрудно видеть, что

$$p \cdot OA = I \cos mx,$$

$$q \cdot OA^1 = V \sin mx,$$

где  $p$  и  $q$  — масштабы тока и напряжения, взятые на нашем чертеже. Таким образом  $OAB$  есть круг токов, а  $OA^1D$  круг напряжений. Чтобы построить распределение  $v$  и  $i$ , указанное на черт. 1, проводим круг  $OBD$ , который градуируем на доли  $\pi$ , или против соответствующего деления пишем пропорциональную ему длину, определяя ее из выражения:

$$mx = a\pi \text{ или } \frac{2\pi}{\lambda} x = a\pi;$$

отсюда

$$x = \frac{a\lambda}{2}.$$

§ 2. Пусть нам задана сеть (черт. 3), волна которой удлиняется катушкой самоиндукции, включенной в пучность тока. В этом случае при  $x = 0$  напряжение не будет равно нулю, как в случае провода, колеблющегося собственной длиной волны, но будет равно

$$q \cdot OA^1 = v_e$$

(черт. 4), т. е. равно эдс самоиндукции удлинительной катушки,  $v_e = 2\pi c L I$ , причём положение радиуса-вектора  $OB$  определится величиной коэффициента самоиндукции  $L$  катушки, включенной в пучность тока, или, что то же самое, длиной рабочей волны  $\lambda$  или углом  $ml$ . Любой радиус-вектор, проведенный под углом  $mx$  к  $OB$  отсекает на круге тока отрезки, характеризующие по величине силу тока  $i$  и напряжение  $v$  на данном расстоянии  $x$  от пучности. равно:

$$x = \frac{a\lambda}{2} \text{ (см. § 1).}$$

Таким образом, если нам задано напряжение в пучности  $V$ , постоянное при всех длинах волн, и рабочая длина волны  $\lambda$ , то мы строим круг напряжений  $v$  (на диаметре  $V$ ) и круг токов  $i$  (на диаметре  $I = V \sqrt{\frac{C}{L}}$ ). Затем находим  $ml = \frac{2\pi}{\lambda} l$  и строим  $OB$ . Далее  $p.OA$  дает силу тока в пучности и  $q.OA^1$  — напряжение при  $x=0$ .

Чтобы получить данную рабочую длину волны, необходимо включить катушку, самоиндукция  $L$  которой определится из соотношения

$$v_c = 2\pi c L I = \frac{2\pi}{T} L I = \frac{2\pi \cdot 3 \cdot 10^8}{\lambda_m} L I,$$

откуда

$$L = \frac{v_c \cdot \lambda_m}{2\pi \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot I} = \frac{\lambda_m}{2\pi \cdot 3 \cdot 10^8} \cdot \left(\frac{v_c}{I}\right) \text{ генри,}$$

или

$$L = \frac{10}{6\pi} \lambda_m \cdot \frac{v_c}{I} \text{ см} = 0,53 \lambda_m \frac{OA^1}{OA} \cdot \frac{q}{p} \text{ см.} \quad (4)$$

Из прямоугольных треугольников  $OA^{11}D$  и  $OA^{11}F$  имеем:

$$v = V \cos \beta = V \cos m(l - x),$$

$$i = I \cos \alpha = I \cos \left[ \frac{\pi}{2} - m(l - x) \right] = I \sin m(l - x),$$

т. е. наша диаграмма дает распределение  $i$  и  $v$  согласно выражениям (1). Передвигая радиус-вектор  $OB$ , мы будем определять при различных  $L$  и соответствующих  $\lambda$  силу тока в пучности  $I$  и  $v_c$  — напряжение на зажимах удлинительной катушки. Для любого положения  $OB$  получаем непосредственно из диаграммы:

$q.OA^1 = v_c$  вольт (напряжение на зажимах удлинительной катушки),

$p.OA = I$  ампер (силу тока в пучности),

$ml = \varphi$ ,



$$\lambda = \frac{2\pi}{\varphi} l \text{ (длину волны) и}$$

$$L = 0,53 \lambda^{\mu} \frac{q}{p} \cdot \frac{OA^1}{OA} \text{ см (коэфф. самоиндукции удлинит. катушки).}$$

Из того же чертежа 4 можем весьма легко найти коэффициент распределения тока в сети данной формы, а следовательно действующую высоту антенны.

Действительно, действующая высота равна:

$$h_0 = \frac{1}{l \sin ml} \int_0^l l \sin m(l-x) dx = l \frac{1 - \cos ml}{ml \cdot \sin ml}.$$

Отсюда коэффициент распределения тока определится равным:

$$\alpha = \frac{h_0}{l} = \frac{1 - \cos ml}{ml \cdot \sin ml}.$$

Положив радиус круга  $DB^1F$  равным 1, находим:  $1 - \cos ml = A^1B$ ;  $\sin ml = OA$ ;  $\varphi = ml$  получается из прямого отсчета с чертежа в долях  $\pi$ . В рассматриваемом случае  $\varphi$  меняется в пределах от 0 до  $\frac{\pi}{2}$ .

§ 3. При включении при  $x = 0$  емкости, узел напряжения будет смещаться в сторону положительных  $X^{os}$  ( $x > 0$ ) (черт. 5 стр. 355). Поэтому при  $x = 0$  мы будем иметь отрицательное напряжение  $v_e$ , что выразим на диаграмме (черт. 6) добавлением окружности  $OA^1P$ . Положение радиуса вектора  $OB^1$  определится величиной  $v_e$  или, что то же самое, емкостью, включенной при  $x = 0$ , или рабочей длиной волны, т. е. углом ( $ml$ ), который в данном случае может изменяться от  $\frac{\pi}{2}$  до  $\pi$ . Радиус-вектор  $OB^{11}$ , проведенный под углом  $mx$  к радиусу-вектору  $OB^1$ , отсечет на круге тока и напряжения отрезки  $pOA^{11} = i$  и  $qOA^{11} = v$ , соответственно данному  $x$ , определяемому, как и ранее, по углу  $mx$ . Если нам задано  $V$  на конце сети и емкость  $C$ , включенная при  $x = 0$ , то мы получим  $q.OA^1 = v_e$  — напряжение на зажимах конденсатора.

Далее

$$v_e = \frac{i|_{x=0}}{2\pi c C} = \frac{T|i|_{x=0}}{2\pi C} = \frac{\lambda^{\mu}|i|_{x=0}}{2\pi \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot C},$$

или

$$C = \frac{\lambda^{\mu}}{2\pi \cdot 3 \cdot 10^8} \cdot \frac{|i|_{x=0}}{v_e} \text{ фарад.}$$

Выражая емкость в сантиметрах, получим

$$C_{cm} = \frac{\lambda^M 3000}{2\pi} \cdot \frac{|i|_{x=0}}{v_e} = 477 \frac{\lambda^M |i|_{x=0}}{v_e} \text{ см.}$$

Отсюда включенная емкость равна

$$C_{cm} = \frac{\lambda^M 3000}{2\pi} \cdot \frac{OA}{OA^1} \cdot \frac{p}{q} = 477 \lambda^M \frac{OA}{OA^1} \cdot \frac{p}{q}.$$

Далее, зная  $ml = \varphi$ , находим длину волны  $\lambda = \frac{2\pi}{\varphi} l$ .

Величину емкости мы можем изменять от 0 до  $\infty$ , что соответствует замыканию конденсатора на коротко.

При  $C = \infty$ , имеем  $ml = \frac{\pi}{2}$ , т. е.  $\lambda = 4l$ .

При  $C = 0$ , имеем  $ml = \pi$ , т. е.  $\lambda = 2l$ .

Таким образом включение конденсатора укорачивает волну от  $\lambda_0 = 4l$ , т. е. естественной длины, до  $\lambda_1 = \frac{\lambda_0}{2}$ .

Как и в случае § 2, описанный нами способ позволяет непосредственно из чертежа найти величины, определяющие коэффициент распределения тока в антенне, а следовательно и ее действующую высоту.

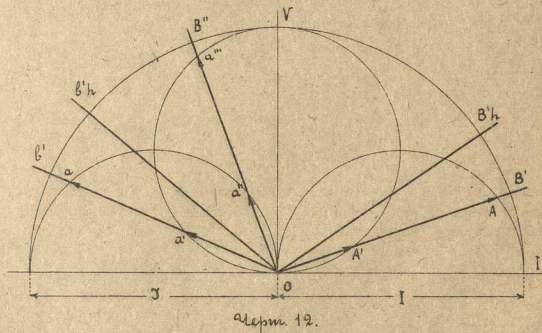
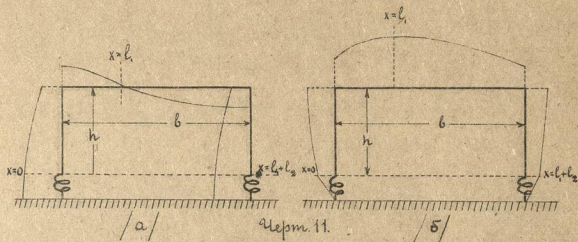
Действительно, в случае, если у нас при  $x=0$  включен конденсатор, имеем (см. черт. 5), что сила тока в пучности, т. е. при  $m(l-x) = \frac{\pi}{2}$ , равна I. Действующая высота согласно определению будет равна:

$$h_0 = \frac{1}{I} \int_0^l I \sin m(l-x) dx = l \frac{1 - \cos ml}{ml} = l \frac{2 \sin^2 \frac{ml}{2}}{ml}.$$

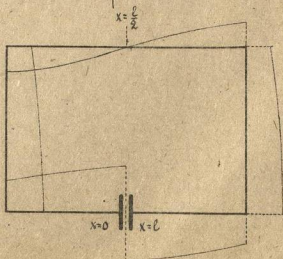
Откуда находим, что

$$\alpha = \frac{2 \sin^2 \frac{ml}{2}}{ml}. \quad (5)$$

К станок проф. М. А. Углицкого и А. А. Мухомова

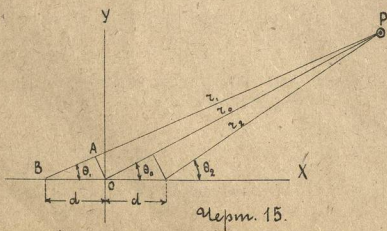
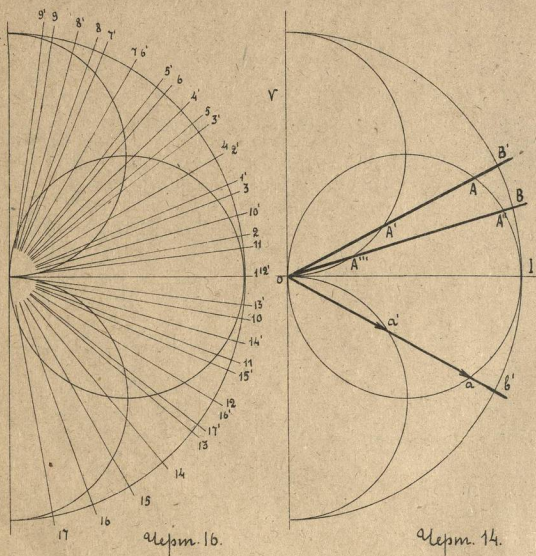


черт. 13.





К статье проф. ~~М.~~ А. Шулейкина и А. А. Милуца.



Следует указать, что удобно найти значение для коэффициента распределения тока не по формуле (5), а из равенства  $\alpha = \frac{1 - \cos ml}{\varphi}$ . В этом случае, как уже указывалось,  $ml$  изменяется в пределах от  $\frac{\pi}{2}$  до  $\pi$ , т. е.  $\cos ml = \cos \varphi$  имеет только отрицательные значения. Поэтому, обозначив абсолютную величину  $\cos \varphi$  через  $\eta$ , получим  $\alpha = \frac{1 + \eta}{\varphi}$ . Для нахождения  $\alpha$  проводим круг  $FB^1P$ , радиус которого  $= 1$ , тогда  $OA^1 = \eta$ . Знаменатель в долях  $\pi$  непосредственно снимается с чертежа.

§ 4. При последовательном включении при  $x = 0$  самоиндукции и емкости (черт. 7 стр. 355) мы имеем наложение двух случаев, изложенных в §§ 2 и 3.

В этом случае напряжение при  $x = 0$  будет равно

$$|v|_{x=0} = v_{ce} = v_c + v_e = |i|_{x=0} \left\{ \omega L - \frac{1}{\omega C} \right\},$$

где  $\omega = 2 \pi c$ .

Соответственно этому на черт. 8 строим вектор  $OB_{ce}$ , тогда

$$v_{ce} = q.OA \text{ и } |i|_{x=0} = p.OA^1.$$

Как и в § 3,

$$v_e = q.Oa = - \frac{|i|_{x=0}}{\omega C} = - \frac{p.OA^1}{\omega C}.$$

Отсюда

$$Oa = - \frac{p}{q} \cdot \frac{OA^1}{\omega C}.$$

Таким образом для каждой длины волны (или, что то же, для каждой  $\omega$ ) мы найдем задавшись емкостью  $C$ , напряжение  $v_e$ , а так как

$$v_{ce} = v_c + v_e$$

и  $v_e < 0$ , если  $v_c > 0$ , то найдем

$$v_c = v_{ce} - v_e = q(OA + Oa) = q.Ob,$$

$$L_{cm} = 0,53 \lambda_m \frac{OA + Ob}{OA^1} \cdot \frac{q}{p}.$$

Таким же образом, задавшись величиной самоиндукции  $L$ , находим

$$v_c = q \cdot Ob = \omega L |i|_{x=0} = \omega L p \cdot OA^1.$$

Отсюда

$$v_e = v_{ce} - v_c = q (OA - Ob)$$

и

$$C_{cm} = 477 \lambda_m \frac{OA^1}{OA - Ob} \cdot \frac{p}{q}.$$

Значения  $i$  и  $v$  при различных значениях  $x$  определяются вектором  $OB^{11}$ , направленным под углом ( $mx$ ) к  $OB_{ce}$ , причем при изменении  $mx$  от 0 до  $ml$  мы получим полную картину распределения тока и напряжения вдоль провода. При  $\omega L > \frac{1}{\omega C}$  имеем  $\lambda > \lambda_0$ ; угол  $\varphi$  определяется вектором  $OB_{ce}$  и изменяется от 0 до  $\frac{\pi}{2}$ . При  $\omega L = \frac{1}{\omega C}$  имеем  $\lambda = \lambda_0$ , угол  $\varphi = \frac{\pi}{2}$ , т. е. антенна будет колебаться при собственной длине волны.

При  $\omega L < \frac{1}{\omega C}$  имеем  $\lambda < \lambda_0$ , угол  $\varphi$  определяется вектором  $OB_{ce}^1$  и изменяется от  $\frac{\pi}{2}$  до  $\pi$ . В первом случае коэффициент распределения тока определяется также, как и в § 2, во втором случае  $\alpha = \frac{2}{\pi}$  и в третьем случае определение производится, как было указано в § 3.

В предельных случаях, при  $C = \infty$  [радиус-вектор  $OB_c$ ] имеем радиосеть, описанную в § 2. Понятно, что положение вектора  $OB_{ce}$  изменилось на  $OB_c$ , т. к. от замыкания конденсатора на коротко изменится длина волны, а следовательно и угол  $\varphi$ , который будет изменяться от 0 до  $\frac{\pi}{2}$ . При выключении катушки самоиндукции ( $L = 0$ ) вектор  $OB_{ce}$  сместится в нижний квадрант (см. черт. 8, стр. 356) и угол  $\varphi$  будет меняться от  $\frac{\pi}{2}$  до  $\pi$  (радиус-вектор  $OB_c$ ).

§ 5. В случае Г-образной сети (см. черт. 9 а и б), волна которой удлинена катушкой самоиндукции (а) или укорочена конденсатором (б), включенными при  $x = 0$ , получим диаграмму подобную черт. 8. Из нее, как и в §§ 2, 3 и 4, легко определяется распределение тока и



напряжения, (вектор  $OB_x$ , направленный под углом  $mx$  к  $OB$ , см. §§ 1, 2,) длина волны, емкость включенного конденсатора и самоиндукция удлинительной катушки (из отрезков векторов  $OB$  и  $Ob$ ). Однако, для определения коэффициента распределения тока нам необходимо ввести в диаграмму еще один радиус-вектор, определяющий величины тока и напряжения в точке  $x = h$ , где  $h$  есть длина вертикальной части  $\Gamma$ -образной сети.

Действительно, если вся длина  $\Gamma$ -образной сети будет  $l$ , то мы имеем

$$1) \text{ в случае (а) } \alpha = \frac{\cos m(l-h) - \cos ml}{mh \sin ml}$$

$$\text{и } 2) \text{ в случае (б) } \alpha = \frac{1}{mh} [\cos m(l-h) - \cos ml].$$

Обозначив, как и раньше,  $ml = \varphi$ , находим  $mh = \varphi^1 = \frac{2\pi}{\lambda} h$ ,

и обозначив  $kh = l$ , имеем  $\varphi^1 = \frac{\varphi}{k}$ .

Этот угол  $\varphi^1$  и дает направление радиуса вектора  $OB_h$ , определяющего значения тока и напряжения при  $x = h$  (см. черт. 10 стр. 356) в случае удлинения волны антенны.

Приняв круг  $DBF$  радиуса  $= 1$ , мы прямо с чертежа можем снять:  $\varphi^1 = mh$  в долях  $\pi$ .

$$OC = \cos m(l-h), OA = \cos ml \text{ и } OA^1 = \sin ml.$$

Если же при  $x = O$  включен конденсатор, то соответственно  $Ob$  определит значение тока и напряжения при  $x = O$ , а  $Ob^1$  те же значения при  $x = h$ . Угол  $bob^1 = mh$  определяется в долях  $\pi$ ;  $Od = \cos m(l-h)$ ,  $Oa = -\cos ml$  и  $Oa^1 = \sin ml$ . Таким образом, и в случае (а) и (б) все величины, входящие в  $\alpha$ , определяются прямо из чертежа.

§ 6. На черт. 12 стр 361 изображена диаграмма для расчета  $\Pi$ -образной сети (черт. 11).

В этом случае пучность напряжения и узел тока получаются при  $x = l_1$ .

В точках  $x = O$  (вектор  $OB^1$ ) и  $x = l_1 + l_2$  (вектор  $Ob^1$ ) напряжения будут равны  $v_{c_1} = 2\pi c L_1 l_1$  и  $v_{c_2} = 2\pi c L_2 l_2$ , откуда определяются величины  $L_2$  и  $L_1$ . Длина волны находится из выражения

1) М. В. Шулейкин. „Радиотехник“ № 14 стр. 404, форм. (5), 1921.

Этой формулой следует пользоваться только при удлинениях до  $\lambda \leq 2,5 \lambda^0$ , при больших удлинениях  $\alpha = 1 - \frac{h}{l}$ . См. М. В. Шулейкин *Ibidem*.

$$a\pi = m(l_1 + l_2), \text{ или } \lambda = \frac{2l}{a}.$$

Таким образом (черт. 12):

$$p \cdot OA = l_1 \text{ и } q \cdot OA^1 = v_c; L_1 = \frac{OA^1 q}{OA \cdot p} \cdot \frac{1}{2\pi c}; L_{1cm} = 0,53 \frac{OA^1 q}{OA \cdot p};$$

$$p \cdot Oa = l_2, q \cdot Oa^1 = v_{c2}; L_{2cm} = 0,53 \frac{Oa^1 q}{Oa \cdot p}.$$

В случае  $L_1 = L_2 = 0$ ;  $ml = \pi$ ;  $a = 1$  и  $\lambda = 2l$ .

Значения  $i$  и  $v$  для данных расстояний  $x$  определяются вектором  $OB^{11}$ . Так например в точках  $x = h$  и  $x = h + b$  они определяются векторами  $OB_h^{11}$  и  $Ob_h^{11}$ . Токи при  $x = 0$  и при  $x = l_1 + l_2$  направлены навстречу друг другу.

Из чертежа 12 оказывается возможным найти действующую высоту обычной антенны, действие которой при той же максимальной силе тока, что и в одном из снижений П-сети, будет эквивалентно действию нашей П-образной сети. При  $L_1 = L_2$  эта действующая высота определится (см. приложение 2) равной:  $h_{10}^1 = 2h_0$ .

Определение  $h_0$  производится подобно тому, как в § 5.

§ 7. На черт. 14 (стр. 362) дана диаграмма рамочного устройства (черт. 13, стр. 361). Напряжение на зажимах конденсатора определится равным:  $v_c = 2v = 2OA^1 \cdot q = 2Oa^1 \cdot q$ .

Сила тока при  $x = 0$  (вектор  $OB^1$ ) определится  $i|_{x=0} = OA \cdot p$ .

Отсюда

$$v_c = \frac{i|_{x=0}}{2\pi c C}; C = \frac{OA}{2 \cdot OA^1} \cdot \frac{p}{q} \cdot \frac{1}{2\pi c}$$

или

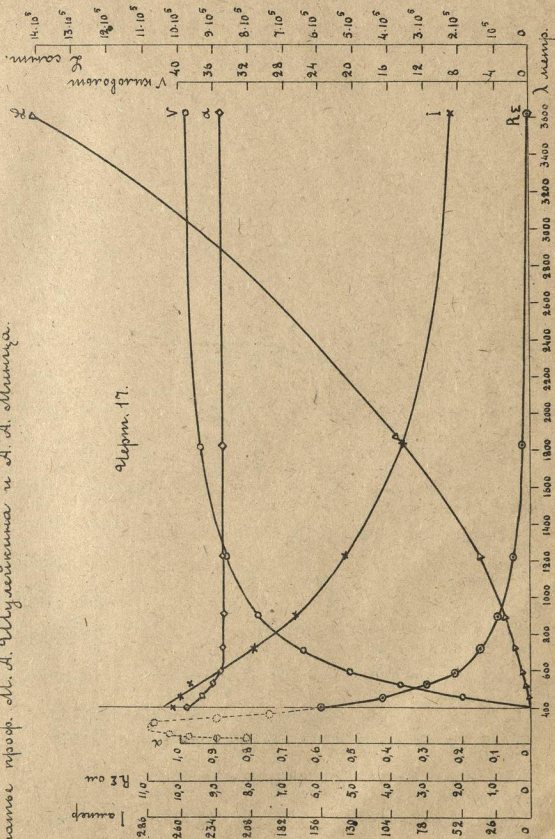
$$C_{cm} = 238,5 \lambda_{cm} \frac{OA \cdot p}{OA^1 \cdot q}.$$

При  $x = l$  (вектор  $Ob^1$ ) значение тока будет то же, что и при  $x = 0$ ;  $Oa^1 = OA$ .

Напряжение при  $x = l$  равно напряжению при  $x = 0$  по абсолютной величине, но противоположно ему по знаку. В случае рамки угол  $ml = B^1Ob^1$ , причем угол  $B^1Ol = \text{угол } b^1Ol$ . Любой вектор  $OB$ ,

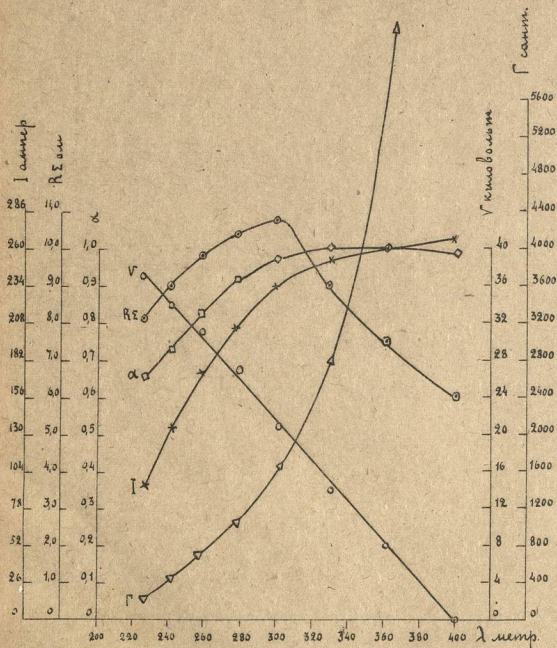
Же емансе нрпоф. М. А. Улысевича и А. А. Мунга.

Депт. 17.





К статье проф. М.А. Шуленикина и А.А. Мунца.



септ. 18.

проведенный внутри угла  $B^1Ob^1$ , дает значения тока и напряжения в точке  $x = a$ , где  $a$  определится из соотношения  $ta =$  углу  $B^1OB$ .

Действующая высота рамки (см. М. В. Шулейкин: „Рамка приемник и рамка отправитель“, „ТиТбп“ № 9, стр. 358, 1921 г.) определится:

$$h_0 = \frac{2\pi}{\lambda} S.$$

Обозначив длину вертикальных сторон рамки через  $h$ , а горизонтальных через  $b$ , получим  $h_0 = ml \frac{bh}{2(b+h)}$ .

$$\text{Откуда следует } \alpha = ml \frac{b}{2(b+h)}.$$

Величина  $ml$  в долях  $\pi$  снимается непосредственно с чертежа.

### Приложение 1.

Следует заметить, что согласно выведенным выражениям § 3 для  $\alpha$  и  $h_0$  и та, и другая величина при введении конденсатора достигает некоторого максимального значения  $\alpha_m > \frac{2}{\pi}$ . Полагая  $ml = \varphi$ , найдем:

$$\alpha = \frac{2 \sin^2 \frac{\varphi}{2}}{\varphi}.$$

Далее

$$\frac{d\alpha}{d\varphi} = \frac{2\varphi \sin \frac{\varphi}{2} \cos \frac{\varphi}{2} - 2 \sin^2 \frac{\varphi}{2}}{\varphi^2}.$$

Приравнявая нулю и решая, получим условие максимума  $\alpha$ :

$$tg \frac{\varphi}{2} = \varphi \text{ или } \frac{\varphi}{2} = 66^\circ 47'; \varphi = 2,331 \text{ в радианах.}$$

Подставляя условие максимума в  $\alpha$ , найдем

$$\alpha_m = \frac{2\varphi^2}{(1+\varphi^2)\varphi} = \frac{2\varphi}{1+\varphi^2},$$

или  $\alpha_m = 0,725$ . Соответствующую длину волны найдем из условия:

$$ml = \frac{2\pi}{\lambda} l = 2,331;$$

откуда  $\frac{\lambda}{l} = 2,7$ .

Если считать, что собственная волна сети  $\lambda_0 = 4l$ , то укорочение волны соответственно  $\alpha_m$  мы определим равным:  $\frac{\lambda}{\lambda_0} = 0,675$ , т. е. собственная длина волны укорочена в 1,48 раза.

## П р и л о ж е н и е II.

Определим действующую высоту сети, эквивалентной по действию  $\Pi$ -образной сети, при условии равенства амплитуды силы тока в обоих сетях. Для этого  $\Pi$ -образную сеть (черт. 13 стр. 361) заменяем двумя гертцевыми диполями, отстоящими друг от друга на расстоянии равном длине горизонтальной части  $\Pi$ -образной сети:  $b = 2d$  (черт. 15 стр. 362). Выберем систему координат  $XYZ$ . Пусть координаты одного диполя будут  $x = d, y = 0, z = 0$  и другого  $x = -d, y = 0, z = 0$ . Определим напряжение электрического поля в точке  $P$ , лежащей в плоскости  $XU$ , отстоящей от первого диполя на расстоянии  $r_1$ , от второго  $r_2$  и от начала координат  $r_0$  ( $r_0 \gg \lambda$ ). Это напряжение определится, как сумма напряжений диполей, т. к., по условию, токи обоих диполей находятся в фазе

$$E_p = \omega^2 Ql \cdot \left\{ \frac{\sin(mr_1 - \omega t)}{r_1} + \frac{\sin(mr_2 - \omega t)}{r_2} \right\};$$

$Q$ —заряд диполя,  $l$ —его длина. Опустив перпендикуляры из  $O$  на  $r_1$  и из  $E$  на  $r_0$ , находим, ввиду малости углов  $BPO$  и  $OPE$ ,

$$r_1 = r_0 + AB = r_0 + d \cos \Theta_1 \text{ и } r_2 = r_0 - OC = r_0 - d \cos \Theta_0.$$

Подставив эти выражения в предыдущее находим:

$$E_p = \omega^2 Ql \left\{ \frac{\sin[m(r_0 + d \cos \Theta_1) - \omega t]}{r_0 + d \cos \Theta_1} + \frac{\sin[m(r_0 - d \cos \Theta_0) - \omega t]}{r_0 - d \cos \Theta_0} \right\}$$

при  $r_0 \gg d$ ,  $\Theta_0 \cong \Theta_1 \cong \Theta_2$ , а  $r_0 \gg d \cos \Theta_1$  и  $r_0 \gg d \cos \Theta_0$ .



Приняв это, имеем

$$E_p = \frac{\omega^2 Q l}{r_0} \left\{ \sin [m(r_0 + d \cos \Theta_0) - \omega t] + \sin [m(r_0 - d \cos \Theta_0) - \omega t] \right\},$$

или окончательно

$$E_p = \frac{2 \omega^2 Q l}{r_0} \left\{ \cos (md \cos \Theta_0) \sin (mr_0 - \omega t) \right\}.$$

Амплитуда напряжения электрического поля согласно полученному выражению равна:

$$E = \frac{2 \omega^2 Q l}{r_0} \cos (md \cos \Theta_0).$$

В дальнейшем будем рассматривать действие сети по оси  $Y$ , т. е. при  $\Theta_0 = \frac{\pi}{2}$ , в направлении наибольшего излучения. Как было указано, при этом

$$E = \frac{2 \omega^2 Q l}{r_0}.$$

Подставляя  $Q = \frac{I}{\omega}$  и помня, что  $\omega = mu = \frac{2\pi u}{\lambda}$ , получим

$$E = \frac{4\pi u I l}{\lambda r_0}.$$

Эдс, индуктированная в приемной сети, равна:

$$E_2 = E h_{20} = \frac{4\pi u I l h_{20}}{\lambda r_0}.$$

Выражая  $l$  через действующую высоту передающей сети  $l = 2h_{10}$  и считая сопротивление приемной сети равным  $R_2$ , находим ее силу тока

$$I_{2, \text{эл}} = \frac{240\pi I h_{10} h_{20}}{\lambda r_0 R_2}.$$

Очевидно, что действующая высота этой сети будет вдвое больше действующей высоты обычной сети, амплитуда тока которой будет та же, что и в каждом снижении П-образной сети.

### Приложение III.

Для примера расчета радиосети по описанному графическому методу произведем расчет Г-образной сети.

Общая длина сети 10099 см. Высота подвеса—2500 см. Емкость сети—2000 см. Вычисляем погонную емкость на единицу длины  $C_1 = 0,198$  см и соответственно самоиндукцию  $L_1 = 5,05$  см. Самоиндукция всей сети  $L_0 = 51000$  см.

Определяем силу тока в пучности при собственной длине волны, задавшись напряжением на конце сети  $V = 40000$  вольт.

$$I = \frac{40000}{30} \sqrt{\frac{2000}{51000}} = 266 \text{ ампер.}$$

Для графика выбираем масштаб  $p = 2,66$ ,  $q = 400$  (черт. 16 стр. 362).

Находим собственную длину волны сети  $\lambda_0 = 4l = 404$  метра.

Обозначив  $\varphi = ml = \frac{\pi}{2} \frac{\lambda_0}{\lambda}$ , находим  $\lambda = \lambda_0 \frac{90^\circ}{\varphi}$ .

Кроме того, памятуя, что  $k h = l$ , имеем  $\varphi^1 = \frac{\varphi}{k}$ . В нашем случае  $k = 4,04$ .

Поэтому при  $\varphi = 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10$  градусов;

$$\varphi^1 = 22.5, 20, 17.5, 15.0, 12.5, 10.0, 7.5, 5.0, 2.5 \text{ градус. (а)}$$

$$\lambda = 404, 455, 520, 605, 730, 910, 1210, 1810, 3620 \text{ метров;}$$

$$\varphi = 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170 \text{ градусов;}$$

$$\varphi^1 = 25, 27.5, 30.0, 32.5, 35.0, 37.5, 40.0, 42.5 \text{ градус. (б)}$$

$$\lambda = 363, 330, 302, 277, 258, 242, 227, 213 \text{ метров.}$$

Наносим на график, как описывалось в § 5, радиусы-векторы 1, 2, 3, ... 17, дающие различные значения для  $\varphi$  и  $9^1, 8^1, 7^1, \dots 1^1$  и  $10^1, 11^1, \dots 17^1$ , определяющие соответствующие  $\varphi^1$ . Получение нижеследующей таблицы понятно из предыдущего.

Кроме того по  $\varphi^1$  и  $\alpha$  легко определяется сопротивление излучения.

$$\text{Действительно } R_z = 1600 \left( \frac{\alpha h}{\lambda} \right)^2 = \left( 40 \frac{\alpha h 2\pi}{2\pi \lambda} \right)^2 = (2\pi \varphi^1 \alpha)^2.$$

| №№ | $\lambda_{\text{мт}}$ | $I_{\text{мм}}^1)$ | $I_{\text{амп}}$ | $V_{\text{мм}}^1)$ | $V_{\text{KB}}$ | $L_{\text{см}}$ | $\Gamma_{\text{см}}$ | $\varphi^1$ | $\alpha$ | $R_{\Sigma}$ |
|----|-----------------------|--------------------|------------------|--------------------|-----------------|-----------------|----------------------|-------------|----------|--------------|
| 1  | 404                   | 100,0              | 266              | 0                  | 0               | 0               | —                    | 0,392       | 0,990    | 5,975        |
| 2  | 455                   | 98,0               | 260              | 18,0               | 7,6             | 6660            | —                    | 0,348       | 0,942    | 4,25         |
| 3  | 520                   | 94,0               | 250              | 35,0               | 14,0            | 15400           | —                    | 0,305       | 0,910    | 2,95         |
| 4  | 605                   | 87,0               | 233              | 51,0               | 20,4            | 28100           | —                    | 0,261       | 0,892    | 2,19         |
| 5  | 730                   | 77,0               | 205              | 65,0               | 26,0            | 49000           | —                    | 0,218       | 0,880    | 1,49         |
| 6  | 910                   | 65,0               | 173              | 77,0               | 30,8            | 84000           | —                    | 0,174       | 0,880    | 0,92         |
| 7  | 1210                  | 51,0               | 136              | 87,0               | 34,8            | 164100          | —                    | 0,131       | 0,876    | 0,52         |
| 8  | 1810                  | 35,0               | 93               | 94,0               | 37,6            | 388000          | —                    | 0,087       | 0,876    | 0,23         |
| 9  | 3620                  | 18,0               | 47,5             | 98,0               | 39,2            | 1.455.000       | —                    | 0,0437      | 0,876    | 0,06         |
| 10 | 363                   | 98,0               | 260              | 18,0               | 7,6             | —               | 6,300                | 0,435       | 1,000    | 7,49         |
| 11 | 330                   | 94,0               | 250              | 35,0               | 14,0            | —               | 2,800                | 0,479       | 1,000    | 9,00         |
| 12 | 302                   | 87,0               | 233              | 51,0               | 20,4            | —               | 1,650                | 0,529       | 0,970    | 10,80        |
| 13 | 277                   | 77,0               | 205              | 65,0               | 26,0            | —               | 1,042                | 0,567       | 0,910    | 10,40        |
| 14 | 258                   | 65,0               | 173              | 77,0               | 30,8            | —               | 692                  | 0,610       | 0,820    | 9,80         |
| 15 | 242                   | 51,0               | 136              | 87,0               | 34,8            | —               | 452                  | 0,654       | 0,730    | 9,00         |
| 16 | 227                   | 35,0               | 93               | 94,0               | 37,6            | —               | 286                  | 0,698       | 0,654    | 8,10         |

Данные этой таблицы изображены на графиках черт. 17 и 18 (стр. 367 и 368).

Всероссийская Радиоассоциация.

Москва.

17. XII. 1921.

1) Размеры соответствующих линий на графике черт. 16 оригинала.



# Детектор-генератор; детектор-усилитель.

Олега Лосева.

1. Описание явления.—2. Ряд контактов.—3. Различные схемы генераторов и усилителей.—4. Условия генерации и усиления общие для всех диодов.—Отрицательное сопротивление.—5. Влияние проводимости толщи кристалла.

## 1. Описание явления.

Так как некоторые контакты между металлами, или между металлом и углем, а также кристаллом, не подчиняются закону Ома, то вполне вероятно, что в колебательном контуре, приключенном к такому контакту, могут возникнуть незатухающие колебания. Последнее и подтверждается на опыте<sup>1)</sup>.

Легче всего колебания получаются с детектором цинкит — уголь. Вполне устойчивые колебания получаются уже при 4-х вольтах, причем на самый детектор падает и еще меньше (постоянный ток через детектор всего 1 милли-амп.) (см. черт. 1, стр. 377). Одинаково легко получить колебания как звукового периода, так и высокой частоты.

Генерирующий детектор — это не новость<sup>2)</sup>, но раньше, должно быть, колебания удавалось получать лишь с высоким вольтажем, или даже с дугой между минералами; упоминаются опыты с галеновым детектором (свинцовый блеск), а с ним мне при таком низком вольтаже совершенно не удалось получить колебаний.

Период генерируемых колебаний довольно сильно зависит от величины приложенного напряжения; в большинстве случаев с его увеличением период уменьшается. В следующей таблице представлены изменения длины волны с изменением напряжения.

Постоянство длины волны, возбуждаемой детектором, контролировалось посредством приема московской затухающей радиостанции (MSK) по методу биений (получался наиболее низкий тон), и емкость, соответствующая этой настройке цинкитного генератора, показана в графе 1. Потом длина московской волны была промерена волномером по настройке

1) Как увидим дальше только лишь одного неподчинения закону Ома для получения колебаний не достаточно. Главное условие — это чтобы контакт обладал отрицательным сопротивлением, о котором будет сказано в § 4.

2) См. „Радиотехник“ № 13, стр. 216.

| I<br>емкость колеба-<br>тельного контура<br>цинкитн. детекто-<br>ра—генератора | II<br>собственная дли-<br>на волны этого<br>контура<br>$\lambda = 2\pi\sqrt{LC}$ | III<br>длина волны, воз-<br>буждаемой детек-<br>тором | IV<br>вольты на по-<br>тенциометре |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 5030 см                                                                        | 5045 мт                                                                          | 5328 мт                                               | 9                                  |
| 5180                                                                           | 5120                                                                             | 5328                                                  | 10                                 |
| 5302                                                                           | 5180                                                                             | 5328                                                  | 11                                 |
| 5610                                                                           | 5328                                                                             | —                                                     | —                                  |

приемника. Самоиндукция колебательного контура генератора была равна 1406600 см и оставалась всё время постоянной; сопротивление в цепи постоянного тока равно 2000  $\Omega$ . Как видно, для того, чтобы длина волны возбуждаемой детектором оставалась постоянной с увеличением вольтажа на потенциометре, необходимо всё время увеличивать емкость контура. При вычислении собственной длины волны контура сопротивление детектора по причинам выясняющимся ниже не учитывалось. Собственная длина волны колеб. контура генератора лишь только при емкости 5610 см получилась равной московской (5328 мт), что и было промерено волномером.

Также уменьшается (а не увеличивается, как бы следовало из форм. Томсона) период генерируемых колебаний от введения в колебательный контур детектора некоторого сопротивления, и при некоторой величине его, колебания совсем прекращаются (для данных черт. 1-го, колебания невозможны, если ввести в колебат. конт. сопр. 400  $\Omega$ ). Устойчивость колебаний уменьшается также с уменьшением сопротивления в цепи постоянного тока ( $\rho$ ). Точка кристалла, на которой получают колебания, совершенно другая, чем та, на которой происходит наибольшее детектирование без приложенного извне постоянного вольтажа. С детектором можно также получить колебания одновременно двух различных периодов, и даже прерывистые. Легкость получения колебаний с детектором повышается с увеличением емкости в колебательном контуре, но зато устойчивость их понижается; самоиндукция действует наоборот.

## 2. Ряд контактов.

Детектор цинкит — уголь проявляет очень резкое исключение по легкости получения колебаний. Регулировать его, правда, труднее, чем для обычного детектирования, но раз точка найдена — колебания очень устойчивы и могут продолжаться без регулировки неопределенно

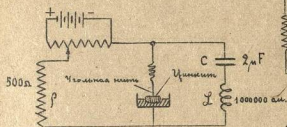
долгое время, чего с другими детекторами не наблюдается. Я перепробовал несколько других контактов, но ни с одним не получил таких устойчивых и сильных колебаний, как с цинкитом. Привожу таблицу. Устойчивость, легкость получения, а также сила колебаний обозначены цифрами (7—наиболее устойчивые и сильные). Разность потенциалов менялась в пределах  $\pm 10$  вольт; сопротивление в цепи постоянного тока  $\rho = 1000 \Omega$ . В таблице конечно приведены данные для наиболее чувствительных точек каждого кристалла.

| К о н т а к т |                   |   |             |   |   |   |   |   |   | Колебания |
|---------------|-------------------|---|-------------|---|---|---|---|---|---|-----------|
| +             | цинкит            | — | уголь       | — | . | . | . | . | . | 7         |
| —             | "                 | " | "           | + | . | . | . | . | . | 5         |
| +             | цинкит            | — | медь        | — | . | . | . | . | . | 5         |
| —             | "                 | " | "           | + | . | . | . | . | . | 4         |
| +             | цинкит            | — | цинк        | — | . | . | . | . | . | 3         |
| —             | "                 | " | "           | + | . | . | . | . | . | 2         |
| +             | цинкит            | — | алюминий    | — | . | . | . | . | . | 1         |
| —             | "                 | " | "           | + | . | . | . | . | . | 2         |
| +             | свинцов. блеск    | — | медь        | — | . | . | . | . | . | 1         |
| —             | "                 | " | "           | + | . | . | . | . | . | нет       |
| +             | свинцов. бл.      | — | цинк        | — | . | . | . | . | . | 1         |
| —             | "                 | " | "           | + | . | . | . | . | . | 2         |
| +             | пирит             | — | уголь       | — | . | . | . | . | . | 4         |
| —             | "                 | " | "           | + | . | . | . | . | . | 2         |
| +             | пирит             | — | цинк        | — | . | . | . | . | . | 1         |
| —             | "                 | " | "           | + | . | . | . | . | . | 2         |
| +             | халькопирит       | — | уголь       | — | . | . | . | . | . | } нет     |
| +             | "                 | " | "           | + | . | . | . | . | . |           |
| +             | халькопирит       | — | алюминий    | — | . | . | . | . | . | нет       |
| —             | "                 | " | "           | + | . | . | . | . | . | 1         |
| ±             | цинкит            | — | халькопирит | ± | . | . | . | . | . | } нет     |
| ±             | карборунд         | — | сталь       | ± | . | . | . | . | . |           |
| ±             | молибденов. блеск | — | серебро     | ± | . | . | . | . | . |           |

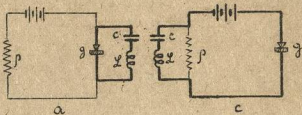
Эта таблица дает намек на некоторый ряд минералов и металлов очень похожий на ряд Вольты. Наприм., как видно, с цинкитом колебания легче получаются, когда к нему приложен положительный



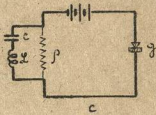
К статье О. Лосева.



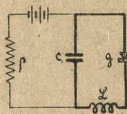
Черт. 1.



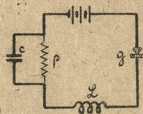
а



с

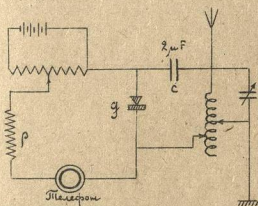


б

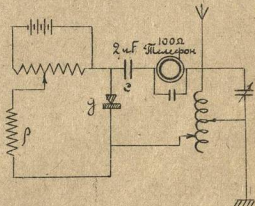


д

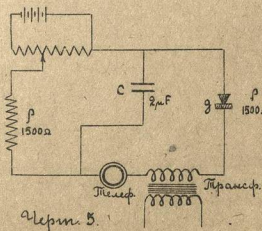
Черт. 2.



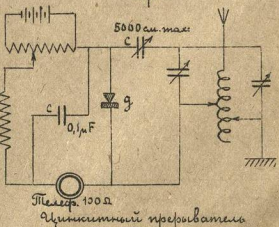
Черт. 3.



Черт. 4.



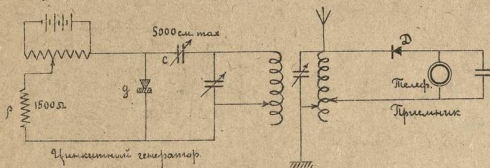
Черт. 5.



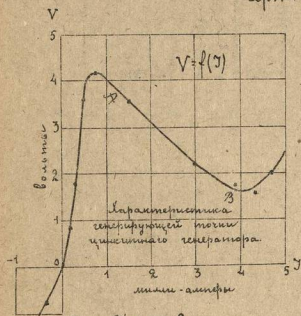
Трансф. 100Ω  
Циклический преобразователь

Черт. 6.

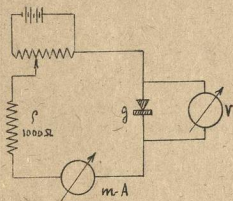
Котомье О. Лосева.



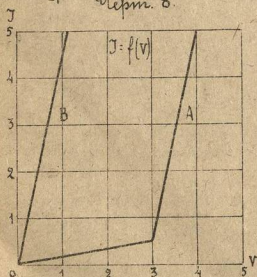
Черт. 7.



Черт. 8.

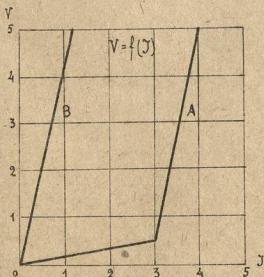


Черт. 9.



Диод с положительным сопротивлением не может усиливать

Черт. 10.



Диод с положительным сопротивлением не может усиливать

Черт. 11.

потенциал, причем с углем наиболее сильные, дальше всё слабее, и наконец с алюминием надо переменить знак наложенного напряжения. Колебания, но очень неустойчивые, получались также с обыкновенным когерером и даже с микрофонным контактом.

### 3. Различные схемы генераторов и усилителей.

Для генерации колебаний с детектором возможны четыре схемы (черт. 2), которые принципиально друг от друга не отличаются.

Также удалось осуществить цинкитный усилитель. Схема усилителя показана на черт. 3 (стр. 377). Как видно, тут два колебательных контура; 1—контур высокой частоты: антенна, удлинительная катушка, конденсатор переменной емкости, земля. 2—контур низкой частоты: удлинительная катушка, конденсатор  $2\mu F$ , детектор. (Может показаться, что последний контур апериодический вследствие большого сопротивления детектора, но, как увидим ниже, наоборот, благодаря детектору сопротивление контура приближается к нулю). Для того, чтобы усилитель начал действовать, надо подогнать напряжение посредством потенциометра так, что, если еще немного подбавить, то детектор начнет генерировать; но генерировать позволить нельзя, т. к. колебания—звуковые. Тут сразу происходит и усиление, и детектирование, причем звук в телефоне усиливается примерно раза в 3. Можно работать также следующим образом; еще раньше подрегулировать потенциометр так, чтобы в такт приходящим колебаниям возникали и прекращались свои собственные звуковые — в результате получается усиление звука раз в 15. Если телефон малоомный (не больше 120  $\Omega$ ), то выгоднее пользоваться схемой черт. 4-го, т. е. включать его в колебательный контур низкой частоты и шунтировать небольшим блокировочным конденсатором для того, чтобы могла пройти высокая частота. Вообще, если работать последним способом, то лучше, чтобы сам телефон служил самоиндукцией контура низкой частоты.

Для усиления одной только низкой частоты применялась схема черт. 5 (стр. 377)—усиление получалось небольшое.

Но лучше всего может пригодиться цинкитный детектор на практике для приема незатухающих и затухающих станций по методу биений; тут возможны две схемы.

1. Ультрааудион или цинкитный прерыватель, подобно ультрааудиону Дефореста или „Катодному прерывателю Тверской радиостанции“ проф. М. А. Бонч-Бруевича (см. ТиТбп № 6, стр. 48).

2. Генератор высокой частоты отдельно от приемника, индуктивно связанного с ним.

На черт. 6 изображена схема цинкитного ультрааудиона для малоомного телефона; если же телефон многоомный, то тогда не надо



ни сопротивления 1500  $\Omega$ , ни конденсатора 0,1  $\mu F$ . Схема для приема с отдельным генератором показана на черт. 7 (стр. 378). Работа с этими схемами очень устойчива; можно работать в продолжении нескольких часов и ни разу не сбиться; требуется лишь найти генерирующую точку. Слышны почти все незатухающие и затухающие станции, причем у последних получается хрипящий тон, но зато они значительно усиливаются. Необходимое напряжение для действия этих схем около 10 вольт; но если брать очень большое сопротивление в цепи постоянного тока, то напряжение необходимо соответственно повысить.

#### 4. Условия генерации и усиления общие для всех диодов. — Отрицательное сопротивление.

На черт. 8 (стр. 378) изображена характеристика генерирующей точки цинкитного детектора, снятая при помощи схемы черт. 9. Тут независимой переменной является не вольтаж, а сила тока, которая и отложена по оси абсцисс. Как видно, в промежутке от  $A$  до  $B$ ,  $\frac{dV}{di}$  отрицательно; это и надо было ожидать, потому что, как сейчас увидим, всякий диод, будь то детектор, двух-электродная лампочка, вольтова дуга, и т. д. — *в отличие от триода* — может быть усилителем или генератором на той только части своей характеристики, где т. н. внутреннее сопротивление ( $R_m = \frac{dV}{di}$ ) отрицательно. Это можно видеть из следующего. Если считать, что усиление с диодом может иметь место и при положительном  $R_m$ , то, по аналогии с триодом, можно думать, что оно должно быть больше на крутой части характеристики; поэтому мы и будем говорить только про эту часть ее. Пусть имеется характеристика диода  $A$  (см. черт. 10). Такой диод можно заменить просто каким-либо металлическим сопротивлением с характеристикой  $B$ ; ясно, что изменение тока при данном изменении вольтажа в обоих случаях будет одно и то же, т. е. *никакого усиления не будет*. Теперь рассмотрим такой случай, когда меняется ток и нам надо получить возможно большее изменение разности потенциалов. На черт. 11 изображена такая характеристика ( $A$ ). Опять работа идет на крутой части. Но и тут то же самое изменение вольтажа при данном изменении силы тока можно получить и с простым металлическим сопротивлением ( $B$ ), т. е. *усиления не будет*. Всё это также можно видеть из следующего соображения: при положительном  $R_m$  разн. потенциалов на его зажимах обратна приложенной извне переменной эдс (в данный момент), т. е. сопротивление поглощает энергию, приходящую извне. Но т. к. это диод, то та же разность потенциалов будет и на зажимах телефона (опять в данн. момент), если он соединен параллельно (а ток через телефон от этого только уменьшится); и при последовательном соединении диод также является лишь поглотителем энергии. Теперь пусть его сопротивление *отрицательно*. Конечно и здесь я подразумеваю

величину  $R_m = \frac{dV}{di}$ ; ясно, что настоящее сопротивление не может быть отрицательным, как существенно положительная величина, но по отношению к изменениям тока или колебаниям важной величиной является лишь  $R_m^1$ ; по отношению к ним оно ведет себя совершенно, как настоящее сопротивление, и эдс, появившаяся на нем, будет направлена *в ту же* сторону с приходящей извне переменной эдс (конечно в данный момент), т. е. диод *будет усилителем*; проще: мощность  $P = i^2(-R_m)$  (здесь  $i$  — средняя квадратичная) будет отрицательна — это и значит, что она не отнимается от приходящей извне, а наоборот прибавляется к ней.

Коэфф. усиления мощности для всякого диода выразится через

$$a = \frac{i^2 r}{i^2 (r + R_m)};$$

здесь  $R_m$  — вн. сопротивление диода;  $r$  — приемника;  $i$  — средняя квадратичная сила переменного тока, мощность которого надо усилить. Это выражение удобно для последовательного соединения диода с приемником, т. к. тогда сила тока во всех частях цепи одинакова. Как видно, в знаменателе стоит полная мощность, приходящая извне и тратящаяся в цепи диода и какого-нибудь приемника, обладающего лишь положительным сопротивлением; а в числителе — полезная мощность, тратящаяся только в одном приемнике. Легко видеть, что лишь *при отрицательном*  $R_m$ , коэфф. усиления будет больше единицы; коэфф.  $a$  может сделаться даже равным бесконечности или отрицательным — это будет тогда, когда алгебраическая сумма сопротивлений диода и других сопр. цепи сделается равной нулю, или будет меньше нуля; тогда, очевидно, мы можем сделать изменения силы тока сколько угодно большими, причем обратный вольтаж будет равен  $0^2$ , или даже не будет обратным; но на практике такого большого значения коэффициента достичь нельзя уже потому, что обыкновенно диод (в частности цинкитный детектор) обладает отрицательным сопротивлением на очень малом участке характеристики, так что, если изменения силы тока превысят некоторую величину, то мы сойдем с отрицательного наклона характеристики (этим и объясняется как раз детектирование в схемах черт. 3 и 6). Из этого ясно, что напр. слабые сигналы можно усилить

<sup>1)</sup> Действительно, по перемножении величины  $R_m$  на  $\Delta i^2$ , где  $\Delta i$  — средняя квадратичная изменения тока, получается средняя мощность этого изменения тока:

$$\frac{\Delta V}{\Delta i} \cdot \Delta i^2 = \Delta V \cdot \Delta i = P.$$

<sup>2)</sup> Конечно, на положительном и отрицательном сопротивлениях в отдельности изменения вольтажа будут очень велики, но они будут друг друга компенсировать, так что внешняя цепь не затратит работы.

в большее число раз, чем сильные. В вышеприведенном выражении для  $a$  мощность постоянного тока не рассматривается совершенно, но конечно ясно, что всё усиление и получается за счет этой мощности; энергия постоянного тока даже тратится непрерывно на сопротивлении диода, потому что для постоянного тока является важным и настоящее его сопротивление.

Посмотрим теперь, как изменится действительно характеристика цепи с металлическим сопротивлением (нашим приемником) от включения в его цепь последовательно диода, обладающего в некоторой части своей характеристики отрицательным сопротивлением. На черт. 12 (стр. 383)  $A$ —характеристика металлического положит. сопротивления в  $1000 \Omega$ ;  $B$ —характеристика диода (взята характерист. черт. 8); и наконец  $C$ —характеристика цепи с диодом и металл. сопротивлением. Как видно, в промежутке от  $a$  до  $b$  мы можем изменять силу тока довольно сильно (хар.  $C$ ), получая меньшее обратное изменение вольтажа, чем это было бы только с одним металлическим сопротивлением  $r = 1000 \Omega$  ( $A$ ). Если обозначим изменение вольтажа на зажимах всей цепи через  $\Delta V_0$ , изменение вольтажа на положит. сопротивлении  $\Delta V_1$  и изменение на зажимах диода через  $\Delta V_2$ , то будем иметь

$$\Delta V_0 = \Delta i (R_m + r); \Delta V_1 = \Delta i \cdot r; \Delta V_2 = \Delta i (R_m).$$

Отсюда

$$\frac{\Delta V_1}{\Delta V_0} = \frac{r \Delta i}{(R_m + r) \Delta i};$$

это и будет коэфф. усиления потенциала. Возьмем для примера изменение силы тока от 1-го до 2-х милли-амп., т. е.  $\Delta i = 0,001$  амп; как видно из черт. 12,  $\Delta V_0$  будет равно 0,1 вольта, а  $\Delta V_1 = 1$ -му вольту; т. е. мы получили на металлическом сопротивлении  $1000 \Omega$  нашего приемника в десять раз большее изменение потенциала, чем затратили извне ( $\frac{\Delta V_1}{\Delta V_0} = \frac{1}{0,1} = 10$ ). Из чертежа видно, что это произошло благодаря компенсации 0,9 вольта отрицательным сопротивлением детектора. Значит, при последовательном соединении, диод с отрицательным сопротивлением служит усилителем потенциала.

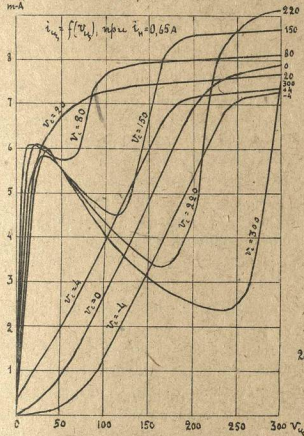
Не трудно видеть после аналогичного рассуждения, что при параллельном соединении с положительным сопротивлением диод с отрицательным сопротивлением служит усилителем тока; проводимость такой цепи, при положительном сопротивлении близком по величине отрицательному, может быть сделана сколь угодно малой. Хотя токи будут в отдельных ветвях громадны, но они направлены в разные стороны, так что во внешней цепи тока почти не будет, а значит внешняя цепь почти не затратит своей мощности.



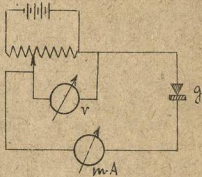
Катанье О. Лосева.

$i_{\text{н}}$   
мА

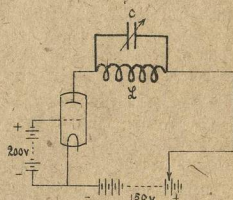
5-819, 13



черт. 13.

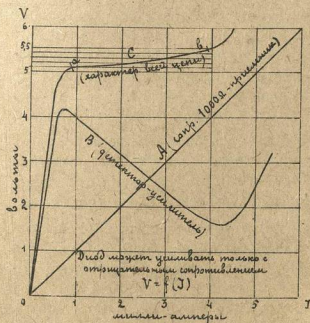


черт. 14.

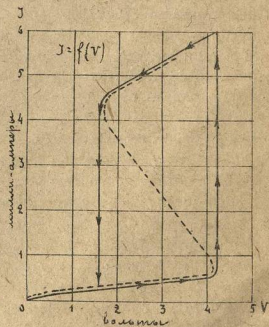


Намодное поле, как диод  
популярно измерено и  
участие.

черт. 16.



черт. 12.



черт. 15.

После этого мне совершенно непонятно, каким путем в статье „Исследование характеристик и параметров триода“<sup>1)</sup> мог получиться коэфф. усиления мощности для диода с *положительным* внутренним сопротивлением (короткое соединение цилиндра и сетки), равный даже 4,9; мне кажется, что если так идти дальше, то можно получить подобные коэфф. усиления и для обыкновенных металлических сопротивлений.

Теперь также ясно, почему самые короткие волны, которые удалось до сих пор получить с катодной лампочкой, т. н. электронные колебания,<sup>2)</sup> получаются лишь тогда, когда сетка лампы находится под большим положительным вольтажом,<sup>3)</sup> как видно из черт. 13 (стр. 378), взятого из „ТиТбп“ № 10 (стр. 462); в этом случае триод обладает отрицательным внутренним сопротивлением, т. е. *только в этом случае* с ним можно получить колебания, как с диодом. Специальная конструкция таких трубок, впервые описанная Гуллом, называется „динатрон“.<sup>4)</sup> Так что все объяснения „электронных и ионных колебаний“ вылетом электронов и падением назад на нить и т. д. сводятся к объяснению получения характеристики с отрицательным наклоном.

Вообще с диодом легче получить короткие волны, чем с триодом, т. к. самоиндукцией и емкостью может служить относительная емкость соединительных проводов, и отпадает необходимость связи между отдельными цепями (напр. цилиндра и сетки у катодного реле).

Теперь еще несколько слов о характеристике цинкитного детектора (черт. 8, стр. 378). Если снимать ее обычной схемой, меняя вольтаж и получая изменения силы тока, т. е. выключив из черт. 9 сопротивление  $R$  и перейдя к схеме черт. 14, то мы не получим характеристики черт. 8 перевернутой лишь на  $90^\circ$ ; перевернутая на  $90^\circ$  настоящая характеристика показана пунктиром (черт. 15); но на самом деле в этих условиях получится кривая, показанная сплошной линией, которая нам ничего не даст, т. к. из нее не видна настоящая характеристика с отрицательным наклоном, при наличии которой только и можно получить усиление и генерацию.

Однако из черт. 15 виднее, каким образом получается отрицательный наклон у пунктирной кривой (настоящей характеристики); видно, что при некотором предельном напряжении кристалл сразу испускает поток электронов, вследствие чего при наличии последовательно соединенного сопротивления и получается падение вольтажа.

Ввиду этого во всех схемах генераторов и усилителей с диодом, у которого характеристика с отрицательным наклоном получается только при независимой переменной  $i$ , и включается в цепь постоянного

<sup>1)</sup> См. „ТиТбп“ № 10, стр. 480 и черт. 10 на стр. 472.

<sup>2)</sup> См. „Радиотехник“ № 14, стр. 499.

<sup>3)</sup> Ibid. стр. 500.

<sup>4)</sup> См. „Радиотехник“ № 12, стр. 195.

тока сопротивление? так, чтобы вольтаж на зажимах самого диода (детектора, вольт. дуги) менялся совершенно свободно, завися только от  $i$ . Тут частью схемы, заставляющей диод генерировать, является емкость  $C$  (см. черт. 1, стр. 377). О процессе получения колебаний в такой схеме см. статью Острякова<sup>1)</sup>. Но если такая характеристика (т. е. с отрицательным наклоном) получается, когда независимая переменная — вольтаж, т. е. в случае динатрона (см. черт. 13), тогда не надо этого сопротивления ( $\rho$ ), и колебания можно получить по схеме черт. 16; тут частью схемы, заставляющей диод генерировать, является самоиндукция.

### 5. Влияние проводимости толщи кристалла.

Теперь снова обратимся к практике получения колебаний с детектором. Если самая точка контакта будет обладать некоторым отрицательным сопротивлением, а вся остальная толщина кристалла большим положительным, то алгебраическая сумма будет положительна, и значит колебаний получиться не может; действительно, из кристаллов одного и того же химического состава лучше генерирует тот, у которого проводимость всей толщи больше, хотя тут играет роль и не только одна проводимость, но и большая или меньшая ребристость поверхности (интересно отметить, что наприм. большие правильные кристаллы свинцового блеска лучше генерируют, а для генерации с цинкитом или пиритом лучше выбирать более ребристые). Конечно, всё это может относиться только к кристаллам с одинаковым химическим составом. Если сравнивать кристаллы различного состава, то в этом случае большая проводимость отнюдь не соединяется с большей способностью к возбуждению колебаний, что видно из таблицы § 2, а также из помещаемой ниже.

| К Р И С Т А Л Л           | Проводимость<br>толщи<br>кристалла | Колебания | Постоянный<br>ток через кри-<br>сталл при нали-<br>чии колебаний |
|---------------------------|------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------|
| Халькопирит . . . . .     | 6                                  | нет       | —                                                                |
| Свинцовый блеск . . . . . | 5                                  | 3         | 4 <i>mA</i>                                                      |
| Цинкит № 1 . . . . .      | 3                                  | 10        | 2 „ „                                                            |
| Цинкит № 2 . . . . .      | 0,8                                | 5         | 1,2 „ „                                                          |
| Пирит . . . . .           | 0,3                                | 4         | 0,9 „ „                                                          |

<sup>1)</sup> См. „ТГТБП“ № 6, стр. 108.



В этой таблице проводимость выражена в отклонениях гальванометра, в цепь которого была введена отшлифованная пластинка кристалла (конечно, каждый раз одинакового размера) между двумя металлическими поверхностями, а для легкости<sup>1)</sup> получения колебаний приняты цифры таблицы § 2. В последней графе показана сила постоянного тока через кристалл необходимая для того, чтобы попасть на отрицательный наклон характеристики; как видно, она больше для более проводящих кристаллов; поэтому для получения колебаний наприм. со свинцовым блеском приходится или увеличивать напряжение, или уменьшать сопротивление в цепи постоянного тока, хотя последнее уменьшает устойчивость колебаний. С некоторыми хорошо проводящими кристаллами цинкита колебательную точку находить также легко, как и обыкновенную детектирующую.

Приношу благодарность профессору Владимиру Константиновичу Лебединскому за различные ценные для меня указания.

Нижний-Новгород.

Радиолaborатория.

Февраль 1922.

---

<sup>1)</sup> Также устойчивости и т. д., как в § 2. Все это можно выразить одной и той же цифрой, потому что всегда, если колебания легко получить с данным кристаллом, то они и более устойчивы, а также больше по амплитуде, так что все это между собой связано.

## Определение местоположения при помощи радио.

*Проф. А. А. Петровского. П. Ч. РОРИ.*

1. Среди многообразных применений радиосигнализации одно из видных мест занимает определение местоположения предмета на поверхности земли. Уже весьма давние опыты, производившиеся в 1900 г. Garcia<sup>1)</sup> имели в виду определение направления, в котором находится работающая радиостанция. Определение направления составляло также предмет изысканий Беллини и Този<sup>2)</sup> и других исследователей. И хотя направляемая радиосигнализация естественно прежде всего сосредоточивала свои усилия на передаче, что давало возможность увеличения дальности действия или уменьшения мощности отправителя, но направляемый прием все же продолжал развиваться и в 1912 г. германская фирма Телефункен разработала специальный Радиокompас<sup>3)</sup>, предназначенный главным образом для ориентировки воздушных судов. Введение в употребление рамочных антенн еще более способствовало развитию направляемого радиоприема, т. к. рамка оказалась весьма чувствительной к изменению угла, под которым она встречает электромагнитный луч.

Однако практическое применение определение направления получило лишь во время мировой войны. Враждующие стороны устанавливали специальные Пеленгаторные радиостанции, которые, улавливая сигналы судов, по двум засечкам находили их местоположение на море. Само собою разумеется, что район наблюдения таких радиостанций был невелик. Для военных целей приходилось удовлетворяться определением местонахождения корабля на расстоянии 3—4 час. хода, т. е. на 100—200 км расстояния.

Совершенно иной вопрос возникает теперь с прекращением мировой войны и с расширением сферы применения радио в области научно-технических изысканий. Уже одно определение долготы при помощи радио-передачи сигналов времени, произвело, как известно, полный переворот в технике этого дела; наблюдения сделались столь простыми и доступными, что можно говорить об устройстве специаль-

<sup>1)</sup> Zenneck, Leitfaden der drahtlosen Telegraphie, s. 330 u. 371. Stuttgart, 1909.

<sup>2)</sup> Bellini a. Tosi, Electrician. 60, 748, 1908. Jahrb. d. dr. Tel. 1, 1908.

<sup>3)</sup> Zenneck, Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie, s. 442. Stuttgart, 1913.

ного аппарата, которым будет снабжена каждая экспедиция<sup>1)</sup>. Еще более важным для практики является возможность полного определения местоположения и в особенности в тех случаях, когда условия погоды не позволяют этого сделать астрономическим путем. По некоторым отрывкам иностранных литературных данных<sup>2)</sup>, достигших до нас за последнее время, подобная работа уже ведется за границей, а потому вряд ли кто будет оспаривать своевременность обсуждения этого вопроса.

2. Решение вопроса о местоположении предмета может быть основано на одной из следующих комбинаций наблюдений:

а) Измеряются два расстояния  $r_m$  и  $r_n$  исследуемой точки  $X$  от двух данных точек  $A$  и  $B$ , местоположение которых на земной поверхности известно.

Задача сводится к построению сферического тр-ка по трем сторонам (черт. 1).<sup>3)</sup>

б) Измеряется одно расстояние  $r_m$  между заданной точкой  $A$  и исследуемой  $X$ , а также угол  $\alpha_1$ , составленный направлением  $AX$  с каким-либо известным направлением, напр.  $AB$ . Задача сводится к построению сферического тр-ка по двум сторонам и углу между ними (черт. 2).

в) Измеряются два угла  $\alpha_1$  и  $\beta_1$ , составленные направлениями  $AX$  и  $BX$  с какими-либо двумя заданными направлениями, наприм. с направлениями  $AB$  и  $BA$ .

Задача сводится к построению сферического тр-ка по стороне и двум прилежащим к ней углам (черт. 3).

В каждом из трех вышеуказанных случаев, построив сферический тр-к  $ABX$  и зная координаты точек  $A$  и  $B$ , можно легко найти и координаты точки  $X$ .

3. Определение расстояния до настоящего времени встречает большие затруднения и методы, предлагавшиеся для этого различными авторами не представляют практического интереса.<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Доклад А. Ф. Шорина 1-му Всероссийскому Радиотехническому Съезду: „Об определении долготы при помощи радиотелеграфа“, „Радиотехник“ № 13, сентябрь 1920, стр. 290—292.

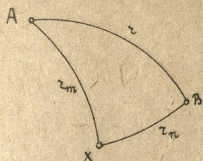
<sup>2)</sup> Vincent Pletts Wireless maps, Wireless World, May, 1919, p. 68—73.

<sup>3)</sup> См. математическое приложение.

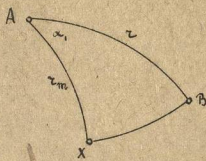
<sup>4)</sup> Дебри предлагает в момент посылки радиосигнала давать выстрел из пушки причем расстояние определяется по разности времен получения звука и радиосигнала (Debrix. El. Zs. 30, 88, 1909). Бела-Гати предлагает измерить силу приема, затем идти по направлению приема и спустя некоторое время вновь измерить силу приема. Расстояние в этом случае определяется по известной собственной скорости движения и по разности двух измеренных сил приема. (Bela-Gati. Electrician, 60, 1013, 1909). Не нужно глубоко вдаваться в критику этих способов, чтобы сказать, что оба они весьма неточны и применимы лишь на небольших расстояниях.



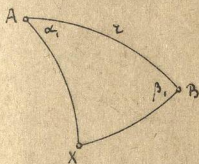
Кемансе нродо А.А. Темповенаро.



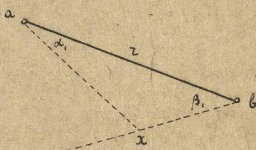
Чепм. 1.



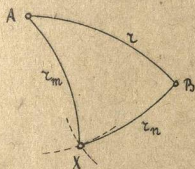
Чепм. 2.



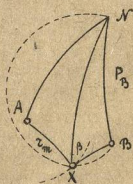
Чепм. 3.



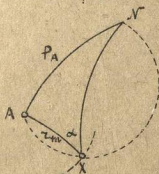
Чепм. 4.



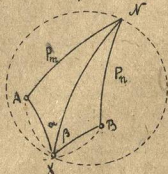
Чепм. 5.



Чепм. 6.

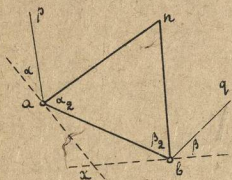


Чепм. 7.

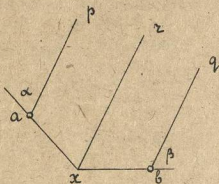


Чепм. 8.

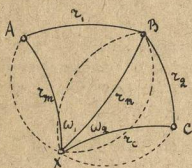
К статье проф. А.А. Темповского.



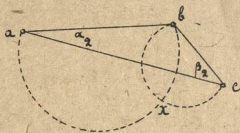
черт. 9.



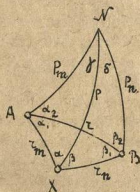
черт. 10.



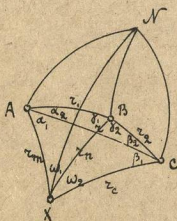
черт. 11.



черт. 12.



черт. 13.



черт. 14.

Поэтому единственно практичным можно считать третий прием, заключающийся в определении двух углов  $\alpha_1$  и  $\beta_1$ .

Получив на радиопеленгаторе оба угла, можно рассчитать положение искомой точки по формулам сферической тригонометрии<sup>1)</sup>, но т. к. такой расчет слишком кропотлив, то его удобно заменить графическим построением на особой карте, называемой *азимутальной*.

Азимутальная карта чертится следующим образом:

а) Намечаем на карте (черт. 4) две точки  $a$  и  $b$ , которые принимаем за условные места радиостанций  $A$  и  $B$ , и проводим соединяющую прямую  $ab = r$  (база). Эту прямую принимаем за условное изображение дуги большого круга, соединяющей точки  $A$  и  $B$ .

б) Берем какую-либо точку  $X$  земной поверхности, координаты которой будут  $l$  и  $\varphi$ . Т. к. координаты точек  $A$  и  $B$ , т. е.  $l_m, \varphi_m, l_n, \varphi_n$  также известны, то можно по формулам сферической тригонометрии вычислить величины углов  $\alpha_1$  и  $\beta_1$ , составляемых направлениями  $AX$  с  $AB$  и  $BX$  с  $BA$ <sup>1)</sup>. Построив эти углы при точках  $a$  и  $b$  к линии  $r$ , получим в пересечении их сторон точку  $x$ , которая и принимается за условное изображение точки  $X$  на земной поверхности.

При пользовании такой картой поступают так же точно, как и при составлении карты, с той лишь разницей, что углы  $\alpha$  и  $\beta$  не вычисляются, а наблюдаются одновременно на радиостанциях  $A$  и  $B$ .

4. Не меньший интерес представляет задача об определении своего собственного местоположения по двум одновременным наблюдениям сигналов, приходящих от радиостанций  $A$  и  $B$ , координаты которых известны. Как и в предыдущем случае, вопрос может быть разрешен тремя путями: а) измеряются два расстояния от точки  $X$  до двух точек  $A$  и  $B$ , местоположение которых известно. Местоположение точки  $X$  определяется пересечением двух линий, представляющих на сфере геометрические места точек, равноотстоящих от двух заданных точек (черт. 5). Эта задача не отличается существенно от задачи а) параграфа 2; б) измеряется одно расстояние от точки  $X$  до точки  $A$ , местоположение которой известно, а также один угол  $\beta$ , составленный направлением  $XB$ , проведенным от точки  $X$  к некоторой заданной точке  $B$ , с каким-либо известным направлением  $XN$  (напр. с направлением истинного меридиана точки  $X$ ). В последнем случае местоположение точки  $X$  определяется пересечением двух линий (черт. 6), из которых первая представляет на сфере геометрическое место точек, равноотстоящих от точки  $A$ , а вторая есть на сфере геометрическое место точек, из которых дуга  $BN$  видна под одним и тем же углом  $\beta$ . В частности вместо точки  $B$  можно взять ту же самую точку  $A$ , след. измерять расстояние  $r_m$  и угол  $\alpha$ . Такая упрощенная разновидность второго варианта показана на черт. 7 (стр. 389).

<sup>1)</sup> См. математическое приложение.



в) Измеряются два угла  $\alpha$  и  $\beta$ , из которых первый заключен между направлением  $XA$  и некоторым известным направлением  $XM$ , а второй между направлением  $XB$  и некоторым также известным направлением  $XN$ . Всего проще, если направления  $XM$  и  $XN$  совпадают, напр. представляют истинный меридиан точки  $X$ . В последнем случае местоположение точки  $X$  определяется, как пересечение линии, представляющей на сфере геометрическое место точек, из которых дуга большого круга  $AN$  видна под углом  $\alpha$ , и линии, представляющей геометрическое место точек, из которых дуга большого круга  $BN$  видна под углом  $\beta$  (черт. 8).

5. По тем же причинам, которые были изложены выше, практичным можно считать лишь третий вариант, в котором местоположение точки  $X$  находится по наблюдению двух углов  $\alpha$  и  $\beta$ . Получив при помощи радиопеленгатора оба угла и зная координаты точек  $A$  и  $B$ , можно опять таки рассчитать координаты точки  $x$ , хотя и более сложным путем.<sup>1)</sup> Гораздо удобнее сделать то же самое отдельно графически при помощи построения специальной карты, называемой „ретроазимутальной“.

Эта карта чертится следующим образом:

а) Намечаем на карте (черт. 9 стр. 390) две точки  $a$  и  $b$ , которые принимаем за условные изображения радиостанций  $A$  и  $B$ , служащих реперами для ориентировки. Проведя прямую линию  $ab$ , принимаем ее за условное изображение дуги большого круга, проходящего через  $A$  и  $B$ .

б) Проводим из точки  $a$  прямую линию  $ap$  под таким углом  $\alpha_1$ , какой составляет в той точке истинный меридиан с направлением  $AB$ , а в точке  $b$  прямую линию  $bq$  под таким углом  $\beta_1$ , какой также составляет в той точке истинный меридиан с направлением  $BA$ . Направление  $ap$  должно играть роль меридиана точки  $x$  при всех дальнейших построениях угла  $\alpha$ . Для удобства дальнейших построений проводим на карте прямые  $ap \parallel bq$  и  $bq \parallel an$ .

в) Берем какую-либо точку  $X$  земной поверхности, координаты которой будут  $l$  и  $\varphi$ . Т. к. координаты точек  $A$  и  $B$ , т. е.  $l_m, \varphi_m$  и  $l_n, \varphi_n$  также известны, то можно по формулам сферической тригонометрии<sup>1)</sup> вычислить величины углов  $\alpha$  и  $\beta$ , составляемых направлением  $XN$  с  $XA$  и  $XB$ . Затем строим угол  $\alpha$  при точке  $a$  к линии  $ap$  влево, а угол  $\beta$  при точке  $b$  к линии  $bq$  вправо. Пересечение прямых линий  $ax$  и  $bx$  и определяет положение рассматриваемой точки  $x$  на карте, в чем не трудно убедиться.

Менее обосновано, но более удобно чертить ретроазимутальную карту следующим образом<sup>2)</sup>: за направление истинного меридиана

<sup>1)</sup> См. математическое приложение.

<sup>2)</sup> При таком способе построения необходимо исключить из рассмотрения районы, непосредственно прилегающие к радиостанциям  $A$  и  $B$ .

в точке  $x$  принимают некоторую прямую  $xr$  одну и ту же, как для углов  $\alpha$ , так и  $\beta$ . Всего проще взять прямую, параллельную бисектрисе угла, образуемого линиями  $ap$  и  $bq$  (черт. 10). Ясно, что если обе радиостанции  $A$  и  $B$  помещаются на одной параллели, то углы  $\alpha$  и  $\beta$  делаются прямыми, следоват. все три направления  $ap$ ,  $bq$  и  $xr$  совпадают.

6. Существенный недостаток вышеописанного способа, это необходимость точно знать некоторое направление, напр. направление меридиана точки  $X$ ; это вызывает необходимость пользоваться магнитным или гироскопическим компасом. Вследствие этого ошибка пеленгования, выражаемая величиною в  $1^0$  дуги<sup>1)</sup>, может увеличиться вследствие магнитного склонения, девиации, прецессии или иных обстоятельств, сопровождающих применение компасов. По этой причине заслуживает внимание следующий предлагаемый мной метод определения местоположения, свободный от всех добавочных ошибок. Основанием метода является наблюдение трех направлений приходящих волн, посылаемых тремя радиостанциями, местоположение каждой из которых известно. Поэтому будем называть его трехвизирным методом. Предположим, что имеется три отправительных радиостанции  $A$ ,  $B$  и  $C$  (черт. 11). Находясь в некоторой точке  $X$ , наблюдатель одновременно принимает сигналы от каждой из них, причем определяет направление приходящих волн. Это дает ему возможность установить величины углов  $\omega_1$  и  $\omega_2$ . Ясно, что точка  $X$  находится на пересечении двух линий: одна представляет геометрическое место точек на сфере, из которых дуга большого круга  $AB$  видна под углом  $\omega_1$ , а другая есть геометрическое место точек на сфере, из которых дуга большого круга  $BC$  видна под углом  $\omega_2$ .

Зная углы  $\omega_1$  и  $\omega_2$ , а также координаты точек  $A$ ,  $B$  и  $C$ , можно по формулам сферической тригонометрии рассчитать координаты точки  $X$ <sup>2)</sup>; сложность таких вычислений может быть избегнута при помощи построения специальной карты, которую будем называть „трехвизирной“ картой.

Трехвизирная карта чертится следующим образом:

Намечаем на карте (черт. 12) совершенно произвольно две точки  $a$  и  $c$ , условно изображающие две радиостанции  $A$  и  $C$ , являющиеся реперами. Прямая  $ac$  является условным изображением дуги большого круга, проведенной через  $A$  и  $C$ . Пристраиваем при точке  $a$  угол  $\alpha_2$ , под которым должна быть видна дуга большого круга  $BC$  из точки  $A$ , а при точке  $c$  угол  $\beta_2$ , под которым должна быть видна дуга большого круга  $AB$  из точки  $C$ . Пересечение двух проведенных прямых принимаем

<sup>1)</sup> Описание опытов Беллини и Този: Petit et Bouthillon, *Télégraphie sans fil*. Paris, 1910. p. 143.

<sup>2)</sup> См. математическое приложение.

за изображение точки  $B$ , а прямые  $ab$  и  $cb$  за условные изображения направлений  $AB$  и  $CB$ , имеющихсся на сфере.

Берем какую-либо точку  $X$  земной поверхности, координаты которой будут  $l$  и  $\varphi$ . Т. к. координаты точек  $A$ ,  $B$  и  $C$  т. е.  $l_m$ ,  $\varphi_m$ ,  $l_n$ ,  $\varphi_n$ ,  $l_c$ ,  $\varphi_c$  известны, то можно по формулам сферической тригонометрии<sup>1)</sup> вычислить углы  $\omega_1$  и  $\omega_2$ , составляемые направлениями  $XB$  и  $XA$ , а также  $XB$  и  $XC$ .

Далее чертим окружность, представляющую геометрическое место точек, из которых отрезок  $ab$  виден под углом  $\omega_1$ , и вторую окружность, представляющую геометрическое место точек, из которых отрезок  $bc$  виден под углом  $\omega_2$ . Пересечение этих окружностей  $x$  и есть изображение точки  $X$  на трехвизирной карте.

Ясно, что при пользовании такой картой нужно поступать так же точно, с тою лишь разницею, что углы  $\omega_1$  и  $\omega_2$  не вычисляются, а берутся из наблюдения.

### Математическое приложение.

1) Пусть точка  $N$  черт. 13, представляет полюс.  $A$ ,  $B$  и  $X$  суть три рассматриваемые точки. Т. к. координаты точек  $A$  и  $B$  заданы, то сферический тр-к  $ANB$  вполне определен, причем имеем:

$$P_m = 90^\circ - \varphi_m,$$

$$P_n = 90^\circ - \varphi_n,$$

$$\gamma + \delta = \psi = l_n - l_m.$$

Далее имеем равенства:

$$\operatorname{tang} \frac{\alpha_1 + \beta_1}{2} = \operatorname{cotang} \frac{\gamma + \delta}{2} \cdot \frac{\cos \frac{P_n - P_m}{2}}{\cos \frac{P_n + P_m}{2}},$$

$$\operatorname{tang} \frac{\alpha_2 - \beta_2}{2} = \operatorname{cotang} \frac{\gamma + \delta}{2} \cdot \frac{\sin \frac{P_n - P_m}{2}}{\sin \frac{P_n + P_m}{2}}.$$

Откуда находим  $\alpha_1$  и  $\beta_1$ .

<sup>1)</sup> См. математическое приложение.



Наконец имеем:

$$\sin r = \sin (\gamma + \delta) \frac{\sin P_m}{\sin \beta_2}$$

или

$$\sin r = \sin (\gamma + \delta) \frac{\sin P_n}{\sin \alpha_2}.$$

2) Расчет производится в след. порядке.

Для сферического тр-ка  $ABX$  имеем (черт. 13):

$$\operatorname{tang} \frac{r_m + r_n}{2} = \operatorname{tang} \frac{r}{2} \frac{\cos \frac{\alpha_1 - \beta_1}{2}}{\cos \frac{\alpha_1 + \beta_1}{2}},$$

$$\operatorname{tang} \frac{r_m - r_n}{2} = -\operatorname{tang} \frac{r}{2} \frac{\sin \frac{\alpha_1 - \beta_1}{2}}{\sin \frac{\alpha_1 + \beta_1}{2}}.$$

По нахождении  $r_m$  и  $r_n$  пишем для сферических тр-ков  $ANX$  и  $BNX$ :

$$\frac{\sin r_m}{\sin P} = \frac{\sin \gamma}{\sin (\alpha_1 + \alpha_2)};$$

$$\gamma + \delta = l_n - l_m,$$

$$\frac{\sin r_n}{\sin P} = \frac{\sin \delta}{\sin (\beta_1 + \beta_2)};$$

откуда находим  $P$ ,  $\gamma$  и далее

$$\varphi = 90^\circ - P,$$

$$l = l_m + \gamma.$$

3) Из сферического тр-ка  $ANX$ ; (черт. 13), имеем:

$$\operatorname{tang} \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha}{2} = \operatorname{cotang} \gamma \frac{\cos \frac{P - P_m}{2}}{\cos \frac{P + P_m}{2}};$$

$$\operatorname{tang} \frac{\alpha_1 + \alpha_2 - \alpha}{2} = \operatorname{cotang} \gamma \frac{\sin \frac{P - P_m}{2}}{\sin \frac{P + P_m}{2}},$$

где:

$$\gamma = l - l_m$$

$$P = 90^\circ - \varphi.$$

Отсюда находим угол  $\alpha$  и сумму  $\alpha_1 + \alpha_2$ ; далее, зная  $\alpha_2$  (см. 1), найдем  $\alpha_1$ .

Кроме того из сферического тр-ка  $BNX$  имеем:

$$\operatorname{tang} \frac{\beta_1 + \beta_2 + \beta}{2} = \operatorname{cotang} \gamma \frac{\cos \frac{P - P_n}{2}}{\cos \frac{P + P_n}{2}};$$

$$\operatorname{tang} \frac{\beta_1 + \beta_2 - \beta}{2} = \operatorname{cotang} \gamma \frac{\sin \frac{P - P_n}{2}}{\sin \frac{P + P_n}{2}}.$$

Откуда и находим угол  $\beta$  и сумму  $\beta_1 + \beta_2$ ; далее, зная  $\beta_2$  (см. 1), найдем  $\beta_1$ .

4) Из сферических тр-ков  $ANX$ ,  $BNX$  и  $ABX$  (черт. 13) имеем:

$$\frac{\sin \gamma}{\sin r_m} = \frac{\sin (\alpha_1 + \alpha_2)}{\sin P} = \frac{\sin \alpha}{\sin P_m} = a$$

$$\frac{\sin \delta}{\sin r_n} = \frac{\sin (\beta_1 + \beta_2)}{\sin P} = \frac{\sin \beta}{\sin P_n} = b$$

$$\frac{\sin r_m}{\sin \beta_1} = \frac{\sin r_n}{\sin \alpha_1} = \frac{\sin r}{\sin (\alpha + \beta)} = c,$$

где  $a$ ,  $b$  и  $c$  известны.

Комбинируя эти уравнения, найдем:

$$\frac{\sin \gamma}{\sin \beta_1} = ac; \frac{\sin \delta}{\sin \alpha_1} = bc; \frac{\sin (\alpha_1 + \alpha_2)}{\sin (\beta_1 + \beta_2)} = \frac{a}{b}.$$

Кроме того очевидно равенство:

$$\gamma + \delta = l_n - l_m.$$

Эта группа четырех уравнений и решает вопрос, т. к., найдя,  $\alpha_1$  или  $\beta_1$ , легко найти  $P$ , а найдя  $\gamma$  или  $\delta$ , легко найти  $l$ .

5) Расчет углов  $\alpha$  и  $\beta$  (см. 3).

6) Из сферических тр-ков  $ABX$ ,  $BCX$  и  $ACX$ , рис. 14, следует:

$$\frac{\sin (\alpha_1 + \alpha_2)}{\sin r_n} = \frac{\sin \gamma_1}{\sin r_m} = \frac{\sin \omega_1}{\sin r_1} = a$$

$$\frac{\sin (\beta_1 + \beta_2)}{\sin r_n} = \frac{\sin \gamma_2}{\sin r_c} = \frac{\sin \omega_2}{\sin r_2} = b$$

$$\frac{\sin r_m}{\sin \beta_1} = \frac{\sin r_c}{\sin \alpha_1} = \frac{\sin r}{\sin (\omega_1 + \omega_2)} = c,$$

где  $a$ ,  $b$  и  $c$  известны.

Комбинируя эти уравнения, найдем:

$$\frac{\sin \gamma_1}{\sin \beta_1} = ac; \quad \frac{\sin \gamma_2}{\sin \alpha_1} = bc; \quad \frac{\sin (\alpha_1 + \alpha_2)}{\sin (\beta_1 + \beta_2)} = \frac{a}{b}.$$

Кроме того в тр-ке  $ABC$  известны углы  $\alpha_2$  и  $\beta_2$  и сумма

$$\gamma_1 + \gamma_2 = \Theta.$$

а потому эта группа четырех уравнений дает возможность найти  $\alpha_1$ ,  $\beta_1$ ,  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$ .

По нахождении всех вышеуказанных величин находим  $r_m$ ,  $r_n$ ,  $r_c$ ; наконец, по нахождении последних, легко найти  $P$  и  $l$ , решая сферический треугольник  $ANX$  или  $CNX$ .

7) Расчет углов  $\omega_1$  и  $\omega_2$  ведется аналогично расчету 3).



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

*А. Ф. Шорина.*

**ВВЕДЕНИЕ.** — С очень недавнего времени вопрос о расчете радиостанций стал на более или менее твердую почву. До сих пор радиостанции, особенно мощные, строились по очень приблизительным даже не расчетам, а соображениям. За последнее время следствием целого ряда опытов и научных исследований явилась возможность почти совершенно точно вычислить и сконструировать все отдельные части радиостанции. Если имеется возможность произвести подсчет отдельных частей, само собой выдвигается экономическая сторона расчета, как нужно построить отдельные части радиостанции для того, чтобы ее работа была наиболее дешевая и выгодная. Особенно большой интерес это представляет в настоящее время, когда имеется несколько видов передающих генераторов. Крайне интересно выяснить, который из них дает наибольшие удобства и выгоды в смысле эксплуатации. Далее экономическое рассмотрение расчета радиостанции может показать, например, что выгоднее, устраивать ли сеть с большим излучением, т. е. с высокими мачтами, или же, наоборот, выгоднее иметь более низкие мачты и увеличивать мощность передатчика.

В данной работе предполагается выяснить следующие основные данные радиотелеграфных установок для дальности действия в 1000 или 3000 километров: 1) Стоимость слова при передаче искровым, машинным, ламповым и дуговым генератором; 2) Влияние выбора высоты мачты на стоимость слова при применении быстродействующих аппаратов; 4) Сравнение проволочного телеграфа и радиотелеграфа в одинаковых условиях.

До сих пор все эти вопросы почти не рассматривались, а тем более не выяснялись, даже приблизительные, относительные величины при сравнении друг с другом.

В данной работе выяснение затронутых вопросов ведется следующим образом: 1) Производится расчет расходов на оборудование и

эксплоатацию при работе слуховым методом приема для радиостанции с искровым, дуговым, ламповым и машинным генератором при 150 метровых мачтах; 2) Тот же расчет, но для 100 метровых мачт; 3) Тот же расчет, но для 200 метровых мачт; 4) Производится исследование пропускной способности радиостанций в зависимости от различных условий работы; 5) Определяется стоимость слова для всех выше перечисленных в пунктах 1, 2, 3 условий расчета; 6) Производится расчет расходов на оборудование и эксплуатацию для работы механическими приемниками и передатчиками при машинном и дуговом генераторах при 150 метровых мачтах; 7) Определяется пропускная способность при повышенной силе приема для различных условий приема; 8) Определяется стоимость слова при повышенной силе приема для различных условий работы; 9) Рассчитывается радиостанция с выделенным приемом; 10) Определяется стоимость слова при проводочной передаче на те же расстояния в 1000 и 3000 километров по возможности в одинаковых условиях с радиотелеграфом для аппаратов Уитстона и Бодо; 11) Выводится заключение, где производится сравнение всех выясненных условий.

В данной работе были приложены все старания для создания одинаковых условий расчета с тем, чтобы получить более или менее точный и беспристрастный взгляд на затронутые вопросы. Расчеты всех расходов произведены очень подробно с учетом всех мелочей, для того, чтобы иметь самую полную и точную цифру эксплуатационных расходов. Все расходы взяты по первой половине 1914 года ввиду того, что эти цены были последними не подверженными различным изменениям от влияния войны или революции. Везде в расчетах исключена стоимость земли для устройства радиостанций, телеграфных контор и линий. В данном расчете могут быть некоторые неточности в смысле стоимости некоторых материалов, но они одинаково учтены во всех вариантах, что вносит малую погрешность при сравнении, но в случае каких-либо больших изменений в цифрах очень легко внести любую поправку. Процент на амортизацию для радиотелеграфных аппаратов взят небольшой, т. к. предполагается, что устаревший технический тип будет применен для других второстепенных установок. Во всех расчетах стоимость капитала принималась в 5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; конечно, в случае изменения этой цифры, все величины могут измениться в ту или другую сторону.

## Глава первая.

### Нормальный слуховой метод приема.

#### ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ РАДИОСТАНЦИИ СО 150 МЕТР. МАЧТАМИ.

#### РАСЧЕТ РАДИОСТАНЦИИ С ИСКРОВОМ ПЕРЕДАТЧИКОМ.

Для расчета искрового передатчика пользуемся формулой Остина—Коэна, а именно:

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

как наиболее подходящей для работы с затухающими колебаниями. Принимаем за основное условие одинаковость высот передающей и приемной антенн, каковое предположение для точности расчета не играет большой роли, а для дальнейших выкладок значительно упрощает расчет. Поведем расчет в предположении, что передача идет по водной поверхности, считая, что при передаче на большие расстояния при сравнительно длинной волне поглощение мало будет сказываться. Для начала расчета необходимо будет исходить из каких-либо основных предположений. Они конечно могут быть различны. Мы для первоначального расчета остановимся на некоторых наиболее употребительных и выгодных условиях, а именно для дальности действия на 3000 клм принимаем следующие основные величины:

1) Высота мачты около 150 метров; 2) Длина нормальной рабочей волны в 5000 метров; эта волна является кроме того и наивыгоднейшей волной в смысле дальности действия. Тогда сила тока в передающей антенне при волне 5000 мт равна 58А; при волне 7000 мт равна 62 А.

При таких условиях рабочей волны и высоты мачты сопротивление излучения по теории гертцева диполя будет  $1580 \cdot \left(\frac{150}{5000}\right)^2 = 1,4$  ома.

В дальнейшем расчете мы считаем, что сеть у нас Т-образная, а потому принимаем практически действующую высоту сети равной действительной высоте подвеса горизонтальной части, а также не будем учитывать вполне провеса проводов.

Вредное сопротивление будет  $1,50 \cdot (\lambda : \lambda_0) = 1,5 (5000 : 3000) = = 2,5$  ома. Полное сопротивление сети 3,9 ома. Общая мощность в антенне  $= 5,8^2 \cdot 3,9 = 13,2$  клв.



При искровом методе для коэффициента полезного действия антенна — контур в 40%, подводимая мощность необходима в 33 квл; мощность, подводимая к трансформатору, при кпд в 97% равна 34 квл; мощность альтернатора при его кпд в 82% равна 40 квл; мощность мотора при кпд в 82% равна 49,5 квл или, приблизительно, 50 квл. Расход на вращение разрядника, дутье и другие надобности 25 квл, и таким образом полная необходимая мощность работы искровым передатчиком равна 75 квл.

Если произвести такого рода расчет для волны в 7000 метров, то при тех же мачтах получится: сопротивление излучения = 0,71 ома; вредное сопротивление = 3,5 ома; полное сопротивление антенны = 4,21 ома. Общая мощность в антенне  $I^2 R = 16,1$  квл, т. е. на 23% больше.

Соответствующие результаты получим при работе и более короткими волнами.

На черт. 1 указаны зависимости от длины волны величины полезного, вредного, полного сопротивлений антенны и мощности в антенне. Из этих кривых видно, что для работы радиостанции мощность передатчика необходимо рассчитывать по рабочей волне 7000 метров для того, чтобы иметь запас мощности на случай работы невыгодной волной, тогда мощность агрегата будет получена следующим образом:

Мощность в антенне 16,2 квл; мощность в замкнутом контуре 40,5 квл; мощность трансформатора 41,5 квл; мощность альтернатора 50 квл; мощность мотора постоянного тока 62 квл.

Принимая во внимание расход на вращение разрядника, дутье и освещение радиостанции в 25 квл, получим необходимую потребляемую мощность 87 квл, и, при кпд динамо в 90%, мощность силового агрегата выразится величиной 96 квл или 130 НР.

Далее останавливаться на анализе основных величин не будем, т. к. из цифр видно, что произвести расчет отдельных частей радиостанции, как то передатчика, сети, мачт при таких данных не представляется затруднительным.

Расход энергии на освещение радиостанции, зарядку аккумуляторов и пр. в самое темное время равен 25 квл, а поэтому, при работе наимыгоднейшей волной, общая мощность при максимальной нагрузке 75 квл; при кпд динамо в 75 квл равно приблизительно 90%, мощность силового агрегата равна 83 квл или с округлением 110 НР.

#### Силовая установка.

Остановимся на дизельной установке, как наиболее дешевой и гибкой, т. к. работа радиостанции носит обыкновенно неравномерный характер, и электрическая станция, оборудованная дизель мотором, будет и наиболее дешевой, и наиболее удобной. Род применяемого

тока будет постоянный с аккумуляторной батареей и вольтодобавочной машиной или специальной динамомашиной, имеющей возможность перевозбуждения. Выяснив мощность силовой установки, род тока и тип двигателей, перейдем к экономическому расчету станции.

Стоимость двух дизель моторов по 130 HP каждый с монтажом, установкой, трубопроводами, с принадлежностями

$$2 \cdot 120 \cdot 130 = 31500 \text{ руб.}$$

Амортизация дизель моторов в среднем из 6<sup>0</sup>/<sub>0</sub>—1800 руб. Предполагая, что двигатель в течение года будет работать на <sup>3</sup>/<sub>4</sub> своей нормальной мощности, мы можем принять расход нефти на действ. лош. силу—час равным 0,213 кгр. При нормальной работе 18 часов в сутки получим за год расход:

$$\frac{0,213 \cdot 365 \cdot 18 \cdot 100}{16 \cdot 4} = 8500 \text{ пуд.}$$

на сумму  $8500 \cdot 65 = 5500$  рублей.

Смазочные и обтирочные материалы можно считать 0,30 коп. на 1 выработанную силу—час., а всего

$$\frac{0,30 \cdot 365 \cdot 18 \cdot 100}{100} = 1850 \text{ руб.}$$

Ремонт принято считать от 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>0</sup>/<sub>0</sub> до 3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> стоимости двигателей, но, как показала практика, эту цифру можно уменьшить при хорошей установке и хорошем обслуживании до 1,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> и меньше первоначальной стоимости, что выразится суммой 3600 руб.

Стоимость динамо с установкой, приблизительно по 40 рублей за 1 квт,  $40 \cdot 90 \cdot 2 = 7200$  руб. Распределительная доска приблизительно по 10 руб. на установленный киловатт стоит 1800 руб. Провода до доски и монтаж их, выводы от доски к передающим приборам и вся проводка в зданиях приблизительно по 25 руб. на 1 киловатт будет стоить 3650 рублей.

Фундаменты под дизель-моторы, динамо по 15 руб. на установленный киловатт обойдутся приблизительно в 2700 руб. Мостовой кран и резервуары 15000 руб. Вспомогательные работы 3000 руб.

Аккумуляторная батарея в 240 ампер-часов на 220 вольт с полной установкой и оборудованием 6600 руб. (сюда входит доставка, установка, заливка). Расход на здание приблизительно по 45 руб. за установленный киловатт, всего 66000 руб. или же, при подсчете по

плану 500 куб. саж. по 100 руб. за куб. саж., 50000 рублей; на этой последней цифре как более точной и остановимся.

Таким образом стоимость оборудования выразится в сумме 120850 руб., что и указано в приложенной ниже таблице 1.

Далее подсчитаем эксплуатацию электрической станции, состоящую из косвенных расходов и прямых расходов.

*Косвенные расходы.* Процент на капитал  $(111.950.5) : 100 = 6040$  р. Амортизация здания и фундаментов из 2% —  $(52200.2) : 100 = 1044$  руб. Амортизация динамомашии, считая 3% составляет  $(7.200.3) : 100 = 2150$  р. Амортизация распределительного устройства, кабелей, мостового крана, и прочих устройств из 5% —  $(20400.5) : 100 = 1020$  руб. Амортизация аккумуляторной батареи вместе с ремонтом, считая 6% , = 400 р.

Всего косвенных расходов с округлением 10520 руб.

*Прямые расходы.* Расход на топливо, как ранее вычислено, 5500 руб.; смазочный, обтирочный материал 1850 руб. и ремонт 3600 руб. Ремонт батареи предусмотрен раньше; ремонт здания 500 руб.; кислота и вода на аккумуляторную батарею 150 руб.

Всего прямых расходов 11.600 руб.

#### Передающее устройство.

Далее перейдем к оборудованию и эксплуатации передатчика.

Раньше нами были определены мощность трансформаторов и моторов. Мы здесь не будем разбирать установки искрового передатчика различных систем, а просчитаем установку хотя бы с вращающимся разрядником Маркони. Автором были просчитаны различные типы; оказывается, что применение того или иного типа разрядника играет очень малую роль в стоимости оборудования и эксплуатации.

**Оборудование.** — Стоимость трансформатора, динамо и мотора в двух комплектах с установкой приблизительно по 60 руб. за киловатт всего 2  $(42 + 50 + 62) \cdot 60 = 19000$  руб. Распределительная доска, пусковые приспособления по 15 руб. за квл:  $158 \cdot 15 \cdot 2 =$  прикл. 4750 руб. Провода от доски к моторам и монтаж до колебательного контура с установкой передающих ключей и пр. по 20 руб. за квл:  $158 \cdot 10 \cdot 2 =$  прикл. 3200 руб. Колебательный контур, конденсаторы, переключатель волн, антенные самоиндукции за рабочий квл по 100 руб. Итого 2400 руб. Два разрядника по 500 руб. на валу умформера 1000 руб.

Здание около 20% от стоимости оборудования, что выразится с округлением цифрой 5000 р., и вспомогательные работы 1500 руб., считая около 5%; всего оборудование стоит 36850 руб.

**Эксплуатация.** — Процент на капитал  $(36.850 \times 5) : 100 = 1840$  руб. Амортизация здания и фундаментов из 2% , —  $(5.000 \times 2) : 100 = 100$  руб. Амортизация распределительного устройства разрядника, контура



и проч.  $5\frac{0}{10}—5$ .  $(4750 + 3200 + 2400 + 1000) : 100 =$  прикл. 550 руб.  
Амортизация динамомашии и трансформаторов 400 руб.

Таким образом всего косвенных расходов 2890 руб.

*Прямые расходы.* Смазочный, обтирочный материал и пр. приблизительно 200 р. в год. Ремонт двигателей, динамо и электрического устройства  $2,5\frac{0}{10}$  стоимости с округлением 900 руб.

Всего прямых расходов 1100 руб.

### Приемное устройство.

**Оборудование.**—Здание предполагается отдельное с тремя кабинками, аппаратной, общей дежурной и канцелярией радиостанции общим объемом в 250 куб. саж.

|                                                                                                 |        |       |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|--------|
| Стоимость здания . . . . .                                                                      | —      | 25000 | руб.   |
| Приемников для волн до 25000 метров . . . . .                                                   | 2 шт.  | —     | 1200 „ |
| Автоматический аппарат Уитстона с принадлежностями —                                            |        | 300   | „      |
| Усилителей 3-х кратных . . . . .                                                                | 4 шт.  | —     | 400 „  |
| Батарей аккумуляторных 80 вольт . . . . .                                                       | 5 шт.  | —     | 450 „  |
| Батарей накала . . . . .                                                                        | 10 шт. | —     | 200 „  |
| Общее оборудование мебелью здания, оборудование канцелярии, машинки, столы, шкафы и пр. . . . . |        | —     | 4000 „ |
| Установка распределительных досок и проводка для сигнализации . . . . .                         |        | —     | 300 „  |

---

Всего 31.850 руб.

Примечание: Для канцелярии радиостанции отводится помещение в общем здании с приемной, и потому общая кубатура здания берется в размере 250 куб. саж. В этом здании предусматривается кабинет заведывающего и лабораторная комната.

*Косвенные расходы.* Процент на капитал из  $5\frac{0}{10}$  годовых—1590 руб. Амортизация здания из  $2\frac{0}{10}$ —500 руб. Амортизация всего остального имущества  $20\frac{0}{10}$  (т. к. аккумуляторные батареи и пр. устройства быстро изнашиваются и совершенствуются) приблизительно 1100 руб., всего косвенных расходов на сумму 3190 руб.

*Прямые расходы.* Бумага, карандаши, чернила, и пр. по примеру расхода детскосельской радиостанции 1500 руб. в год. Эта цифра является вполне достаточной при правильной работе приемной и канцелярии. Расход лампочек усилительных 300 шт. в год; при цене по 5 руб. за лампочку на сумму 1500 руб. Ремонт приборов, усилителей, батарей, машинок, мебели и пр., считая  $5\frac{0}{10}$  от оборудования, всего 315 руб. Всего прямых расходов будет 3315 руб.

Сеть предполагается состоящей из ряда горизонтально натянутых проводов (типа Маркони); число необходимых проводников около 25 средней длиной 500 мт, сечением 4 мм при общем весе провода  $(25 \cdot 500 \times 112) : 1000 = 1400$  кгр  $= 87$  пуд. по цене 25 руб. пуд; всего с округлением 2400 руб. Сетевые изоляторы, канаты, тальрепы, коуши и пр. 1000 руб. Работа по подвеске 150 руб.; всего на оборудование сети 3550 руб.

*Косвенные расходы.* Процент на капитал 175 руб. Амортизация проводки из 10% — 240 руб. Амортизация каната изоляторов и пр. из 50% — 500 руб. Всего косвенных расходов на сумму 915 руб.

*Прямые расходы.* Ремонт сети, канатов, изоляторов и пр. 200 руб.

### З а з е м л е н и е.

Хорошее заземление по английским нормам должно иметь поверхность около 10 кв. метров на каждый киловатт первичной энергии. Нужно считать, что эти нормы преувеличены и будем принимать, что достаточно иметь от 14 до 16 кв. метров на киловатт в антенне. В данном случае мощность в антенне 16 киловатт, поэтому поверхность металлического заземления будет 240 кв мт, что при прокладке проводов в 10 кв мм составит на 1000 мт. длины поверхность:  $0,0036 \cdot 3,14 \cdot 1000 = 11,4$  кв мт. Таким образом потребуется провода  $(240 \cdot 1000) : 11,4 = 21500$  метров общим весом приблизительно 108 пудов; при цене по 25 руб. за пуд, всего на сумму 2700 руб. Дополнительные устройства в виде листов на концах проводов из оцинкованного железа 250 руб. Прокладка проводов, считая среднюю глубину заложения около 5 вершков, при среднем грунте с рытьем ям для листов заземления 550 руб.

Таким образом вся работа по оборудованию заземления 3500 руб.

*Косвенные расходы.* Процент на капитал — 175 руб. и амортизация, считая 1% от стоимости меди, приблизительно 30 руб. и всего косвенных расходов 205 руб.

*Прямые расходы.* Ввиду того, что никакого ремонта почти не потребуется, можно брать стоимость его в год около 1%, что составит около 30 руб. прямых расходов.

### М а ч т ы.

Наиболее важным, как мы увидим дальше, является вопрос о выборе системы, количества и расположения мачт. Для примера остановимся на более типичной, выработанной практикой системе Маркониевской сети. Тогда, при выбранной нами длине волны и при удлинении собственной волны не более чем в  $2\frac{1}{2}$  раза, необходимо будет установить для надежного подвеса сети и ввода в передатчик 4 мачты (при полной высоте 150 метров).

Конечно по вопросу о выборе мачт можно много привести различных вариантов, но я останавливаюсь здесь на наиболее ходовом варианте с трехгранными мачтами на оттяжках из нормального сортового железа тяжелой конструкции с 4—5 кратным запасом прочности, т. к. имеется их полный детальный расчет и подобного типа мачты установлены в Москве на ходынской радиостанции.

На этих же мачтах предполагается подвешенной приемная сеть.

Оборудование.—Исходя из расчета, что вес мачты указанной конструкции около 45000 кг, при цене франко завод 6 руб. с пуда, или 37 к. за кг, определяем стоимость конструкции мачты около 11.100 рублей. Окраска мачты общей площадью  $600 \times 4 = 240$  кв. мт, считая окраску за два раза по 10 руб. за кв. саж., всего на сумму 4800 руб. Стоимость окраски взята сравнительно высокая ввиду трудности работы. Доставка и установка всех четырех мачт стоит около 12000 руб.

Берем мачты с оттяжками и считаем, что оттяжки будут с трех сторон по 5 шт. Общая длина оттяжек для 4 мачт, принимая во внимание необходимый избыток, равна 10500 мт. Диаметр троса, принимая во внимание существующие конструкции, около 2,5 см; при цене за метр 2 р. 40 к. на сумму 25200 руб. Заготовка коушей, затяжек и пр. частей для устройства мачт около 2000 руб.

Фундаменты для оттяжек предполагается изготовить из бетона и кирпичной кладки; принимая во внимание данные фундаментов уже установленных мачт, определяем вес бетонного основания около 83 тонн, вес кирпичной кладки около 130 тонн. Таких фундаментов для 4 мачт будет 12 шт., следовательно вес всего бетона равен 1000 тонн, а вес кирпичной кладки приблизительно равен 1600 тонн. Цифры для фундаментов взяты с очень большим запасом. При стоимости тонны бетона 2 р. 50 к., весь бетон стоит 2500 руб. Стоимость кирпичной кладки по 2 руб. тонна, всего на сумму 3200 руб., считая в этой сумме и рытье котлованов без отвозки грунта.

Фундамент, для мачты с собственным весом 45000 кг, необходим, если принять во внимание имеющиеся конструкции, общим объемом в 50 куб. мт. Всего на 4 мачты фундаментов необходимо около 200 куб мт или, считая 1 куб. мт = 0,10 куб. саж., всего 20 куб. саж. За выкладку фундамента на цементном растворе по 100 руб. за куб. с выкапыванием котлованов, всего 2000 руб. Опять необходимо отметить большой запас в смысле размеров фундамента.

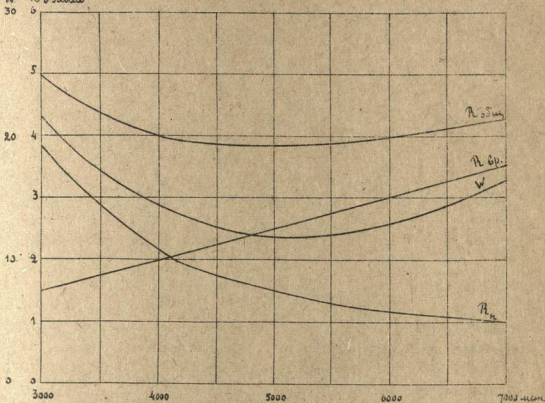
Вспомогательные работы, изолировка мачт и пр. 5% общей стоимости, около 6800 руб.

Таким образом являются подсчитанными все отдельные части мачты. Конечно в расчете основных величин могут быть большие или меньшие отклонения в зависимости от принятого запаса прочности

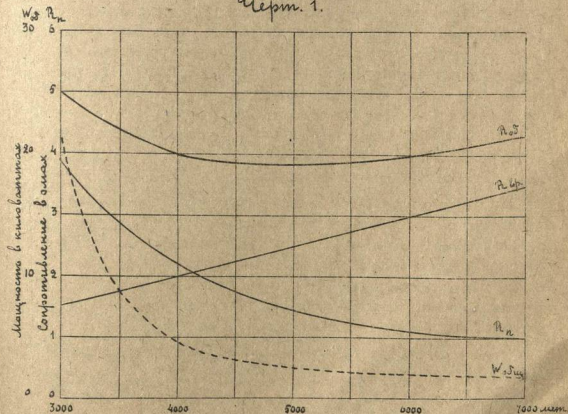


Кеманов А. Ф. Усруна.

W R S<sub>sub</sub>

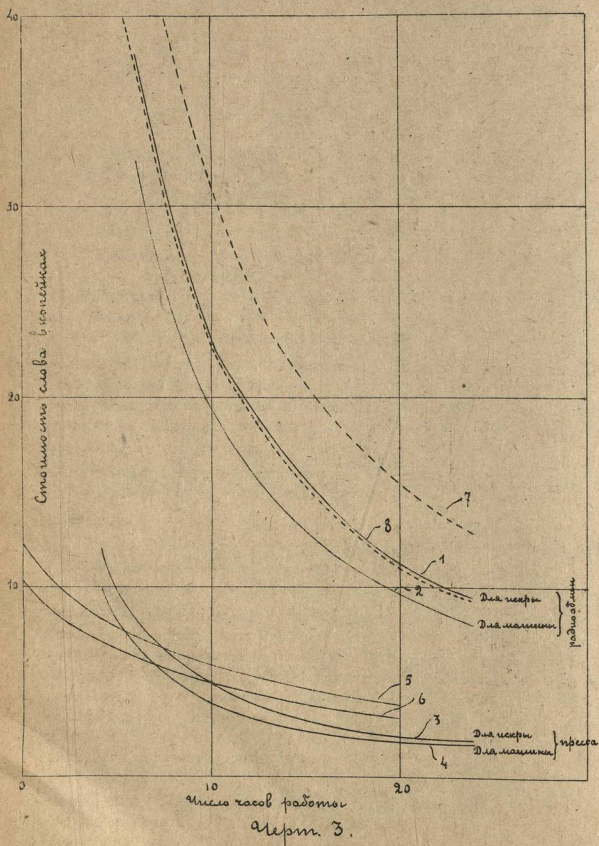


слепн. 1.



слепн. 2.

Рисунки А. Ф. Угрюма.



конструкции мачт и оттяжек, но на таком примере с достаточной степенью точности можно вполне остановиться.

Перейдем к расчету прямых и косвенных расходов на мачты, считая, что полное оборудование радиостанции четырьмя мачтами обойдется в 123660 руб.

*Косвенные расходы.* Процент на капитал из 5% годовых—6180 руб. Амортизация мачт, оттяжек и всех металлических конструкций из 2% от затраченного капитала, амортизация фундаментов тоже из 2%—в общем всего на все установленные мачты на сумму 2470 руб.

Всего косвенных расходов 8650 руб.

*Прямые расходы.* Ремонт из 2% стоимости мачт, считая в этой сумме и их окраску через 3 года два раза масляной краской, что составляет прямых расходов на сумму 2470 руб. в год.

### Отопление зданий.

Оборудование центрального отопления в здании машинного отделения, аккумуляторного помещения, передатчика, мастерской и пр., при общей кубатуре здания в 550 куб. саж. и внутреннем объеме в 280 куб. саж., с установкой калориферов и труб при одном норвильском котле, считая по 28 руб. за куб. саж. внутреннего объема, всего 7.800 руб.

Необходима установка второго запасного котла ввиду возможной порчи единственного котла, ибо в таком случае аккумуляторное помещение может остаться без отопления и может произойти замерзание аккумуляторной батареи. Стоимость установки второго котла 800 руб.

*Косвенные расходы.* Процент на капитал—430 руб. Амортизация всего котельного устройства, исходя из 5% отчисления на затраченный капитал, выразится в сумме 430 руб. для котлов и трубопроводов.

*Прямые расходы.* Ремонт котельной установки с трубопроводами из 2% стоимости установки—170 руб. в год.

К прямым расходам необходимо отнести отопление как главного здания, так и отдельного помещения для приемной и канцелярии.

Для первого здания годовой расход березовых дров для отопления, не принимая во внимание тепла от дизеля, равен 26 куб. саж., при отопительном периоде 6½ месяцев; требуемое количество тепла—112000 калорий в час при внутреннем объеме отапливаемых помещений 28 куб. саж. и расходе тепла по 4000 калорий в час на 1 куб. саж. внутреннего помещения здания, принимая во внимание искусственную и естественную вентиляцию. Стоимость дров с укладкой и доставкой 50 руб. за куб. сажень; таким образом полная стоимость отопления главного здания 1300 руб.

На отопление здания приемной и канцелярии, при объеме здания 250 куб. саж. и внутреннем объеме 150 куб. саж., исходя из преды-



дущих расчетов, необходимо дров приблизительно 14 кубов на сумму 700 руб.

Всего прямых расходов не считая воды, масла 2170 руб. в год.

### Оборудование мастерской.

Как показала практика, для работ по текущему ремонту и переустройству радиостанции необходимо оборудование достаточной мастерской при самой радиостанции.

Оборудование предполагается следующее:

|                                        |               |
|----------------------------------------|---------------|
| Станок токарный (большой) . . . . .    | 1 — 1300 руб. |
| "      "      (малый) . . . . .        | 1 — 500 "     |
| Сверлильный станок (большой) . . . . . | 1 — 300 "     |
| "      "      (малый) . . . . .        | 1 — 150 "     |
| Фрезерный станок малый . . . . .       | 1 — 1000 "    |
| Строгальный станок . . . . .           | 1 — 500 "     |
| Набор инструментов и ключей . . . . .  | 1 — 1000 "    |
| Тиски и пр. слесарн. инстр. . . . .    | 100 "         |
| Установка горна и наковальни . . . . . | 300 "         |
| Трансмиссия и мотор . . . . .          | 600 "         |
| Работы по установке . . . . .          | 300 "         |

---

Всего на устройство мастерской 6050 руб.

*Косвенные расходы.* Процент на капитал—325 рублей. Амортизация мастерской, при сравнительно большой работе на радиостанции, из 5% составит 360 руб. в год.

*Прямые расходы.* Ремонт мастерской, замена сломанного инструмента и пр. около 3% на сумму 180 руб. в год.

### Устройство водопровода.

Крайне важной отраслью технического хозяйства радиостанции является водопровод. Устройство водопровода на радиостанции может быть решено только в зависимости от местных условий; тут необходимо выбрать просто наиболее выгодное из следующих возможных устройств: 1) артезианские колодцы, 2) ответвление от города, 3) собственная водоподкачка от реки. Не останавливаясь на том или ином способе получения воды, подсчитаем потребное количество воды в год и, умножая на стоимость ее по некоторой средней цене, получим прямой годовой расход на воду.

Количество воды, необходимой для радиостанции, равно около 3000 ведер в сутки, считая и воду на охлаждение дизеля; при цене 3 к. за 100 ведер расход на воду составляет около 330 руб. в год.

## Обслуживание персоналом.

Для правильного обслуживания радиостанции по примеру имеющих штатов радиостанций необходим следующий технический и административный персонал, с указанием числа лиц и годового оклада.

|                                 |    |         |       |        |
|---------------------------------|----|---------|-------|--------|
| Завед. радиостанцией . . . . .  | 1  | по 3000 | 3000  | в год. |
| Завед. электр. частью . . . . . | 1  | " 2400  | 2400  | "      |
| "    механ. частью . . . . .    | 1  | " 2400  | 2400  | "      |
| Радиомехан. старших . . . . .   | 4  | " 1500  | 6000  | "      |
| Электротехников . . . . .       | 4  | " 1200  | 4800  | "      |
| Электротехников . . . . .       | 3  | " 720   | 2160  | "      |
| Слухачей . . . . .              | 10 | " 1200  | 12000 | "      |
| Механик юзист . . . . .         | 1  | " 900   | 900   | "      |
| Корректоров переводч. . . . .   | 4  | " 900   | 3600  | "      |
| Юзистов . . . . .               | 4  | " 720   | 2880  | "      |
| Мотористов . . . . .            | 7  | " 720   | 5040  | "      |
| Мачтовик . . . . .              | 1  | " 900   | 900   | "      |
| Кочегаров . . . . .             | 2  | " 360   | 720   | "      |
| Слесарь . . . . .               | 1  | " 600   | 600   | "      |
| Токарь . . . . .                | 1  | " 600   | 600   | "      |
| Делопроизводитель . . . . .     | 1  | " 860   | 860   | "      |
| Канторщиков . . . . .           | 3  | " 600   | 1800  | "      |
| Сторожей . . . . .              | 4  | " 300   | 1200  | "      |
| Дворников и рабочих . . . . .   | 5  | " 300   | 1500  | "      |
| Конюхов . . . . .               | 2  | " 400   | 800   | "      |

|          |               |
|----------|---------------|
| Всего 60 | 54.160 в год. |
|----------|---------------|

Предполагается следующее распределение обязанностей и рабочего времени:

Заведывающий наблюдает в целом за всей работой радиостанции, каждый помощник руководит своей частью, один электрической, другой механической. В машинном отделе дежурят 3 смены по 2 человека. У распределительной доски в передатчике дежурят два человека, в приемной дежурят по два слухача в 4 смены. Для каждой рабочей группы машинного и электрического отделения имеется один запасный специалист, который несет работу во время отпусков и болезни. В приемной ввиду большого штата предусмотрено двое запасных на все смены при двух дежурящих работниках. В остальном предложенный штат совершенно ясен и понятен.

Итак расход на содержание личного состава в 60 человек выражается суммой 54160 руб. в год.

Для правильного обслуживания радиостанции и привлечения достаточно хорошего персонала, который не перебежал бы с места на место и специализировался бы на данной установке, а кроме того, имея

в виду, что радиостанции зачастую могут быть построены в таком месте, где жилых помещений вблизи нет, необходимо устройство специального жилого дома для ряда служащих и рабочих, нахождение которых при радиостанции безусловно необходимо. Желательно предоставить следующие казенные помещения для следующих лиц:

|                                               |   |   |   |            |
|-----------------------------------------------|---|---|---|------------|
| Заведывающий радиостанцией 4 комнаты и кухня. |   |   |   |            |
| Завед. механ. частью                          | 1 | 3 | " | "          |
| " электр.                                     | 1 | 3 | " | "          |
| Радиомехаников                                | 2 | 2 | " | "          |
| Сторожей                                      | 2 | 1 | " | "          |
| Мачтовик                                      | 1 | 1 | " | "          |
| Конюхов                                       | 2 | 1 | " | об. кухня. |
| Общежитие на 5 чел.                           | 1 | " | " | "          |

На это минимальное количество помещаемого служебного персонала необходимо здание в 200 куб. саженей; считая по 80 руб. за саж. постройки, всего на сумму 16000 рублей.

Годовой расход березовых дров на отопление помещения без центрального отопления выразится в 13 куб. саж., считая отопительный период в 6½ месяцев при внутреннем объеме здания в 140 куб. саж., принимая естественную и искусственную вентиляцию. Таким образом годовой расход на отопление выразится в сумме 800 руб.

*Косвенные расходы* на здание для служебного персонала. Процент на капитал—800 рублей. Амортизация из 2%—360 рублей.

Всего на сумму 1160 рублей.

*Прямые расходы.* Ремонт здания из 2%—360 руб. Отопление помещения—800 рублей. Всего прямых расходов на сумму 1160 рублей.

Для полного представления о расходе на содержание радиостанции необходимо учесть устройство путей сообщения в виде железной дороги или шоссе, т. к. радиостанция строится на долгий срок и преимущественно за городом; для мощной радиостанции особенно необходим подвоз громоздких машинных частей и горючего. В силу этого необходимо принять в расчет хотя бы проведение небольшого шоссе к пути.

Для данного проекта остановимся на средней величине в 300 саж. шоссе к дороге, как в районе самой радиостанции, так и для магистрали, соединяющей радиостанцию с ближайшей шоссе к дороге данной местности. Стоимость одной кв. саж. шоссе с прорытием канав—7 руб.; весь расход на проведение шоссе в 3 саж. средней ширины около 300 руб.

*Косвенные расходы.* Процент на капитал 315 руб.; амортизация в размере 1%—65 рублей. Всего косвенных расходов на сумму 380 руб.



*Прямые расходы.* Ремонт в размере 2% от стоимости шоссе на сумму 120 руб. в год.

На таблице 1 (см. ниже) приведены для более отчетливого представления расходы как на оборудование радиостанции искровым передатчиком при высоте мачт 150 м, так и на эксплуатацию ее; из этой таблицы видно, что расход на постройку радиостанции выразится в сумме 357.150 рублей, косвенные расходы в сумме 29.455 руб., прямые в сумме 76.840 руб. и таким образом эксплуатационные в сумме 106.295 руб. Пока не будем останавливаться на разборе полученных цифр, а обратимся к расчету радиостанции, оборудованной машиной высокой частоты.

### РАСЧЕТ РАДИОСТАНЦИИ С МАШИНОЙ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ.

Для определения мощности в передающей антенне возьмем те же мачты и ту же длину рабочей волны.

Для расчета радиостанции подобной предыдущей с теми же мачтами и тем же током  $50 \cdot 10^{-6}$  ампер в приемной антенне при расстоянии между радиостанциями 3000 клм, мы примем в основу формулу

Фуллера:  $I_2 = 4,25 \frac{h_1 h_2 I_1}{\lambda r} \cdot e^{-0,0045 / \lambda^{1,5}}$ ; в ней откинем поправочный член в показателе на передачу по суше и посмотрим, какова должна быть сила тока в передающей антенне.

Рабочая волна 5000 метров есть предел выгодной работы затухающими волнами на расстояние 3000 клм; следовательно работа незатухающими волнами будет выгоднее.

Решая приведенное уравнение относительно  $I_1$ , найдем, что необходимый ток в антенне будет 26 ампер. Таким образом ясно видно преимущество работы незатухающими колебаниями перед искрой, для которой требовался ток в 58 ампер в антенне.

Перейдем к подсчету мощности радиостанции. Принимая во внимание те же условия рабочей длины волны и высоты мачт, получим необходимую энергию в антенне  $I^2 R = 26^2 \cdot 3,9 = 2,7$  квл.

Считая, что формула Фуллера для расстояний порядка 3000 клм и для рабочей длины волны в 5000 метров дает известную ошибку в сторону уменьшения вычисляемой энергии, примем мощность необходимую в антенне в 3 квл.

Для подтверждения правильности этой, на первый взгляд малой, цифры можно привести пример работы шаболовской радиостанции со всеми радиостанциями Европы с подобной сетью при 30 амперах в антенне и притом волной более длинной, чем наивыгоднейшая. Для рабочей волны в 5000 метров и частоты 60000 периодов затруднительно изготовить одну машину, поэтому необходимо установить удвоитель

частоты, хотя бы системы проф. Вологодина, сконструированный в то же время и на учетверение частоты. Таким образом машину высокой частоты можно будет считать работающей с частотой в 20000 периодов. Если считать, что умножитель частоты дает кпд в 60%, то мощность первичной энергии к умножителю должна быть 5 квт. Учитывая кпд для машины высокой частоты, получаем мощность 7,2 квт. При кпд электродвигателя в 86%, подводимая мощность к рабочему агрегату должна быть равна 8,4 квт; вспомогательная энергия на приспособление регулирующее число оборотов, электродвигатель для масляного насоса и ключ потребуются в 0,6 квт; всего на комплект радиотелеграфного передатчика с трансформаторами частоты требуется 9 квт.

Расход энергии на зарядку аккумуляторов, освещение, вентиляторы, наружное освещение и пр. около 15—16 квт. При кпд динамо в 25 квт равном 85%, мощность силового агрегата равна 30 квт или 40 НР.

Из этого предварительного расчета видно, что силовая установка при передаче затухающими колебаниями должна иметь мощность в 3 с лишним раза большую (130 НР), чем при передаче незатухающими колебаниями (40 НР) при тех же основных элементах радиостанции.

На черт. 2 даны кривые изменения сопротивления излучения, вредного сопротивления, общего сопротивления и необходимой мощности в антенне в зависимости от длины рабочей волны при постоянных мачтах, причем изменение значения действующей высоты сети не учитывается. Удлинение берется не более, чем в  $2\frac{1}{2}$  раза против собственной длины волны. Из чертежа совершенно ясно видно, что, при работе на волне от 5000 до 7000 метров, необходимая мощность почти не изменяется; это дает нам право остановиться на выбранной мощности, т. к. при переходе по расписанию от наивыгоднейшей волны на другую большую или меньшую передающий агрегат будет вполне достаточен для работы на то же расстояние; из чертежа видно, что рабочие волны в пределах от 3800 до 7500 мт будут выгодными, и можно считать такой диапазон совершенно достаточным для практической работы.

Теперь перейдем к подсчету стоимости силовой установки и ее эксплуатации. Остановимся на дизельной установке, как наиболее удобной в смысле обслуживания и наиболее дешевой.

Оборудование. Здание около 250 кубов при подсчете по плану, считая здесь мастерские, центральное отопление, дежурную комнату, аккумуляторное помещение, вестибюль и пр.; при цене 100 руб. за куб всего 25000 руб.

Стоимость двух дизель-моторов по 40 НР каждый с монтажом, установкой, трубопроводами и принадлежностями по 120 руб. на одну лошадиную силу  $2 \cdot 120 \cdot 40 = 9600$  руб.

Стоимость динамо с установкой приблизительно по 40 руб. за клв  $2.40.30 = 2400$  руб. Распределительная доска приблизительно по 10 руб. за установленный клв  $10.2.30 = 600$  руб. Проводка до доски, монтаж досок и вся проводка в зданиях приблизительно по 25 руб. за клв  $25.2.30 = 1500$  руб.

Фундаменты под дизель-моторы по 15 руб. за установленный клв— $15.2.30 = 900$  руб. Мостовой кран, резервуары—5000 руб. Вспомогательные работы—500 руб.

Аккумуляторная батарея в 240 ампер-часов на 220 вольт с полной установкой и оборудованием—6600 руб.

Таким образом общая стоимость оборудования выразится в сумме 47150 руб.

#### Эксплоатация силовой установки.

*Косвенные расходы.* Процент на капитал 2360 руб. Амортизация здания и фундаментов из 2%—520 руб. Амортизация распределительного устройства, кабелей, мостового крана и прочего устройства из 5%—355 руб. Амортизация аккумуляторной батареи вместе с ремонтом, считая в общем в 6%, равна 400 руб. Амортизация дизель-моторов из 8%—770 руб. Амортизация динамомашин из 8%—72 руб.

Всего косвенных расходов—4480 руб.

*Прямые расходы.* Предполагая, что двигатель в течение года будет в среднем работать при  $\frac{3}{4}$  своей нормальной мощности, мы можем принять расход нефти на действ. лош. силу—час равным 0,230 кгр и, при средней работе в 18 часов в сутки,

$$(0,22.365.18.30):16,4 = 2800 \text{ пуд.},$$

т. е., при цене 65 коп. за пуд, на сумму 1820 руб.

Смазочные и обтирочные материалы можно считать 0,30 коп. на 1 выработанную силу—час и всего  $(0,30.365.18.30):100 = 600$  руб.

Ремонт мелких двигателей следует считать из 3% их стоимости, —при данной установке меньшей величины брать невозможно. Тогда ремонт выразится в сумме 300 руб. Ремонт крана, динамомашин и проводки из 1,5% первоначальной стоимости—135 руб. Ремонт аккумуляторной батареи вошел раньше. Ремонт здания из 1%—250 руб. Кислота и дистиллированная вода 115 руб.

Всего прямых расходов 4200 руб.

#### Передающее устройство.

Перейдем к оборудованию и эксплуатации передатчика.

*Оборудование.* Стоимость двух передающих агрегатов машин высокой частоты мощностью 7,5 клв при 20000 периодах равна



14000 руб. Стоимость двух умножителей частоты с частоты 20000 периодов на рабочую волну — 3000 руб. Распределительная доска, пусковые приспособления по 30 руб. за клв стоят приблизительно 1550 руб. Проводка от доски к моторам и монтаж схемы от машины высокой частоты к сети, установка передающих ключей и пр. приблизительно 1650 руб. Устройство помещения для установки передающих приборов, не вошедшее в стоимость здания для силовой установки, 4000 р. Вспомогательные работы по прокладке и установке около 1000 руб.

Всего на оборудование — 25200 руб.

*Косвенные расходы.* Процент на капитал 1260 руб. Амортизация здания 80 руб. Амортизация распределительного устройства из 5% — 160 руб. Амортизация динамомашинок к машине высокой частоты из 3% — 420 руб. Амортизация умножителей частоты из 10% — 100 руб.

Всего косвенных расходов на сумму 2020 руб.

*Прямые расходы.* Расход масла на машины и умножители частоты в среднем около 100 руб. в год и ремонт машин и всей электрической установки, считая 2% от стоимости установки, приблизительно 500 руб.

Всего прямых расходов 600 руб.

### Приемное устройство.

Приемное устройство для радиостанции, оборудованной машиной, ничем не будет отличаться от приемного устройства радиостанции с искрой, а потому прием для нашей проектируемой установки те же самые цифры.

### Сеть и заземление.

Эти две части радиостанции как при машине, так и при дуге можно считать одинаковыми.

Явления короны, как видно из мощностей, проводов и емкости антенны, происходить не будет.

### М а ч т ы.

Мачты считаем также одинаковыми с предыдущим вариантом.

### Отопление главного здания.

Оборудование центрального отопления в здании машинного отделения, аккумуляторного помещения, мастерской, передатчика и пр. при общей кубатуре в 290 куб. саж. с внутренним объемом в 140 куб. саж., с установкой калориферов и труб при одном корнвалийском котле, считая по 28 руб. за куб. саж. внутреннего объема, всего около 4000 руб.

Второго запасного котла не устанавливается.

*Косвенные расходы.* Процент на капитал 200 руб. Амортизация котельного устройства исходя из 5% отчислений, — 200 руб.

Всего косвенных расходов 400 руб.

*Прямые расходы.* Ремонт котельной установки с трубопроводами из 2% от оборудования на сумму 80 руб.

К прямым расходам необходимо отнести отопление как главного здания, так и отдельного помещения приемной и канцелярий.

Для главного здания годовой расход дров выразится в количестве 13 куб. саж.; на отопление здания приемной и канцелярии 14 куб. саж.; всего 27 куб. саж., при цене 50 руб. за куб. саж. на сумму 1350 р.

### **Оборудование мастерской.**

Ввиду более легкого оборудования силовой станции передатчика, оборудование мастерской можно сократить по сравнению с оборудованием искровой радиостанции на большой токарный и большой сверлильный станки. Тогда оборудование мастерской выразится в сумме 4450 руб.

*Косвенные расходы.* Процент на капитал—225 руб. и амортизация из 6%—270 руб., всего косвенных расходов 495 руб.

*Прямые расходы.* Ремонт мастерской, замена поломанного инструмента и пр. 180 руб. в год.

### **Устройство водопровода.**

То же, что можно сказать относительно искровой радиостанции. Расход воды приблизительно 1500 ведер в сутки; при цене 3 к. за 100 ведер, стоимость воды около 165 руб. в год.

### **Обслуживающий персонал.**

Для правильного обслуживания радиостанции с машиной необходимо то же количество людей, что и для искровой установки, т. е. 60 человек.

Вопрос может быть только в количестве мотористов, которое можно бы было сократить с 7 на 4, но, принимая во внимание срочность работы, необходимость абсолютно надежного резерва двигателя, сокращение не желательно, хотя возможно. Кроме того, принимая во внимание кодекс законов о труде, где предусматривается ряд законных освобождений от труда, необходимо оставить такой же штат, что и при искре. Устройство дома для общежития работников радиостанции при машинной установке в такой же мере необходимо, как для искровой и дуговой установки.

## Под'ездные пути.

В данном расчете их примем такими же, как и в радиостанции с искрой.

Этим можно закончить подсчет всех необходимых расходов для оборудования радиостанции с машинами большой частоты.

Из таблицы 2 всех расходов (см. ниже) видно, что оборудование радиостанции обойдется в 265600 руб., косвенные расходы в 21895 р., прямые расходы в 68035 руб. и т. обр. вся эксплуатация радиостанции в 89930 рублей в год.

Теперь перейдем к расчету радиостанции, оборудованной дуговым передатчиком.

### РАСЧЕТ РАДИОСТАНЦИИ С ДУГОВЫМ ПЕРЕДАТЧИКОМ.

Для расчета дугового передатчика обратимся к формуле Фуллера и к черт. 2, из которых видно, что для работы дуги необходимая мощность в антенне та же, что и для машины.

Кпд такой малой дуговой установки около 40% включая и питание электромагнитов для дутья. Подводимая мощность должна быть 7,5 квв. Напряжение потухания по подсчету равно приблизительно 500 вольт и напряжение дуги будет около 650 вольт. При кпд динамо высокого напряжения 85%, ее мощность должна быть 9 квв; мощность мотора при кпд 85%—около 10,5 квв. Это и есть необходимая мощность для одного передающего агрегата. Расход энергии на освещение, вентиляторы и пр. около 15 квв.

Всего энергии для работы радиостанции при самой невыгодной нагрузке требуется 25,5 квв. Считая кпд динамо 85%, получим необходимую мощность силового двигателя 30 квв или 40 НР.

Таким образом силовые установки с дугой и машиной будут одинаковой мощности.

Изменение кпд дуги или машины в ту или другую сторону в сущности мало изменит величину силовой установки; эксплуатационные расходы на передачу будут колебаться незначительно, т. к. побочное потребление энергии на радиостанции будет порядка расхода на передачу или даже больше.

Теперь обратимся к подсчету стоимости оборудования дугового передатчика. Не имея точных цифр, можно, не делая вероятно большой ошибки, считать, что стоимость оборудования передатчика машиной высокой частоты и дугой одна и та же, т. к. беря различные скорости моторов, можно всегда притти почти к совершенно одним и тем же цифрам.

Эксплуатационные расходы для дуги отличаются от таковых для машины исключением расхода на масло, идущего на охлаждение ма-



шины высокой частоты, и включением расхода на спирт для дуги.

Расход на спирт выразится количеством около 4 килограммов в сутки при 18 часах работы, или 1460 кг в год; при цене 1 руб. за  $2\frac{1}{2}$  кг спирта расход в год около 565 руб.

Т. обр. прямые расходы для дуги по сравнению с машиной, принимая во внимание стоимость масла для машины в 100 руб., увеличатся на 465 рублей. Составляя сводку расходов по оборудованию радиостанции дуговым передатчиком, получим расход на оборудование 265600 руб.; косвенные расходы 21895 руб., прямые расходы 68500 р.; все эксплуатационные расходы 90395 руб.

### РАСЧЕТ РАДИОСТАНЦИИ С КАТОДНЫМ ПЕРЕДАТЧИКОМ.

Для подсчета мощности примем для лампового передатчика формулу Фуллера с такими же условиями, как для дуги и машины, считая мнение гр. Арко о различной необходимой мощности для передачи на одно и тоже расстояние машиной, дугой и лампой не достаточно подтвержденным.

Исходя из этих соображений, примем необходимую мощность в антенне около 3 квл. Для установки такого лампового передатчика необходима для надежной работы установка минимум шести ламп мощностью 1 квл.

Будем считать, что стоимость и установка щита с лампами и приборами, приспособлениями для накала и машинами высокого напряжения будет одинакова с оборудованием передатчика машиной высокой частоты. Тогда можно считать, что останутся те же косвенные эксплуатационные расходы. Прямые же расходы увеличатся на стоимость ламп. Считая, что продолжительность горения одной мощной лампы в среднем равна 500 часам и стоимость ее 200 руб. (по расценке металла, стекла и рабочей силы по 1914 году для лампы Нижегородской Радиолaborатории), получим дополнительные прямые расходы в 10800 рублей. Для определения расхода на замену ламп будем считать, что работы по передаче и приему на радиостанции равны между собой, т. е. передача производится 12 часов в сутки.

Из сравнения видим, что эксплуатационные расходы для машины будут 2620 руб. в год, а при равных условиях для лампы 13420 руб. Таким образом вздорожание эксплуатации лампового передатчика увеличивается приблизительно в 5 раз, а вообще эксплуатация радиостанции дороже на 12% против машины и на 10% против дуги.

На этом закончим подсчет эксплуатации радиостанций со 150 метровыми мачтами и перейдем к определению пропускной способности.

Для наглядного представления всех расходов составляем таблицы 1 и 2 (см. ниже).

ТАБЛИЦА 1.

| Для искрового передатчика, 1 вариант—150 метр. мачты |                             |              |                 |                |              |         |
|------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------|-----------------|----------------|--------------|---------|
| №№                                                   | Наименование статей расхода | Оборудование | Косвен. расходы | Прямые расходы | Эксплоатация | Примеч. |
| 1                                                    | Силовая установка . . . . . | 120.850      | 10.520          | 11.600         | 22.120       |         |
| 2                                                    | Передатчик . . . . .        | 36.850       | 2.890           | 1.100          | 3.990        |         |
| 3                                                    | Приемная . . . . .          | 31.850       | 3.190           | 3.315          | 6.505        |         |
| 4                                                    | Сеть . . . . .              | 3.550        | 915             | 200            | 1.115        |         |
| 5                                                    | Заземление . . . . .        | 3.550        | 205             | 30             | 235          |         |
| 6                                                    | Мачты . . . . .             | 123.660      | 8.650           | 2.470          | 11.120       |         |
| 7                                                    | Отопление здания . . . . .  | 8.660        | 860             | 2.170          | 3.030        |         |
| 8                                                    | Оборудование маст. . . . .  | 6.050        | 685             | 180            | 865          |         |
| 9                                                    | Помещ. для служащ. . . . .  | 16.000       | 1.160           | 1.160          | 2.320        |         |
| 10                                                   | Подъездные пути . . . . .   | 6.300        | 380             | 125            | 505          |         |
| 11                                                   | Водоснабжение . . . . .     | —            | —               | 330            | 330          |         |
| 12                                                   | Содерж. личн. сост. . . . . | —            | —               | 54.160         | 54.160       |         |
| Итого . . . . .                                      |                             | 357.150      | 29.455          | 76.840         | 106.295      |         |

ТАБЛИЦА 2.

| Для машин высокой частоты, 1 вариант—150 метр. мачты |                              |              |                 |                |              |         |
|------------------------------------------------------|------------------------------|--------------|-----------------|----------------|--------------|---------|
| №№                                                   | Наименование статей расхода. | Оборудование | Косвен. расходы | Прямые расходы | Эксплоатация | Примеч. |
| 1                                                    | Силовая установка . . . . .  | 47.150       | 4.480           | 4.200          | 8.680        |         |
| 2                                                    | Передатчик . . . . .         | 25.200       | 2.020           | 600            | 2.620        |         |
| 3                                                    | Приемная . . . . .           | 31.850       | 3.190           | 3.315          | 6.505        |         |
| 4                                                    | Сеть . . . . .               | 3.500        | 915             | 200            | 1.115        |         |
| 5                                                    | Заземление . . . . .         | 3.500        | 205             | 30             | 235          |         |
| 6                                                    | Мачты . . . . .              | 123.600      | 8.650           | 2.470          | 11.120       |         |
| 7                                                    | Отопление здания . . . . .   | 4.000        | 400             | 1.480          | 1.880        |         |
| 8                                                    | Оборудование маст. . . . .   | 4.450        | 495             | 180            | 675          |         |
| 9                                                    | Помещ. для служащ. . . . .   | 16.000       | 1.160           | 1.160          | 2.320        |         |
| 10                                                   | Подъездные пути . . . . .    | 6.300        | 380             | 125            | 505          |         |
| 11                                                   | Водоснабжение . . . . .      | —            | —               | 165            | 165          |         |
| 12                                                   | Содерж. личн. сост. . . . .  | —            | —               | 54.160         | 54.160       |         |
| Итого . . . . .                                      |                              | 265.600      | 21.895          | 68.035         | 89.930       |         |

Из рассмотрения этих таблиц видно, что наибольшие эксплуатационные расходы падают на личный состав; они составляют приблизи-

тельно около 50% всех расходов. Поэтому главное внимание при эксплуатации радиостанции необходимо обратить на личный состав. Сокращение его прямым или косвенным образом в работе радиостанции может больше всего удешевлять стоимость слова. Затем следующим по величине расходом можно считать для мощных радиостанций эксплуатационные расходы по силовой установке, где, как видно из таблицы 1, прямые расходы равны косвенным, т. к. стоимость горючего не велика. При установках менее мощных, эксплуатационные расходы на силовую установку сильно уменьшаются. Следующими по величине будут расходы на мачты; затрата капитала на их установку почти во всех случаях наибольшая, но эксплуатационные расходы не настолько уже велики, как следовало бы ожидать, т. к. главный расход для них есть процент на капитал и амортизацию, которую в данном расчете считали в очень небольшой цифре 2%, полагая, что этого рода устройства будут использованы и для других радиостанций.

Затем следуют расходы на содержание приемной, где наибольший расход составляют катодные лампы.

Расход на сеть и заземление является, можно сказать, самым малым, несмотря на то, что в данном примере медь на сетевые провода рассчитана с большим запасом. Для практических подсчетов интересно иметь следующие цифры: для искровой радиостанции годовая эксплуатация составляет 30% от затрат на постройку радиостанции; для радиостанции с дугой и машиной около 35% от затрат на постройку радиостанции.

#### РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ РАДИО ПЕРЕДАЧИ.

Для точного выяснения пропускной способности радиостанций как для радиообмена, так и для прессы автором предпринята была специально поставленная статистика в течение года (с июля 1918 г. до июля 1919 г.) работы Детскосельской (б. Царскосельской) радиостанции с Западной Европой, из которой и выводятся нижеследующие данные.

Статистические сведения составлялись следующим образом. Персонал приемного отдела совершенно точно заносил следующие данные: 1) число слов депеши; 2) время начала и конца передачи депеши; 3) количество времени, ушедшее на повторения и квитанции; 4) время, ушедшее на служебные переговоры.

Все эти данные заносились с большой точностью под наблюдением специальных лиц, дежурящих круглые сутки. Из этих данных мы воспользуемся теми цифрами, которые необходимы для расчета пропускной способности радиостанции.

Для Швеции из данных за 1918 г. оказывается, что манипулятивная скорость передачи колеблется в течение полугода от 7,3 до



5,1 слов в минуту и средняя скорость за 6 месяцев работы равна 6,4 слова в минуту. Пропускная же способность в среднем для того же шестимесячного периода равна всего 5,3 сл. в мин.

Для обратной работы, т. е. для передачи из Детского Села в Швецию, манипулятивная скорость 7,2, а пропускная 6,7 сл. в мин. Итак для Швеции средняя пропускная способность в обе стороны около 6 слов в минуту.

Возьмем работу с Германией в первой половине 1919 г., со станцией Кенигвустергаузен (позывные ЛП). Для правильности выводов остановимся только на тех месяцах, когда была сравнительно большая нагрузка. Получим следующие цифры для передачи: манипулятивная скорость 11,4 и пропускная способность 5,7 сл. в минуту.

Возьмем работу с английской станцией Карнарвон (позывные МУУ). В 1918 г. работа с Карнарвоном была исключительно по передаче и данные получены следующие: средняя манипулятивная скорость 4,1, а пропускная способность 2,6 сл. в мин. В 1919 г., взяв средние цифры за характерные месяцы, получим следующую скорость передачи в Англию: манипулятивная 10,5, а пропускная способность 4,1 сл. в мин. Такая сравнительно малая пропускная способность объясняется уже влиянием большого расстояния сравнительно со Швецией и Германией. Таким образом средняя пропускная способность за год 3,4 сл. в мин.

Возьмем работу с Будапештом опять в наиболее нагруженные месяцы в 1919 году и получим манипулятивную скорость 10,9 сл. в мин. и пропускную способность 5,3 сл. в мин. В приведенных примерах выбраны наиболее характерные корреспонденты. Если мы обратимся к другим корреспондентам, работа с которыми носила не такой систематический характер, то увидим, что манипулятивная скорость в среднем около 10, а пропускная около 5 сл. в мин. Не нужно забывать, что в пропускную способность входят вызовы, повторения, проверки связи, когда нет депеш, и пр.

Данные манипулятивной скорости за 1918 год не совсем точны, так как там часто не разделялась передача по два раза одного слова; поэтому манипулятивная скорость получается очень низкая. Однако некоторая неточность манипулятивной скорости очевидно никоим образом не может влиять на точность данных о пропускной способности. Средняя пропускная способность для Детского Села и всей Европы, как среднее из работы с Англией, Германией, Швецией и Австро-Венгрией, равна 5,1 слова в минуту при манипулятивной скорости 10,3. В эти цифры включены все индивидуальные особенности работы отдельных радиостанций каждого государства, о которых здесь не имею возможности распространяться, но которые играют большую роль в средней цифре пропускной способности.

Характерно также и то, что с увеличением расстояния между

корреспондирующими радиостанциями уменьшается пропускная способность. Это с очевидностью доказывает, что мощность передающей радиостанции имеет большое значение.

По примерному подсчету сила приема Детского Села в Карнарвоне немного более 50 микроампер, а потому силу приема в 50 микроампер для регулярного обмена нужно считать недостаточной.

Цифры пропускной способности указаны при применении трехкратного усилителя.

Теперь перейдем к выяснению крайне важной работы радиостанций, именно передаче и приему прессы. В статистических данных сделаны подсчеты передачи радиостанцией Детское Село газетных сведений для России и заграницы со средней скоростью в месяц от 13,5 до 11,2 и со средней скоростью за год около 12,5 сл. в мин. Такая разница в скорости передачи объясняется тем, что, в связи с поступлением большого материала для передачи и необходимости уместить его в предоставленное расписанием время, радиотелеграфист старается передать его скорее, а наоборот при малом поступлении затягивает передачу. Таким образом 13,5 является скоростью наибольшей, которую можно допустить при передаче для того, чтобы прием прессы на расстоянии радиусом в 3000 клм был нормален. Наилучшей скоростью, на которой можно остановиться, является скорость 12 слов в минуту, т. к. при такой скорости достигается наилучший прием на отдаленных, приемных радиостанциях.

Теперь обратимся к приему прессы из за границы, именно Германии, Англии и Франции. На других государствах останавливаться не будем, т. к. прием прессы от них был невелик.

В 1919 г. среднее количество принимаемой прессы в месяц от каждого из перечисленных государств было для Германии (Науен) 36.500 слов, для Англии (Карнарвон) 17.000 слов, для Франции (Париж) 18.000 слов.

Под словом принятая пресса подразумевается или то количество слов, которое дает в заголовке передающая радиостанция (что делалось всеми государствами), или же, в случае не получения этой цифры, выставляется цифра, которая должна была соответствовать действительному количеству слов, отправленных передающей радиостанцией.

Всякая приемка прессы передавалась от радиотелеграфиста к дежурному переводчику, который корректировал приемку и после этого уже подсчитывалось число напечатанных слов.

Из представленных отчетов видно, что коэффициент приемки, т. е. отношение числа напечатанных для отправки слов к числу действительно переданных адресатом слов, сравнительно очень велик и колеблется для Англии 86%—94% (средний 92%), для Франции от 90% до

98% (средний 95%) и для Германии от 77% до 94% (средний 85%).

Такой высокий коэффициент объясняется следующим: во-первых, пропуск отдельной буквы в слове или даже двух легко восстанавливался по смыслу. При пропусках целого слова или даже ряда слов, из которых в каждом принято две три буквы, была возможность иногда совершенно свободно восстановить фразу, принимая во внимание, что штат переводчиков на радиостанции состоял из лиц высоко образованных, добросовестных и опытных, что конечно имело колоссальное влияние в смысле повышения коэффициента приемки.

Сопоставляя приемку прессы и радиообмена, мы видим огромную разницу в пропускной способности. Такая разница объясняется тем, что при обмене уходит большое количество времени на запросы и повторения, т. к. приходится из за одной буквы неправильно принятой делать запрос, ибо депеши были почти исключительно шифрованные. Исходя из коэффициента приемки, мы видим, что пропускная способность различных станций различна и разница довольно значительна, в чем мы убеждаемся из средних месячных цифр за первую половину 1919 года: для Науена манипулятивная скорость 10,2, пропускная 8,7; для Карнарвона манипулятивная скорость 11,3, пропускная 10,4; для Парижа манипулятивная 12,1, пропускная 11,7.

Эти данные вытекают из таблицы 3, составленной по месяцам с наибольшей нагрузкой.

ТАБЛИЦА 3.

| Месяцы  | Науен          |               | Карнарвон      |               | Париж          |               | Примечание |
|---------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|------------|
|         | Манипул. скор. | Полезн. скор. | Манипул. скор. | Полезн. скор. | Манипул. скор. | Полезн. скор. |            |
| Январь  | 10,1           | 7,8           | 10,9           | 9,4           | 11,2           | 10,1          |            |
| Февраль | 9,9            | 8,1           | 10,9           | 9,9           | 12,1           | 11,6          |            |
| Март    | 10,2           | 9,6           | 10,9           | 10,9          | 12,3           | 12,1          |            |
| Апрель  | 10,1           | 9,4           | 11,8           | 11,1          | 12,9           | 12,6          |            |
| Май     | 10,5           | 9,5           | 13,1           | 12,1          | 12,1           | 12,0          |            |
| Июнь    | 10,3           | 8,0           | 10,5           | 9,8           | 12,7           | 11,7          |            |
| Средняя | 10,2           | 8,7           | 11,3           | 10,4          | 12,1           | 11,7          |            |

Из этой таблицы видно, что средняя манипулятивная скорость работы отдельных радиостанций колеблется от 10,2 до 12,1, причем характерно, что манипулятивная скорость каждой радиостанции за различные месяцы очень мало разнится от средней величины. Такое положение показывает соответствие передаваемого материала с представленным радиостанции временем. Эти цифры в свою очередь подтвер-



ждают, что величина 12 слов в минуту для передачи прессы является средней и наиболее удобной.

Для дальнейшего выяснения пропускной способности возьмем работу Московской радиостанции на Ходынском поле. Опять остановимся на наиболее характерных корреспондентах.

Возьмем работу с Христианией за полгода. Манипулятивная скорость работы 12 сл. в мин. За эти же 6 месяцев пропускная способность, считая прием и передачу, справки и повторения, составляет 10,4 сл. в мин. При работе с радиостанцией в Праге средняя манипулятивная скорость обоих корреспондирующих радиостанций 9,3 сл. в мин. и пропускная способность, считая прием и передачу, 7,5 сл. в мин.

Такая сравнительно высокая пропускная способность объясняется тем, что корреспондирующие радиостанции находятся на сравнительно очень близком расстоянии и сила приема повышается значительно выше 50 микроампер.

Передача русской прессы для русских приемных радиостанций колеблется в следующих цифрах в 1921 году: Март 9,8, Апрель 9,1, Май 8,1, Июнь 6,6, Июль 8, Август 9 и средняя цифра за полгода — 8,5 сл. в мин. Такая низкая скорость передачи объясняется тем, что приходилось передавать для радиостанций только что установленных и имеющих еще малоопытных слушателей.

Резюмируя все вышеприведенные результаты, можно сказать, что при расчете радиостанций при силе приема в 50 микроампер можно принимать для пропускной способности при приеме на усилитель цифру около 5,1 сл. в мин. Все данные за 1918, 1919 и 1921 г. составлены при применении приема на французские усилители типа 3 тер.

Совершенно точно можно сказать, что при силе приема около 50 микроампер пропускная способность не больше 50%. Такого рода результаты коммерческой эксплуатации можно почерпнуть из доклада Британского Имперского Беспроволочного Телеграфного Комитета за 1919—1920 год, где говорится, как правило, что половина депеши должна быть повторена. Такое положение относится и к службе не трансатлантической.

| Служба трансатлантическая: |   |                  |     | При умеренных атмосфер. являзрд. |   |                 |   |
|----------------------------|---|------------------|-----|----------------------------------|---|-----------------|---|
| Из 7557 слов               |   | 945 слов повтор. |     | Из 991 слов                      |   | 679 повторений. |   |
| 6883                       | " | 1344             | " " | 1887                             | " | 722             | " |
| 7230                       | " | 5133             | " " | 2296                             | " | 994             | " |
| 4656                       | " | 2894             | " " | 2894                             | " | 817             | " |

В этой службе в продолжении 24 часов скорость передачи при

ручной работе, включая повторения, равнялась 3,61 сл. в мин., а при новых сообщениях только 2,64 слова.

В продолжение 34 дней на американской стороне быстрота передачи включая повторения равнялась 5,13 сл. в мин., а для новых сообщений только 4,13 слов. Из всего этого получаем еще дальнейшие подтверждения верности полученных нами цифр для практической работы радиостанций.

### РАСЧЕТ СТОИМОСТИ СЛОВА.

Выяснив стоимость эксплуатационных расходов и пропускную способность, можно перейти к определению стоимости слова.

Для расчета предположим, что радиостанция будет иметь пропускную способность в 5,1 сл. в мин. для радиообмена и 12 сл. в мин. для передачи прессы. Число рабочих часов в сутки—величина переменная от 20 до 6. Вычислим стоимость слова телеграммы. Для этого примем, что прием и передача происходят между двумя совершенно одинаковыми радиостанциями.

Предположим, что расходы по содержанию ведомства и накладные расходы по доставке и проволочному переприему выразятся в размере 20% от эксплуатационных расходов. Получим годовой расход на эксплуатацию радиостанции с искрой в 127554 руб., радиостанции с машиной 107926 руб., радиостанции с дугой 108474 руб. и радиостанции с лампой 120870 руб.

Таблица 4 и черт. 3 дают изменения стоимости слова телеграммы для радиостанции с искрой, машиной, дугой и лампой в зависимости от нагрузки. Кривые 1 и 2 черт. 3 дают стоимость слова по обмену, как удвоенную стоимость переданного слова, т. к. для фактической передачи депеши необходима одновременная работа двух радиостанций.

Примечание. В стоимости слова при ламповом передатчике учтено соответственно уменьшение расходов на замену ламп.

Таким же образом составим кривые для стоимости передачи слова только прессы, что легко получается введением коэффициента.

$$\frac{5,1}{2,12} = 0,212.$$

Эти величины представлены кривыми 3 и 4 (черт. 3) и в таблице 4 (вторые столбцы).

Из этих кривых совершенно ясно видно, что загруженность радиостанции играет огромную роль в стоимости передачи телеграфного слова. При максимальной нагрузке радиостанции стоимость слова для искровой передачи 9,5 коп., для машины и дуги около 8,1 и для лампы 9 коп.; при загруженности радиостанции в 50% максимальной, стоимость слова возрастает до 19 коп. при искре, до 16,1 при машине,

ТАБЛИЦА 4.

| Число<br>час.<br>работы | РАДИООБМЕН И РАДИОПРЕССА |             |            |             |                   |             |           |             | Примечание                                                                                                                |
|-------------------------|--------------------------|-------------|------------|-------------|-------------------|-------------|-----------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | Для искры                |             | Для машины |             | Для дуги          |             | Для лампы |             |                                                                                                                           |
|                         | Обмен                    | Прес-<br>са | Обмен      | Прес-<br>са | Обмен             | Прес-<br>са | Обмен     | Прес-<br>са |                                                                                                                           |
| 24                      | 9,5                      | 2,02        | 8,05       | 1,7         | На 2% выше машины | 8,15        | 9,00      | 1,92        | Стоимость слова для<br>обмена указана для обме-<br>на радиостанций. Сто-<br>имость слова прессы толь-<br>ко для передачи. |
| 22                      | 10,3                     | 2,18        | 8,75       | 1,85        |                   | 8,9         | 9,60      | 2,02        |                                                                                                                           |
| 20                      | 11,4                     | 2,38        | 9,65       | 2,02        |                   | 9,75        | 10,6      | 2,20        |                                                                                                                           |
| 18                      | 12,7                     | 2,7         | 10,7       | 2,27        |                   | 10,8        | 12,0      | —           |                                                                                                                           |
| 16                      | 14,5                     | 3,08        | 12,0       | 2,54        |                   | 12,2        | 13,3      | —           |                                                                                                                           |
| 14                      | 16,5                     | 3,5         | 13,8       | 2,92        |                   | 14,0        | 15,00     | —           |                                                                                                                           |
| 12                      | 19,0                     | 4,02        | 16,1       | 3,4         |                   | 16,3        | 17,5      | —           |                                                                                                                           |
| 10                      | 22,8                     | 4,7         | 19,3       | 4,2         |                   | 19,5        | 20,3      | —           |                                                                                                                           |
| 8                       | 28,5                     | 6,01        | 24,2       | 5,1         | 24,4              | —           | —         |             |                                                                                                                           |
| 6                       | 38,0                     | 8,05        | 32,2       | 6,8         | 32,5              | —           | —         |             |                                                                                                                           |

т. е. пропорционально степени разгрузки радиостанции для искры, машины и дуги. Для лампы такой зависимости нет, т. к. с уменьшением числа часов работы уменьшатся расходы на замену ламп. Поэтому для правильного расчета радиостанции или вообще радиотелеграфной связи необходимо совершенно точно выяснить действительную нагрузку, а также количество и характер нагрузки, хотя бы на ближайшие годы. На черт. 3 из кривых мы усматриваем ту же самую зависимость изменения стоимости слова от величины нагрузки радиостанции.

Условия работы радиостанций в России всегда будут таковы, что мощная радиостанция должна будет служить как для радиотелеграфной связи, так и для передачи циркулярных депеш или прессы. Постараемся выяснить себе условия эксплуатации такой радиостанции.

Можно принять по примеру работы существующих радиостанций, что пресса русская или иностранная будет занимать в сутки в среднем около 4 часов времени при скорости передачи 12 слов в минуту. Остальное время, т. е. не более 20 часов в сутки, может быть представлено для работы по обмену телеграммами.

Черт. 3 (кривые 5 и 6) и таблица 5 (третий столбец) дают стоимость переданного слова при переменном числе часов работы на обмен и постоянной четырехчасовой работе по передаче прессы.

Полученные таким образом цифры стоимости передачи слова при смешанной нагрузке можно принять за средние для русских радиостанций.

Для определения стоимости телеграммы нужно цифры третьего столбца или кривых 5 и 6 помножить на 2.

Не будем останавливаться здесь на доказательстве того, что стоимость циркулярного слова, переданного по радио на большое



ТАБЛИЦА 5.

| Число часов раб. | ДЛЯ ИСКРЫ |        |             | ДЛЯ МАШИНЫ |        |             | ДЛЯ ДУГИ                      | ЧИСЛО СЛОВ |         | Примечан.                                                                       |
|------------------|-----------|--------|-------------|------------|--------|-------------|-------------------------------|------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------|
|                  | Обмен     | Пресса | Смеш. нагр. | Обмен      | Пресса | Смеш. нагр. | Обмен, пресса и смеш. нагр.   | Обмен      | Пресса  |                                                                                 |
| 20               | 5,70      | 2,38   | 3,87        | 4,82       | 2,02   | 3,26        | Почти то же, что и для машины | 2160000    | 5300000 | Стоимость слова обмена указана только в одну сторону и вариант 150 метр. матты. |
| 18               | 6,85      | 2,70   | 4,1         | 5,35       | 2,27   | 3,46        |                               | 1940000    | 4750000 |                                                                                 |
| 16               | 7,25      | 3,08   | 4,5         | 6,0        | 2,54   | 3,80        |                               | 1730000    | 4220000 |                                                                                 |
| 14               | 8,25      | 3,5    | 4,85        | 6,9        | 2,92   | 4,10        |                               | 1518000    | 3700000 |                                                                                 |
| 12               | 9,5       | 4,02   | 5,3         | 8,05       | 3,4    | 4,48        |                               | 1300000    | 3170000 |                                                                                 |
| 10               | 11,4      | 4,7    | 5,85        | 9,65       | 4,2    | 4,83        |                               | 1080000    | 2650000 |                                                                                 |
| 8                | 14,5      | 6,05   | 6,55        | 12,1       | 5,1    | 5,50        |                               | 863000     | 2110000 |                                                                                 |
| 6                | 19,0      | 8,05   | 7,4         | 16,1       | 6,8    | 6,2         |                               | 650000     | 1573000 |                                                                                 |
| 4                |           | 12,2   | 8,5         |            | 10,20  | 7,2         |                               | 430000     | 1050000 |                                                                                 |
| 2                |           |        | 10,0        |            |        | 8,45        |                               |            |         |                                                                                 |
| 0                |           |        | 12,2        |            |        | 10,20       |                               |            |         |                                                                                 |

число приемных радиостанций несравненно меньше циркулярной передачи по проволоке. Кроме того, признав циркулярную и информационную работу вообще обязательной в государстве, мы должны при расчете считать, что всякая мощная радиостанция обязательно будет нагружена 4 часами работы по передаче циркулярных сообщений (прессы). Поэтому для всяких сравнений можем считать, что стоимость передачи телеграммы на расстояние в 3000 километров будет максимум 24,4 коп. для искровой радиостанции и 20,4 коп. для радиостанции с машиной и дугой и минимум 7,75 коп. для искры и 6,5 коп. для машины и дуги.

Все эти цифры, как было указано раньше, выведены в предположении, что эксплуатационные расходы остаются постоянными независимо от величины нагрузки. Конечно такое предположение не вполне точно и необходимо ввести поправку на изменение стоимости горючего и ремонта. Введем в таблицу 1 и 2 соответствующие поправки для самого невыгодного случая на топливо, смазочный и обтирочный материал в том же предположении, что 4 часа работы по передаче прессы обязательны.

Расход топлива для искры будет, считая, что расход горючего на силу-час не изменится:  $(0,213 \cdot 365 \cdot 5 \cdot 100) : 16,4 = 2350$  пуд. на сумму  $2350 \times 65 = 1560$  рублей. Смазочные и обтирочные материалы  $(0,30 \cdot 365 \cdot 5 \cdot 100) : 100 = 550$  руб.

Таким образом всего расхода на горючее будет 2090 руб. и эксплуатационная сумма вместо 127.554 руб. будет 121.240 руб., а стоимость слова, переданного в одну сторону, для искры будет 11,6 вместо 12,2, т. е. ошибка около 5,2%. При нагрузке же в 10 часов по передаче прессы разница в стоимости (топливо 4700 р. + 1640 р. смазочный материал, всего 6340, вся эксплуатация 125.395) при передаче

слова в одну сторону 5,8 вместо 5,85. Разница же для передачи слова машиной и дугой будет еще меньше.

Из сопоставления этих цифр мы видим, что поправка на топливо в общей эксплуатации радиостанции при очень малой нагрузженности радиостанции не велика, а потому всеми приведенными таблицами можно пользоваться, не считаясь с поправкой на расход горючего, особенно при больших нагрузках, т. к. на самом деле на передачу радиостанция будет работать около 12 часов и столько же на прием.

Из кривых стоимости слова при различных типах передающих генераторов видим, что искровой метод для передачи на 3000 километров является наиболее дорогим, затем идут в одинаковой степени выгодные машинный и дуговой генератор и менее выгодный ламповый.

Стоимость слова при машине и дуге почти одинакова, и довольно трудно определить точно, какой генератор предпочтителен. Выбор тех или иных условий работы самих машин, а главное стоимость их может в очень малой степени изменить стоимость слова. Разница стоимости слова между искрой и другими передатчиками заключается исключительно в большом поглощении электромагнитных волн в пространстве, несмотря на то, что кпд антенна—контур при вращающемся разряднике при больших мощностях можно получить даже более 50% (Детскосельская радиостанция).

Из данных эксплуатационных расходов видно, что при разобранных условиях влияние кпд того или иного генератора не имеет доминирующего значения для стоимости слова. Конечно это влияние сказывается, но оно не превышает 4—5%.

Из рассмотрения таблицы 1 и 2 видно, что главный расход падает на содержание личного состава, приемного отдела, мачт и силовой установки.

Поэтому для удешевления стоимости слова необходимо итти на сокращение именно этих расходов. Расход на личный состав, канцелярию и приемный отдел при изменении конструкции радиостанции, выбора того или иного генератора и пр. останутся почти или совсем не измененными. Также останутся неизменными расходы по пунктам 4, 5, 8, 9, 10 в таблицах 1 и 2. Остальные расходы в зависимости от вышеуказанных причин будут меняться. Главные изменения будут зависеть от выбора той или иной сети и выбора высоты мачт. Вообще можно сказать, что с увеличением высоты мачт уменьшается стоимость оборудования силовой установки, передатчика и расходы на их эксплуатацию, но зато увеличивается стоимость мачт и их эксплуатация.

При некоторых соотношениях получается минимум стоимости слова в зависимости от условий нагрузки радиостанции.

*(Продолжение следует).*

## Машина большой частоты и ее развитие в России.

*Инженера-технолога Валентина Вологодина.*

В настоящее время можно уже с очевидностью утверждать, что машина большой частоты в радиотехнике завоевала прочное место. Ее значение на мощных радиостанциях, правда, оспаривается дуговым и катодным передатчиком, и борьба здесь еще не окончена, но на значительный успех в этой борьбе указывает тот интерес, который возбудила машина большой частоты у целого ряда фирм, вследствие чего за последние годы появился ряд новых конструкций. Борьба за существование между отдельными типами машин отбросила нежизнеспособные, заставила внести изменения в более жизненные, сделав их более совершенными. Мы уже приближаемся к окончательной форме машины большой частоты, которая, как идеальная форма, и будет общепризнанной и займет место на большинстве станций, пока не будет вытеснена более совершенным источником колебаний.

Среди целого ряда конструктивных данных и форм уже вырисовываются те элементы, которые войдут в окончательный тип. Можно уже твердо сказать, что в качестве основного типа утвердятся здесь индукторный тип и то изящное решение вопроса, какое представляет машина Гольдшмидта, уже сыграло свою роль и должно сойти со сцены. Также точно и каскадные машины, разрабатываемые в свое время французами, не найдут применения. Из других характерных черт конструкции приходится остановиться на том, какой тип ротора окажется более рациональным: дисковый ли, с которым работает Александерсон, или цилиндрический, при котором обмотки расположены по образующим цилиндра, и вся машина приближается к обычному типу индукторных машин повышенной частоты. Хотя в своих мощных машинах Александерсон и продолжает применять дисковый тип ротора и в этом смысле последние его конструкции и являются продолжением его первоначальных конструкций, за исключением применения гибкого вала, однако, сложность этой конструкции, дороговизна изготовления и необходимость бороться с осевым усилием помощью упорного подшипника, как кажется, говорит за цилиндрический ротор.

Решение последнего вопроса зависит в значительной мере от того, какую частоту должна непосредственно давать машина:



частоту, излучаемую антенной, или же более низкую частоту, которая будет увеличена трансформаторами частоты. До сих пор наблюдались две позиции: Александерсон стремился к получению излучаемой частоты непосредственно от машины, что и приводило его к дисковой форме ротора, с другой стороны Телефункен исходил из весьма низких частот, порядка 6000 пер/сек. и трансформированием частоты получал требуемую. При этом обычно применялось троекратное трансформирование, дающее увеличение частоты в 8 раз. Этим же путем идет и недавно выступивший с машинами большой частоты Шмидт; только он применяет трансформирование в одном трансформаторе. Так как постройка машин для частот выше 20000 пер. представляет затруднения, для этой же частоты является легко осуществимой, то мне кажется, что для станции с длинными волнами будет всего лучше строить машину непосредственно на частоту антенны, для всех же других случаев достаточно применить лишь удвоение и в редких случаях большую трансформацию частоты. На первый взгляд можно было бы думать, что раз имеется возможность применять для получения высоких частот, порядка  $50 - 100 \times 10^3$  периодов, машины сравнительно низкой частоты, а значит более легко выполнимые, и посредством статических трансформаторов доводить частоту до требуемых величин, то нет смысла строить более сложную машину, дающую непосредственно частоты порядка  $15 \cdot 10^3 - 20 \cdot 10^3$ . Однако, это не так; при работе с машиной низкой частоты и большим увеличении последней (в 6—8 раз) в трансформаторах той или другой системы, приходится считаться со значительными гармониками, которые необходимо ослаблять различными искусственными мерами. В машинах же, дающих непосредственно частоту антенны, или при применении лишь удвоения величина этих гармоник может быть сделана значительно меньшей. Кроме того, установка с машиной, дающей непосредственно нужную частоту, или же применение лишь удвоения, будет иметь все таки лучшую отдачу, и схема такой установки будет более проста.

В большинстве случаев машина, построенная на половинную частоту, будет достаточно надежна и легко исполнима с конструктивной точки зрения и хороша с чисто радиотелеграфной стороны, и, мне кажется, за ней будущее.

Иначе говоря, у одной группы конструкторов в дальнейшем будет стремление повысить частоту машины (Германия), а у другой понизить (Америка).

Что касается способов умножения частоты, то можно считать, что трансформатор, дающий умножение благодаря кривой намагничивания железа, в той или другой модификации, занял прочное место, если не для главной рабочей волны, то для других, более коротких волн.

Наконец, одним из существеннейших элементов, выбираемых для машины большой частоты, является окружная скорость ротора. Восемь

лет тому назад наблюдались два течения: одно, представителем которого был Александерсон, задавалось наивысшими скоростями, принятыми в технике, доходящими до 300 мт/сек. С подобными или даже несколько большими окружными скоростями работал лишь почти исключительно в области турбостроения Лаваль в Швеции, и на многих деталях, особенно первоначальных, машин Александерсона сказалось влияние конструкций турбины этого автора.

Другое положение занимал тогда Телефункен, работая с окружной скоростью порядка 80 мт/сек. В последних конструкциях можно заметить значительное сближение: Телефункен пошел на значительное увеличение окружной скорости, доведя ее в последнее время до 160 м/сек, тогда как Александерсон несколько понизил ее. Более тщательное рассмотрение этого вопроса приводит к тому, что окружная скорость машины большой частоты должна установиться около 160 мт/сек и едва ли перейдет 200 метров в сек, так как при более высоких скоростях весьма быстро растут с одной стороны потери на вентиляцию, с которыми приходится бороться работой в разреженном пространстве или в атмосфере водорода и с другой возникают затруднения механического характера.

Несмотря на то, что последние типы машин высокой частоты имеют весьма значительный коэф. полезного действия, их отдача все же несколько ниже таковой для машин нормальной частоты и падает вместе с увеличением частоты; но так как количество активного материала машин высокой частоты крайне мало, то получается сосредоточие потерь на весьма небольшом объеме. Обычные способы отведения развиваемого в этом объеме тепла посредством вентиляции являются недостаточными и приходится прибегать к водяному охлаждению, как это и делают Телефункен и Александерсон.

Резюмируя сказанное выше, можно думать, что машина высокой частоты окончательно выльется в форму машины индукторного типа с цилиндрическим якорем, ротором, работающим при окружной скорости порядка 150 метров в сек, сидящим на жестком валу, и будет развивать непосредственно частоту, излучаемую антенной, или же частоту вдвое меньшую, чем отвечающая нормальной рабочей волне станции.

Что касается охлаждения машины, то оно будет водяное.

---

Остановимся теперь на развитии машины большой частоты в России.

Казалось бы, что в такой стране, как Россия с ее отсталой техникой и бедностью техническими силами, вопросу постройки машин большой частоты не могло быть уделено места, но на самом деле еще до мировой войны у нас было осуществлено несколько машин большой частоты, правда, тогда небольшой мощности.

Первая машина большой частоты была построена в 1912 году сперва на заводе Глебова и К<sup>о</sup> в Петрограде, а затем на заводе Дюфлон, Константинович и К<sup>о</sup> в том же городе, по системе автора этой статьи. Заказ на машину был дан морским ведомством, и она назначалась, как опытная машина, для изучения вопросов, связанных с применением незатухающих колебаний во флоте. Главные задания, поставленные заказчиком, были: мощность машины 2 кв и 60.000 периодов/сек, причем имелось в виду дальнейшее увеличение частоты статическим трансформатором. В основных своих чертах эта машина была построена по конструкции, заимствованной автором из первых машин Александерсона. Ротор при окружной скорости ок. 314 метров в сек работал с гибким валом выше критической скорости и делал 20000 об./мин, причем требуемое число оборотов получалось помощью зубчатой передачи. Машина была закончена в 1912 году и после испытания принята заказчиком.

Опыт постройки этой первой машины показал конструктору, что в дальнейшем в первоначальную конструкцию должны быть введены изменения. Одним из этих изменений должна быть замена гибкого вала, какой имел место в первой машине, на жесткий вал. С этим изменением в 1913 году, по заказу того же ведомства, была изготовлена тем же автором машина в 6 кв, 20000 период/сек при 6000 об./мин. В других отношениях конструкция машины была оставлена прежней. Машина приводилась во вращение непосредственно соединенным двигателем постоянного тока. Окружная скорость здесь была уже понижена до 200 метров.

На опыте постройки этих машин можно было уже видеть, что машина большой частоты представляет достаточно простой и надежный механизм. Так как к этому времени выяснилась возможность идти в сторону увеличения длины волны, что явилось следствием увеличения мощности установок, то автор и предпринял на зав. Общ. Электр. Соор. в Петрограде целый ряд работ по выработке такой конструкции машины, которая, по возможности, приближалась бы к типу нормальных машин и в тоже время, после своей постройки, дала бы достаточный материал для конструкции мощной машины. При этой машине главное стремление автора было придать деталям машины такие формы, которые могли бы быть целиком перенесены на мощную машину, давая этой последней уверенность в надежности действия. Машина, построенная по этому типу, была закончена в 1915 году. Главные ее данные были: частота 20000 пер/сек, число оборотов 10000, мощность—3 киловатта. Машина имела уже цилиндрический якорь и жесткий вал и приводилась во вращение нормальным двигателем, причем была применена для увеличения числа оборотов зубчатая передача.

По этому образцу было построено еще несколько машин. Более подробные данные и результаты испытания этой машины были поме-



щены в журнале „Радиотехник“.<sup>1)</sup> Для работы на более коротких волнах автор пользовался статическим трансформатором частоты, своей системы, умножающим частоту сразу в 4 или 6 раз. Мировая война прервала работы в этой области, заставив обратить внимание на текущие работы, и только в 1916 году тот же автор спроектировал теперь уже мощную машину несколько измененной конструкции, хотя основные электрические данные машины 3 квв остались здесь без изменения. Мощность машины была взята 50 квв при частоте, получаемой непосредственно от машины в 20000 периодов. Окружная скорость машины достигала 200 мт/сек.

Начавшаяся революция прервала и эту работу и лишь в 1920 г. она была продолжена теперь уже в Н.-Новгороде, в Радиолaborатории Комиссариата Почт и Телеграфов. При окончании машины пришлось преодолеть целый ряд трудностей ввиду необходимости установить производство многих материалов, нужных для машины. В числе этих материалов надо назвать железо для высокой частоты толщиной 0,05 мм и 0,03 мм, каковое до сих пор в России не изготовлялось. Однако, все эти трудности удалось преодолеть, и машина была построена из железа, изготовленного автором на Уральских заводах.

Ко времени постройки машины 50 квв выяснилась уже совершенно определенно победа незатухающих колебаний, а также и то, что для мощных станций машина высокой частоты является претендентом на первое место, почему автором статьи и было начато проектирование и работы по постройке машины уже на 150 квв. Работы по разработке велись в Радиолaborатории Н. К. П. и Т. в Н.-Новгороде, а постройка отдельных деталей производилась на целом ряде заводов под руководством автора. Машина эта при частоте 15000 пер. и числе оборотов 3000, рассчитана на 150 квв. Полученная частота трансформируется до 30000 пер. статическим трансформатором. В качестве двигателя применен асинхронный двигатель, непосредственно соединенный с машиной. Постоянство частоты достигается системой реле, разработанной в Нижегородской Радиолaborатории.

Непосредственно за машиной 150 квв, началась разработка машин высокой частоты на 500 квв, которая была закончена в 1920 году, и приступлено к ее изготовлению.

У всех этих машин окружная скорость выбрана ок. 160 мт/сек при 3000 об. в минуту. Основной тип машин — индукторный с цилиндрическим якорем. Охлаждение во всех случаях предусмотрено водяное. Машина в 500 квв. непосредственно дает 12500 периодов и для получения нужной волны применен трансформатор-удвоитель.

В феврале 1922 года была наконец закончена постройкой машина 50 киловатт 20000 периодов и 1 марта пущена в ход в Радиолaborатории.

<sup>1)</sup> См. „Радиотехник“ № 6 стр. 118.

боратории. Хотя постройка этой машины затянулась на 5 лет, и конечно эта машина не имеет теперь уже того значения, какое могла бы иметь 4 года тому назад, однако все же работа первой мощной машины у нас в России может решить целый ряд вопросов, скопившихся около машины большой частоты, и прежде всего дать указание на то, правильно ли велись работы по проектированию и постройке машин автора 150 и 500 киловатт.

Уже первое испытание машины показало, что кроме того машина эта может также нести и практическую работу, т. к. вполне отвечает всем требованиям, предъявляемым современной машине большой частоты. Ввиду сказанного, не лишне указать на основные данные машины и результаты предварительных испытаний ее. Как сказано выше, окружная скорость машины при 20000 периодов или волне, непосредственно даваемой машиной, в 15000 метров достигает здесь 200 метров при числе оборотов 4200 в мин. Эта скорость получается при помощи зубчатой передачи, увеличивающей число оборотов двигателя с 1000 оборотов.

Двигатель применен асинхронный и, как показал уже опыт, эта система двигателя наиболее рациональна, и опасения, связанные с устойчивостью оборотов машины, оказались сильно преувеличенными. Рациональный выбор элементов двигателя и устройство для сохранения постоянства скорости, о котором будет сообщено в ближайших №№ нашего журнала, решают эту задачу, столь часто обсуждавшуюся вместе с вопросом применения машины высокой частоты.

Испытание дало также ответ на опасения в смысле надежности механической стороны машины, и этот ответ надо считать удовлетворительным: машина при правильном выполнении будет не менее надежна, чем любой турбогенератор. Во время первых испытаний машина работала на эквивалент и на антенну, однако последнее испытание не могло дать полного удовлетворения ввиду малой емкости антенны. Более точные данные результатов испытания и конструкции будут помещены в следующих номерах журнала.

Н.-Новгород.

Радиолaborатория.

## Об излучении антенны.

Проф. Д. А. Рожанского.

1. Когда антенну нельзя рассматривать, как диполь, т. е. размеры ее не малы по сравнению с длиной излучаемой волны, то электромагнитное поле на большом расстоянии от нее может быть вычислено, по принципу интерференции, как результат наложения полей, создаваемых различными элементами антенны. Этот метод был использован Абрагамом<sup>1)</sup> для вычисления энергии, излучаемой прямолинейным вертикальным проводом, один конец которого заземлен, причем земля рассматривается, как идеальный проводник. Насколько мне известно, метод этот не получил применения к другим более сложным случаям, хотя он является вполне точным и применимым во всех тех случаях, когда можно считать известным, как распределяется ток вдоль антенны.

Приведем главные результаты, полученные Абрагамом. Распределение тока  $i$  в проводе можно представить следующей формулой:

$$i = A \sin at \cdot \cos kz, \quad (1)$$

где  $A$ —амплитуда колебаний в основании антенны. Тогда на достаточно большом расстоянии электрическая и магнитная силы перпендикулярны к радиусу  $r_0$ , образующему с положительным направлением вертикального провода угол  $\vartheta$ , и равны по величине

$$|E| = |H| = \frac{2A}{r_0} \cdot \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \vartheta\right)}{\sin \vartheta} \cdot \cos(at - kr_0). \quad (2)$$

Если мы обозначим

$$u = \cos \vartheta,$$

то полное количество энергии, излучаемой антенной в одну секунду,

<sup>1)</sup> М. Abraham. Theorie d. Elektr. В. II, p. 283. 1908.



равно

$$-\frac{dW}{dt} = \frac{cA^2}{4} \int_{-1}^{+1} \frac{1 + \cos \pi u}{1 + u} du, \quad (3)$$

где  $c$  есть скорость света. Определенный интеграл, вычисленный Абрагамом, равен 2,44. Полное количество энергии  $W$ , связанное с антенной, могло бы быть подсчитано, если бы можно было считать известным коэффициент самоиндукции единицы длины антенны. Обозначая эту величину буквой  $L_1$ , мы легко найдем

$$W = \frac{A^2}{4} l L_1.$$

Так как длина волны равняется учетверенной длине антенны, то логарифмический декремент колебаний равен

$$\gamma = 2,44 \frac{4}{L_1}.$$

С другой стороны, исходя из уравнений Максвелла, Абрагам нашел следующее выражение логарифмического декремента для антенны, имеющей форму очень растянутого эллипсоида вращения, длина которого равна  $2l$ , а радиус наибольшего сечения  $b$

$$\gamma = \frac{2,44}{\lg \frac{2l}{b}}.$$

Таким образом в случае вертикального заземленного провода  $l$ , радиус сечения которого равен  $b$ , имеем

$$L_1 = 4 \log \frac{2l}{b}.$$

Такую величину имеет коэффициент самоиндукции двух параллельных проводников, расстояние между которыми равно  $2l$ , радиус —  $b$ , а длина 1, когда в этих проводах распространяются электромагнитные волны.

2. Влияние земли на колебания вибратора во всех случаях может быть легко учтено методом электрических изображений. Действительно, пограничные условия, имеющие место у поверхности идеально прово-

дящей земли, требуют, чтобы электрическая сила была перпендикулярна к этой поверхности. Если мы представим себе антенну дополненной ее зеркальным изображением, а землю отсутствующей, то плоскость симметрии этой системы будет перпендикулярна к электрическим силовым линиям такой симметричной антенны. Распределение тока должно быть тождественно по обе стороны плоскости симметрии. Излучение этой симметричной антенны вдвое больше действительного излучения заземленной точно так же, как и энергия. В дальнейшем мы будем говорить о действительном излучении и действительной энергии заземленной антенны. Для подсчета энергии мы будем предполагать, что она может быть представлена, как сумма энергий, связанных с отдельными элементами антенны, и в момент максимума тока энергия каждого элемента равна

$$\frac{1}{2} L_1 I^2(z) dz,$$

причем  $I(z)$  представляет из себя амплитуду тока в точке  $z$ . На вопросе о допустимости такого способа вычисления энергии колебаний и о значении  $L_1$  я здесь не стану останавливаться.

3. Применим метод Абрагама к случаю прямолинейной вертикальной антенны, в основании которой включена удлинительная катушка, коэффициент самоиндукции которой пусть равен  $L_0$ . Длина волны  $\lambda$  определяется из уравнения

$$kl \operatorname{tang} kl = \frac{L_1 l}{L_0}, \quad (4)$$

где  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ . Для величины энергии, излучаемой такой антенной в единицу времени, мы получаем следующее выражение:

$$-\frac{dW}{dt} = A^2 c \int_0^1 \frac{(\cos klu - \cos kl)^2}{1 - u^2} du. \quad (5)$$

Для вычисления удобнее преобразовать этот интеграл и представить его в таком виде:

$$-\frac{dW}{dt} = 4 A^2 c \int_0^1 \frac{(\sin \frac{kl(1+u)}{2})^2}{1+u} \cdot \frac{(\sin \frac{kl(1-u)}{2})^2}{1-u} du. \quad (5')$$

Разлагая подинтегральную функцию этого выражения в степенной ряд, имеем:

$$-\frac{dW}{dt} = \frac{A^2 c}{4} (kl)^4 \left( \frac{2}{3} - \frac{k^2 l^2}{5} + \frac{3k^4 l^4}{160} - \dots \right). \quad (5^2)$$

Если принять, что  $k$  очень малая дробь, то получается обычная формула для Гертцева диполя.

Энергия антенны складывается из энергии воздушного провода и энергии в удлинительной катушке. Принимая во внимание условие (4), находим:

$$W = \frac{A^2}{4} l L_1. \quad (6)$$

Логарифмический декремент колебаний может быть вычислен по формуле

$$\gamma = \frac{4\pi}{3} \frac{(kl)^3}{L_1} (1 - 0,3 k^2 l^2 + 0,028 k^4 l^4 - \dots) \quad (7)$$

*Численный пример:* Положим, что длина волны увеличена вдвое, так что  $\lambda = 8l$ .

Тогда  $kl = \frac{\pi}{4}$  и, полагая

$$L_1 = 4 \log \frac{2l}{b},$$

найдем, что

$$\gamma = \frac{0,413}{\lg \frac{2l}{b}},$$

т. е. в шесть раз меньше, чем без удлинительной катушки.

4. Положим, что провод заземлен, но конец его нагружен некоторой емкостью, так что ток на конце провода, т. е. для  $z = l$ , не равен нулю. Амплитуда тока в этой точке очевидно равна  $A \cos kl$ . Количество энергии, излучаемое в секунду этой антенной, выражается такой формулой

$$-\frac{dW}{dt} = \frac{A^2 c}{4} \left\{ \int_0^{4kl} \frac{1 - \cos u}{u} du - \left( 1 - \frac{\sin 2kl}{2kl} \right) (1 + \cos 2kl) \right\}. \quad (8)$$



*Численный пример:* Пусть  $\lambda = 12l$ , и следовательно  $4kl$  приблизительно равно 2. Вычисление интеграла путем разложения подынтегральной функции в степенной ряд приводит к такому численному результату

$$-\frac{dW}{dt} = 0,16 A^2 c. \quad (10)$$

Эта величина приблизительно в четыре раза меньше излучения простого вертикального провода, имеющего ту же собственную длину волны, т. е. в три раза более длинного, чем рассматриваемый провод.

5. Рассмотрим еще излучение горизонтального провода, который представляет из себя конец Г-образной антенны. Длина вертикального провода пусть равна  $l$ , а горизонтальная часть антенны —  $l_1$ . Положим, что длина волны такой антенны равна  $4(l + l_1)$ ; тогда получаем:

$$-\frac{dW}{dt} = \frac{A^2 c}{2} \left\{ \int_0^\pi \left[ 1 - I_0(2kl \sin \vartheta) \right] \left( \frac{1 - \cos kl_1(1+u)}{1+u} + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{1 - \cos kl_1(1-u)}{1-u} \right) \cdot \sin \vartheta d\vartheta - \left( 1 - \frac{\sin 2kl}{2kl} \right) (1 + \cos 2kl) \right\}. \quad (11)$$

В этом выражении  $I_0$  обозначает бесселеву функцию нулевого порядка.

*Численный пример.* Пусть  $2l = l_1$ , т. е. горизонтальная часть вдвое длиннее вертикальной; тогда

$$-\frac{dW}{dt} = 0,015 A^2 c, \quad (12)$$

излучение горизонтальной части антенны составляет всего 10% излучения вертикального провода, как показывает сравнение (10) и (12).

6. Не трудно показать, что полное излучение Г-образной антенны равняется сумме излучений вертикальной и горизонтальной части. Хотя поле, создаваемое горизонтальной частью, имеет довольно сложное строение, но оно обладает следующим важным свойством. Если мы заменим влияние земной поверхности зеркальным изображением антенны, то в точках, симметрично расположенных относительно горизонтальной плоскости, которая является плоскостью симметрии антенны, электрическое поле, создаваемое вертикальной частью антенны, одинаково как по величине, так и по направлению, поле же, создаваемое горизонтальной частью, имеет хотя и одинаковую величину,

но противоположное направление. Это является следствием того, что токи в горизонтальных участках нашей симметричной антенны имеют всегда противоположное направление.

Обозначим  $E_1$  и  $E_2$  напряжения электрического поля, создаваемые соответственно вертикальной и горизонтальной частью антенны. Эти величины следующим образом зависят от времени:

$$E_1 = A_1 \cos(\omega t - kr_0),$$

$$E_2 = A_2 \cos(\omega t - kr_0) + B_2 \sin(\omega t - kr_0).$$

Таким образом результирующее поле будет, вообще говоря, вращающимся. Составляющие его по координатным осям будут иметь следующий вид:

$$E_{1x} + E_{2x} = (A_{1x} + A_{2x}) \cos(\omega t - kr_0) + B_{2x} \sin(\omega t - kr_0)$$

и точно также для других координатных осей. Средняя величина квадрата такой составляющей за известный промежуток времени, напр., за 1 секунду, очевидно, равна

$$\text{ср. в. } (E_{1x} + E_{2x})^2 = (A_{1x} + A_{2x})^2 + B_{2x}^2.$$

Излучение антенны через некоторый элемент сферы, которую мы мысленно описываем около нее, пропорционально средней величине квадрата электрической силы, т. е.

$$\sum (A_{1x} + A_{2x})^2 + \sum B_{2x}^2 = \sum A_{1x}^2 + \sum (A_{2x}^2 + B_{2x}^2) + 2 \sum A_{1x} A_{2x},$$

где суммирование производится по отношению к трем составляющим по координатным осям.

Первые два члена представляют из себя величины, пропорциональные излучениям одного только вертикального или одного горизонтального участка антенны. Что касается последнего члена, то он в силу указанного выше свойства полей  $E_1$  и  $E_2$  должен иметь в симметрично расположенных (относительно горизонтальной плоскости симметрии) точках противоположные знаки, и поэтому при вычислении полного излучения антенны соответствующие ему слагаемые парно сокращаются.

Таким образом несмотря на сложный характер электрического поля, создаваемого антенной, состоящей из вертикальной и горизонтальной частей, полное излучение ее может быть вычислено просто,

как сумма независимых излучений соответствующих частей. Необходимые формулы даны в предыдущих параграфах.

Эти же результаты будут иметь место и в тех случаях, когда антенна состоит из нескольких параллельных проводников, если только распределение тока в ней такое же, как и в простом проводе.

7. Обыкновенно излучение энергии антенной выражается сопротивлением излучения, отнесенным к пучности тока. Если предположить, что все сопротивление  $R$  сосредоточено там, где амплитуда тока равна  $A$ , то

$$-\frac{\partial W}{\partial t} = \frac{1}{2} R A^2,$$

так как количество расходуемой энергии равняется произведению сопротивления на квадрат действующей силы тока. Поэтому в разобранных выше случаях можно легко вычислить сопротивление  $R$ .

Но несомненно, что сопротивление излучения распределено вдоль антенны и не одинаково в разных ее точках. Оно обусловлено не только излучением отдельных элементов антенны, но и их взаимодействием. Но для того, чтобы найти это распределение, необходимо решить такую задачу: какую величину имеет в различных точках антенны та электрическая сила, которая должна быть компенсирована внешней электродвижущей силой для того, чтобы колебания были незатухающими. Эта электрическая сила должна иметь ваттную составляющую, т. е. совпадающую или вернее противоположную по фазе току в антенне.

Мы можем подойти к решению этого вопроса двояким путем. Первый аналогичен принципу Гюйгенса. Если известно распределение электрической силы на какой-нибудь замкнутой поверхности  $S$  и зависимость ее от времени, то можно, применяя известное преобразование Грина, найти значение электрической силы в любой точке  $C$  внутри этой поверхности для любого момента  $t$ . Обозначим это значение  $E_0$ . Определение этой величины предполагает, что нам даны значения  $E$  для всех точек поверхности  $S$  в моменты  $t - \frac{r}{c}$ , где второй член представляет время, необходимое для распространения света от соответствующей точки  $S$  до точки  $C$ . Но совершенно таким же образом можно определить  $E_0$ , если известна величина электрической силы на  $S$  в моменты более поздние, т. е. в моменты  $t + \frac{r}{c}$ . В этом случае по данным значениям  $E$  на  $S$  мы ретроспективно определяем значения светового вектора в тех точках, откуда свет приходит к точкам поверхности  $S$ .



Очевидно, что этот метод может быть применен для того, чтобы найти величину электрической силы в антенне, обуславливающей излучение. Формула для вычисления  $E_0$  имеет такой вид:

$$4\pi E_0 = \int dS \left\{ \cos(nr) \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{E}{r} \right) - \frac{1}{r} \frac{\partial E}{\partial n} \right\}, \quad (13)$$

где  $n$  обозначает направление внутренней нормали к  $S$ .

Если поверхность  $S$  представляет из себя сферу, описанную радиусом  $r_0$  из центра  $O$ , который находится в точке пересечения антенны (симметричной) с плоскостью симметрии, то очевидно, что нормаль совпадает с радиусом  $r_0$ , но так как нормаль  $n$  (внутренняя) направлена к центру, то

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial n} &= - \frac{\partial E}{\partial r_0} \\ \cos(nr_0) &= -1 \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Расстояние  $r$  точек сферы от точки  $C$  на оси  $Z$ , где мы желаем определить величину  $E_0$ , вообще говоря, не совпадает по величине и направлению с радиусом  $r_0$  сферы, но если  $r_0$  очень велик по сравнению с расстоянием  $OC = z$ , то можно считать, что направления  $r$  и  $r_0$  совпадают, и

$$r = r_0 - z \cos \vartheta, \quad (15)$$

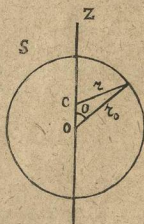
где  $\vartheta$  угол между направлениями  $r_0$  и  $OZ$ .

В случае прямолинейной вертикальной антенны распределение электрической силы дается формулой (2). Подставляя в нее вместо  $t$  величину

$t + \frac{r}{c}$ , получим функцию  $E$ , которая входит под знак интеграла в (13):

$$E = \frac{2A}{r_0} \cdot \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \vartheta\right)}{\sin \vartheta} \cdot \cos(at - k(r_0 - r)). \quad (16)$$

При дифференцировании этой функции по  $r$  нужно считать  $r_0$  постоянным, и также рассматривать, как постоянную величину,  $r$ , ког-



Черт. 1.

<sup>1)</sup> P. Drude. Lehrb. d. Optik, p. 167. 1900.

да берется производная по  $r_0$  или, что тоже, по  $l$ . Заметим еще, что при дифференцировании  $\frac{E}{r}$  по  $r$  и  $E$  по  $r_0$  можно ограничиться дифференцированием одного только косинуса, входящего в выражение (16), так как дифференцирование  $\frac{1}{r}$  и  $\frac{1}{r_0}$  дает величины высшего порядка малости, повышая показатель больших по условию (и при том произвольно больших) величин  $r$  и  $r_0$ . Таким образом выражение (16) приводит нас к следующим соотношениям

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial r} &= - \frac{\partial E}{\partial r_0} \\ \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{E}{r} \right) &= \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial E}{\partial r} \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

Приняв во внимание (14), мы получим

$$4\pi E_0 = - \int \frac{2}{r} \frac{\partial E}{\partial r} dS. \quad (18)$$

Так как нас интересует только составляющая  $E_0$  по оси  $Z$ -ов, то необходимо в интеграле (18) подставить вместо  $E$  не полную величину электрической силы, а ее составляющую  $E_z$ , причем

$$E_z = E \sin \vartheta.$$

Подставив еще  $r_0 - r = z \cos \vartheta$  согласно (15), мы найдем, производя интегрирование, следующее выражение:

$$E_0 = \frac{2l}{l^2 - z^2} A \sin \alpha \cos k z. \quad (19)$$

Это и есть та электродвижущая сила, которую мы ищем. Она пропорциональна силе тока в антенне

$$E_0 = \frac{2l}{l^2 - z^2} i.$$

Сопротивление излучения таким образом распределяется согласно закону

$$R = R_0 \cdot \frac{1}{1 - \frac{z^2}{l^2}},$$

если  $R_0$  есть сопротивление (расчитанное на единицу длины) в пучности тока. На конце антенны оно обращается в бесконечность, но так, что  $E_0$  остается конечной повсюду. Мощность излучения также неравномерно распределена и притом так, что на конце антенны, где ток равен нулю, и излучение равно нулю. Полная мощность, т. е. величина интеграла

$$\int_0^l E_0 i dz,$$

конечно, приводит к выражению совпадающему с (3).

Этот метод может быть, конечно, применен и к другим более сложным случаям.

Тот же результат мог бы быть получен и другим путем, а именно вычислением электродвижущих сил, которые создаются внутри антенны вследствие колебаний в отдельных элементах ее. Такой способ вычисления сопротивления излучения является очень поучительным, так как он показывает, что затухание колебаний в излучающей антенне можно рассматривать, как результат взаимодействия ее элементов. Этого вопроса я предполагаю коснуться в другой статье.

Нижний-Новгород. Радиолaborатория.

7 февраля 1922 г.



## Отчет о докладе гр. Арко: „Быстрая передача радио-сигналов“.

*Доклад в О-ве Технической Физики в Берлине 25 февраля 1922 г.*

„Быстрой“ телеграфией называют передачу сигналов со скоростью не менее 35 слов в минуту, т. е. ту скорость передачи, при которой даже самый опытный телеграфист не в состоянии принимать сигналы „на слух“, а потому необходимы для приема специальные регистрирующие аппараты, так называемые „быстропишущие телеграфы“. Телеграфирование по радио посредством быстропишущих телеграфных аппаратов очень сложно. Мало иметь быстросигнализирующие аппараты, необходимо также работать с настолько усовершенствованными передающими и приемными радиостанциями, при которых явления в атмосфере не оказывали бы влияния на высоко чувствительные аппараты.

Применение „быстрой телеграфии“ в радиотехнике значительно выгоднее, чем при передаче по подводным длинным кабелям. В виду вредного влияния электроемкости проводов, по кабелю нельзя передавать больше 30—35 слов в минуту, в то время как нормальная скорость работы современных радиостанций большой мощности не менее 70—80 слов в минуту, причем имеется полная уверенность довести передачу до 150—200 слов в минуту в самое ближайшее время.

Для приведения в действие реле быстропишущего телеграфа требуется довольно большая сила тока, превышающая в десятки тысяч раз силу принимаемых радио-сигналов; поэтому ускорение передачи сигналов в беспроводной телеграфии стало возможным сравнительно недавно, после изобретения катодных усилителей: благодаря им удалось применить на приемных станциях регистрирующие аппараты нормальной чувствительности и усовершенствовать приемы настолько, что атмосферные разряды и работа посторонних передатчиков почти не оказывают вредного влияния.

Современное приемное отделение большой радиостанции, принимающей посредством регистрирующих аппаратов, устроено следующим образом (черт. 1 стр. 449). В качестве приемной антенны служит четырехугольная рамка со стороной квадрата в  $1\frac{1}{2}$ —2 мт, установленная в помещении станции и могущая вращаться на подпятнике на  $360^\circ$ . Это так называемая антенна системы проф. Брауна, обладающая направляющим действием, т. е. улавливающая сигналы передатчиков, лежащих

только в плоскости ее витков. Вращением рамки можно „уйти“ от мешающего действия посторонних станций, и кроме того рамка мало чувствительна к атмосферным разрядам. Пойманные антенной сигналы попадают в тетра-аудион, где выпрямляются, усиливаются в 12.000 раз и 4 раза гетеродинируются, после чего они усиливаются еще в 8.000 раз в катодном усилителе низкой частоты и поступают в двойное катодное реле Сименса, связанное непосредственно с поляризационным реле быстропишущего телеграфа. С помощью такой установки и включаемых промежуточных „очистительных“ и „акустических“ контуров удалось установить вполне надежную передачу между Лондоном и Берлином со скоростью 650 знаков в минуту посредством телеграфа Сименса.

В радиотелеграфии употребляются следующие регистрирующие аппараты: фонографы Эдисона и Паульсена (скорость приема до 600 знаков в минуту), электростатический телеграф Джонса - Хут (4.000 знаков в минуту) и сифонный и машинный телеграфы Сименса и Витстона. Наиболее усовершенствованный из них—это телеграф Сименса, сразу печатающий принимаемую телеграмму обычным шрифтом, но зато и самый чувствительный к атмосферным разрядам.

Передатчики для „быстрой телеграфии“ требуют также специального и очень тщательного оборудования. Самым важным условием для правильной работы быстропишущих телеграфов является абсолютное постоянство длины посылаемой волны. Современные приемники до того остро настроены, что изменение длины посылаемой волны, хотя бы на один процент, влечет за собой непринятие сигнала. В виду этого быструю передачу сигналов станциями большой мощности можно осуществить только при помощи катодных генераторов или машин высокой частоты. Катодные генераторы незатухающих колебаний большой мощности пока мало усовершенствованы, а потому единственными практически надежными отправителями остаются машины высокой частоты, хотя постоянство длины волны, даваемое машиной, очень трудно поддерживать вследствие зависимости его от окружной скорости движущего машину мотора. За последнее время придумано несколько способов регулировки оборотов приводного мотора. Граф Арко остановился только на одном, с большим успехом примененном на радиостанции Науэн, это на резонансном реле системы инженера Бедекера и Ригера (черт. 2). Работа реле основана на резонансе регулируемого переменного тока с настроенным слабо затухающим контуром. В этом реле две катодные трубки мощностью в 5—10 ватт включены последовательно и обратно друг другу. Их сетки включены в общий слабо затухающий контур. Аноды трубок находятся под напряжением регулируемого переменного тока. Тот же переменный ток возбуждает контур сеток. В зависимости от фазы напряжения анодного и контурного токов электронные потоки в трубках могут быть различно велики. В случае резонанса регулируемого тока с настроенным контуром сеток они

равны друг другу. При токе частоты ниже той, на которую настроен контур, поток электронов в одной трубке сильнее, чем в другой; при токе высшей частоты величина электронных потоков в трубке обратная. Получающуюся разницу в силе анодных токов трубок в случае изменения частоты регулируемого тока можно использовать для реле с дифференциальной схемой, служащего для регулировки окружной скорости приводного мотора. С помощью такого способа удалось понизить вредные гармоники машины до 0,1%. Для постоянства длины посылаемой волны необходимо, чтобы поправки длины волны производились как можно скорее, чтобы посылаемая волна не успела выйти из области резонанса приемника. При работе с моторами в несколько сот лошадиных сил эта задача далеко не легкая, успешно разрешаемая только посредством изобретенного русским инженером Осносом дросселя (Оснос-дроссель). Не менее трудную задачу составляет телеграфирование током большой силы, так как блокировочные реле ключа должны быть очень массивными, что затрудняет быструю подачу сигналов. Здесь также удалось преодолеть препятствия с помощью дросселей Осноса и маленьких реле, работающих сжатым воздухом. Дроссель Осноса состоит из нескольких замкнутых сердечников с обмотками переменного тока высокой частоты и постоянного, служащего для намагничивания сердечника. Изменяя силу постоянного тока, меняем самоиндукцию дросселя, причем резкое увеличение или уменьшение ее может быть произведено незначительным изменением силы намагничивающего тока. Поместив ключ в цепь постоянного тока слабой силы дросселя, можно задерживать ею переменный ток любой мощности.

Первая германская транс-атлантическая линия, оборудованная вышеописанными приборами, которые граф Арко продемонстрировал аудитории, работающая быстро пишущими телеграфными аппаратами Сименса со скоростью 80 слов в минуту, открыта для общего пользования осенью прошлого года между станцией Науэн и новой американской станцией Рокки-Пойнт около Нью-Йорка.

Доклад графа Арко был богато иллюстрирован опытами, диапозитивами и чертежами.

*Сергей Зейлигер.*

(Получена из Берлина 24 IV 1922 г.).



К ответу о докладе графа Арко.

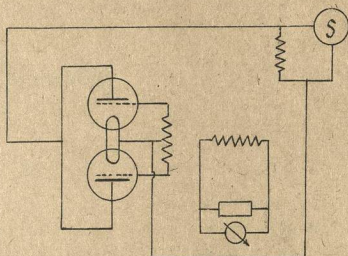
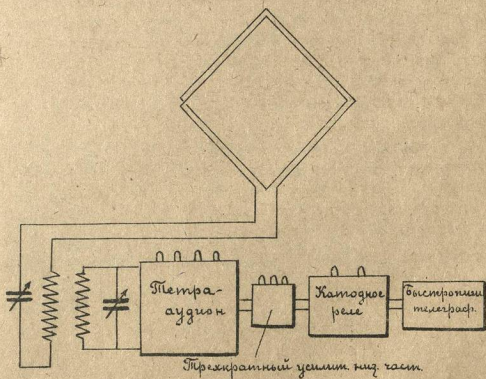
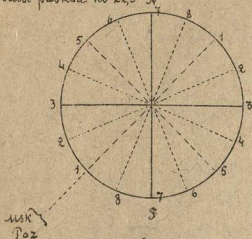


Схема резонансного реле Бедкера и Вилера.

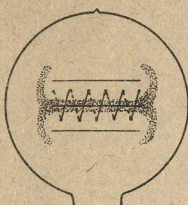


# Жетанде Н.В. Доржикова

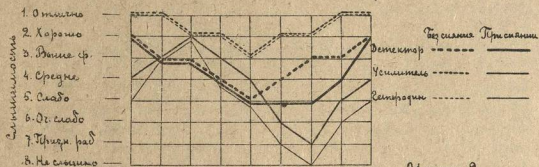
Угол равный по 22,5°



Черт. 1.

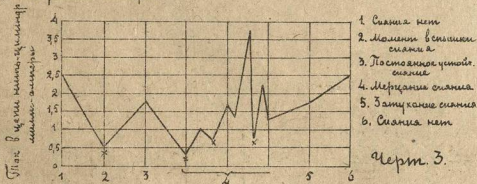


Черт. 5.

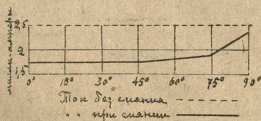
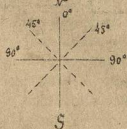


Черт. 2.

Положение рамки по черт. 1.



Черт. 3.



Черт. 4.

## Северное сияние и его влияние на радиотелеграф.

*Н. Р. Дождикова.*

### Северное сияние.

Во время командировки на Север мною производились наблюдения над северным сиянием и его влиянием на радиотелеграф. Прежде чем изложить результаты последнего, я опишу явление полного северного сияния, которое наблюдал в ночь с 8 на 9 сентября 1920 г. Перед величию и мощью картины северного сияния за полярным кругом человек чувствует себя совершенно уничтоженным. Все же мое описание, быть может, создаст хотя некоторое представление действительности.

В ясную безоблачную погоду в северо-западной части горизонта догорают последние отблески потухающей зари, дающие возможность отличить грань горизонта, которая по мере удаления к северу становится все менее и менее ясной, а на севере совершенно пропадает, сливая океан и небосвод в одно целое. Надвигающаяся темнота ночи на севере как бы сгущается, образуя совершенно темное овальное пятно больших размеров. Вдруг из середины этого пятна, как бы из за океана вспыхивает яркий зеленоватый фосфорически—серебристый луч, прорезывающий темный небосвод от горизонта до зенита. Луч этот, на горизонте узкий и яркий, по мере удаления вверх расширяется, ослабляя свою яркость, и теряется совершенно в зените. Через несколько мгновений слева и справа от этого луча одновременно вспыхивают еще лучи такой же величины и мощности—западный, дающий слегка красноватый оттенок, и восточный — фиолетовый. Еще через несколько мгновений между этими лучами прорезываются еще два луча: справа — с оранжевым отблеском и слева — с голубоватым; затем еще два луча: желтоватый и синеватый. Несколько минут (8—12) эти лучи ярко и неподвижно стоят правильно очерченными и под равными по отношению друг к другу углами, слегка вздрагивая и мерца. Затем мерцание все более усиливается, с концов лучи начинают постепенно затухать, переливая свою яркость к основанию, которое постепенно расширяется, переходя в яркую полукруглость — корону довольно сильного фосфорического света, правильно окаймленную множеством мелких правильных расходящихся лучей, мерцающих и слабо переливающихся всеми



цветами радуги; мерцание постепенно замирает, наконец, останавливается; полуокружность — корона достигает наибольшей яркости, стоит, без изменения 20—25 минут и затем быстро затухает, оставляя север в темноте ночи. Через некоторое время (5—7 минут) полуокружность — корона с слабыми и незначительными мелкими лучами снова вспыхивает, встает неподвижно и из за нее начинают, то в порядке последовательности справа налево или наоборот, то в смешанном порядке, под правильными углами расходясь или скрещиваясь, прорезываться до зенита мощные лучи, сильно мерцающая и давая слабые оттенки солнечного спектра. Такое явление похоже на какую-то игру лучей, продолжающуюся 12—15 минут, после чего сияние быстро затухает и пропадает совершенно. Минут через 7—10 вновь вспыхивают лучи последовательно от одного какого-либо края, расходясь под правильными углами. Переливаясь и мерцая, останавливаются они в зените, отходя друг от друга основаниями, которые по мере удаления теряют первоначальную яркость, а зенитные концы сближаются и снижаются к горизонту. Настает момент слияния верхних концов лучей, затем перекрещивания, которое создает светлое пятно правильной формы, быстро снижающееся к горизонту и, по мере снижения, расплывающееся и переходящее в форму полуокружности, описанной выше. Вновь начинается игра лучей, а затем полное угасание сияния. Спокойная темнота ночи вновь минут через 5—7 оживляется, сначала сиянием такой же формы, которое к концу игры лучей создает полуокружность. Полуокружность эта начинает принимать неправильные формы, а корона маленьких лучей на ней ярко загорается. Лучи короны отделяются друг от друга, разрывают полуокружность и создают своей группировкой вид змей, изгибающихся по небу правильными и неправильными зигзагами и переливающимися радужными оттенками своих колец-лучей. Затем эти кольца-лучи к нижним концам своим постепенно увеличивают яркость, а верхние удлиняются кверху до зенита, от чего получается впечатление громадного тяжелого занавеса с тяжелой золотисто-серебристой фосфорической бахромой, который чья-то невидимая рука все время перебирает и медленными волнами переносит по небу, освещая слабыми цветами спектра. Иногда занавес переходит в форму змей; иногда тот и другой вид сияния достигает очень сильного света, а иногда затухает и прорезывается вспыхивающими лучами. Занавес постепенно переливаясь, как бы от искусственного перебирания его складок или от легкого ветра, медленно отдаляется от горизонта, и по мере удаления теряет свою яркость и замедляет движения, и так остается до тех пор, пока на востоке не просветлеет горизонт от загорающейся зари солнечного восхода. Такова картина полного северного сияния. Иногда сияние проходит не в такой последовательности, но всегда имеет почти одинаковые формы: лучи, корона-полуокружность, змея и занавес; иногда же оно бывает целыми ночами одной какой-либо формы, без переходов в другую форму и совершенно неподвижное.

(Упомянув о спектре, должен оговориться, что он очень слаб и чуть заметен).

Характерные, мною замеченные, особенности полярного сияния следующие: Сила света полярного сияния находится в обратной зависимости от величины сияния и степени удаленности его от полюса (горизонта).

### Влияние полярного сияния на радиотелеграфирование.

Наблюдения мои по определению степени влияния полярного сияния на радиотелеграфирование производились без предварительного к этому подбора необходимых приборов, а лишь при наличии имеющихся под руками. Во время описанного выше полярного сияния произвести какие-либо опыты и наблюдения не представилось возможным, так как это сияние наблюдалось с судна на полном ходе последнего при сильном шторме, почему я был вынужден ждать более благоприятного случая, который и представился при моем пятидневном пребывании на о. Диксоне. Опыты производились при приеме сигналов радиостанций на рамку (деревянная рамка со стороной в 1,5 метра, 19 витков звонкового провода) в ночь с 11 на 12 сентября 1920 г. при постоянном и довольно устойчивом, но, к сожалению, не особенно мощном полярном сиянии в виде полукружности — короны.

Прием работы радиостанций МСК и ПОЗ производился на рамку при включенном приемнике типа РГС первоначально на очень хорошо подрегулированный детектор (К 6), а затем на французский усилитель 3-*ter* с французскими лампами. При отсутствии сияния рамка была направлена на максимум слышимости работ первоначально МСК, а затем ПОЗ, и во время приема этих станций поворачивалась. Наблюдения производились в 8 разных направлениях рамки, как это изображено на чертеже стр. 450.

Разные направления рамки относительно передающих радиостанций дали разные результаты слышимости как на детектор, так и на усилитель и генератор незатухающих колебаний. Максимум слышимости радиостанций МСК и ПОЗ был при 1-м положении рамки и минимум при 5-м (черт. 1, стр. 450).

Затем прием этих же радиостанций производился на рамку при полярном сиянии, с момента его первой вспышки до полного исчезновения, что дало результаты, вычерченные на прилагаемом графике (черт. 2).

Как видно из графика (черт. 2), влияние полярного сияния на радиоприем несомненно, особенно при работе на усилитель и генератор незатухающих колебаний. Определение силы приема производилось без проверки приборами (таких не имелось), а по звуковому эффекту в телефоне, причем последний проверялся кроме меня несколькими лицами.

Сила звука имела восемь подразделений, обозначенных на графике. Результаты наблюдений показывают, что наивыгоднейшее для радиоприема направление антенны для радиостанции крайнего севера изменяется в зависимости от направления к полярному сиянию (см. черт. 2).

В виду того, что наличие влияния полярного сияния на радиоприем было замечено в более сильной степени при работе ламп, то я задался целью проследить характеристику французской лампы при всех изменениях форм и силы полярного сияния. Для этого была взята одна вполне исправная французская лампа (как детектор), нить лампы питалась батареей с постоянным напряжением в 4 вольта, цепь цилиндра батареей с постоянным напряжением в 90 вольт, а в цепь цилиндра был включен миллиамперметр. Наблюдения производились при том же приемнике и той же рамке, направленной точно на средину полярного сияния.

Наблюдения дали следующие результаты изменения тока в цепи нить-цилиндр:

1. При отсутствии полярного сияния ток устойчивый и равный 2,5 мА.

2. В момент вспышки сияния ток сразу понизился до 0,5 мА и затем стал медленно повышаться.

3. Во время постоянно устойчивого и немерцающего сияния в течение 2 ч. 35 м. ток устойчивый и равный 1,75 мА.

4. Перед началом затухания сияния, когда оно начало сильно мерцать и иногда пререзываться лучами, ток все время колебался от 0,25 до 3,75 мА, принимая некоторую устойчивость к моменту затухания.

5. Во время быстрого затухания сияния ток минуты  $1\frac{1}{2}$ —2 был устойчив (около 1,75 мА) и по мере затухания сияния повышался.

6. После исчезновения сияния ток сразу поднялся до 2,5 мА, и оставался без изменения.

На черт. 3 изображена кривая тока в цепи нить-цилиндр при разных формах и силе сияния.

Во время одинаково устойчивого сияния при повороте рамки от данного ей направления до  $45^\circ$  ток в цепи нить-цилиндр оставался почти без изменения, а по мере увеличения угла более  $45^\circ$  ток стал повышаться все быстрее и при  $90^\circ$  дошел почти до 2,25 мА (черт. 4).

Характерным явлением при вспышке и мерцании сияния было появление свечения в лампе в моменты, обозначенные на черт. 3 крестиками. Свечение имело вид слабо освещенной (молочной) туманности, как бы извергающейся из пространства охватываемого сеткой (спиралью), причем туманность эта была плотнее около нити, постепенно разрежаясь к сетке, а у самой сетки и в пространстве между сеткой и цилиндром отсутствовала. Наивысшее сгущение туманности было в концах



нити, от которых туманность как бы выходила из области охваченной сеткой в пространство лампы в виде воронки, края которой загибались за цилиндр. Туманность постепенно разрежалась к краям воронки, но у краев воронки имела еще заметное очертание (черт. 5).

В эти моменты ток в цепи нить-цилиндр падал до минимума. Подобного явления при отсутствии северного сияния не наблюдалось, и я не мог получить его искусственно путем всевозможных изменений силы тока и напряжения в цепях нити, сетки и цилиндра.

Полагаю, что влияние полярного сияния на радиоприем, несомненно, и что поток электронов, выходящих из нити лампы, находится в безусловной зависимости от полярного сияния, которое, возможно, есть ничто иное, как грандиозный поток таких же электронов, выходящих из полюсов земного шара.

Для проверки своих наблюдений я производил свои опыты днем, причем дневная работа ламп была нормальна без каких-либо изменений, что меня вполне убедило во влиянии полярного сияния на катодные реле и в отсутствии полярного сияния днем. Путем наведения справок и из разговоров с радиоспециалистами, обслуживающими северные радиостанции, я узнал, что подобных наблюдений не производилось, но что влияние полярного сияния на радиоприем заметно. Степень и форма влияния приборами не проверены, а индивидуальные отзывы радиоспециалистов очень разноречивы; некоторое меньшинство высказалось даже за отсутствие влияния.

Рассматривая север с его полярным сиянием, как край менее благоприятный для радиотелеграфирования, в то же время нужно поставить этому краю в плюс маломощность наблюдающихся атмосферных разрядов, мешающее действие которых сказывается летом 4—5 недель и зимой 3—5 недель (во время снежных бурь) и то в значительно меньшей степени, чем в других местах (разряды в зимнее время сильнее, чем летом).

К сожалению, очень короткий срок моего пребывания за полярным кругом, неподготовленность к изучению особенностей полярных стран, отсутствие под руками необходимых приборов для опытов не дали возможности произвести более обширные наблюдения.

г. Ново-Николаевск.

Радиопод'отдел Сибпочттеля.

## БИБЛИОГРАФИЯ.

**Техника Связи.**—Журнал, посвященный технике и организации почты, телеграфа, телефона и радио. № 2—Апрель. Издание НКПиТ. Ответственный редактор А. Ф. Шевцов. Москва, 1922—108 стр. 7000 экз.

После девятимесячного промежутка, объясняемого повидимому современными техническими затруднениями в печатании, появился, наконец, второй номер журнала „Техника Связи“, с нетерпением ожидавшийся читателями. Журнал производит по-прежнему самое благоприятное впечатление.

В отделе „Техника и организация связи“ помещен доклад проф. Коваленкова на VIII Электротехническом Съезде: „Ближайшие задачи междугородного телефонирования“ с интересными схемами междугородных аппаратов и трансляций, обзор Е. Бернарделли: „Автография и фотография на расстоянии“, продолжение статьи инж. Шестакова: „Переустройство телефонных сетей“, статья инж. Коузова: „К определению скорости телеграфирования аппаратами Уитстона“.

В этом же отделе даны описания приборов, примененных в современной русской технике, именно проф. Чернышева—„Преобразователь Паульсена для Детскосельской радиостанции“, который является вторым экземпляром генератора системы проф. Чернышева, изготовленным в России (первая дуга изготовлена для Политехнического Института), и инж. Львова—„Английский полевой телеграфно-телефонный аппарат“.

В отделе „Изобретения, усовершенствования и деловые предложения“ среди других заметок описан „Счетный полукруг для расчета радиосетей“ М. В. Шулейкина и А. Л. Минц; самый метод описан в настоящем номере „ТиТбп“ (стр. 354).

В отделе теории продолжен „Популярный курс телефонии“ проф. Коваленкова. Далее помещен очерк А. Ф. Шевцова по „Научной организации производства“. Интересна статья инж. Виторского—„Вольтова дуга и дуговые генераторы незатухающих колебаний“, дающая описание явления вольтовой дуги и краткую ее теорию, а также приводящая некоторые конструктивные типы дуговых генераторов. Даны очерк А. Ф. Шевцова—„Основные схемы катодных усилителей“ и популярный очерк Конюшкова—„Волнообразное движение и эфирные волны“.

В осведомительном отделе большое внимание уделено VIII Электротехническому Съезду, многие из докладов которого прореферированы. Сообщается о всех главных событиях, имеющих интерес для русской радиотелеграфии и техники слабых токов. Тщательно и интересно составлен отдел „Заграницей“, сообщающий вкратце наиболее выдающиеся новости из области связи.

По заявлению редакции „Техника Связи“ будет выходить раз в два месяца; подписка принимается в Москве, Б. Дмитровка, 22, Редакция НКПиТ.

С. Гор.

**Военная электротехника.** Март, № 2. 1922 г. 72 стр. со вклеенными таблицами литогр. чертежей. Цена 35 коп. + 5 коп. за пересылку (по курсу Госбанка). Адрес редакции: Город Сергиев, Моск. губ. Военн. Электро-Техническая Академия.

О первом выпуске этого журнала мы уже упоминали („ТиТбп“ № 13 стр. 329). Второй выпуск включает в себе статьи: Опыт применения электр. энергии высокого напряжения на полях сражений. В. Баженова. — Электрооборудование военных аэропланов и его особенности. Н. Луценко. — К опытам с аэростатными антеннами. В. Тейковцева (автор приводит соображения, как вести подобные опыты, и более подробно останавливается на определении слышимости по методу параллельных омов). — Соединение электродвиг. пост. тока для получения абсолютно синхронного вращения их. Е. Свицкий (статья взята из „ТиТбп“ № 12 стр. 207). — Радиотелеграф в армии Колчака. Я. — Р. — Военная электротехника и фортификация. N. N. — Не следует, чтобы история повторялась. Е. Антулаев. — Библиография. Хроника. Разные известия.

**Наука и техника.** Ежемесячный журнал центр. научно-технич. клуба профсоюзов. № 1. Апрель 1922 г. Москва. 39 стр. in 4<sup>o</sup>.

Это новое научно-техническое издание рассчитывается на широкую среду более или менее образованных людей. Такие знаки, как  $10^{-80}$ , и такие слова, как „субстанция“, поясняются читателю.

Содержание первого выпуска очень интересно; все статьи написаны известными специалистами и выдержаны в одном тоне. По оглавлению можно судить о разнообразии тем: проф. Ерманский, Под знаком организации; акад. Ферсман, Завоевание науки; проф. Т. Краев, Три мировых субстанции; Аррениус, Великая проблема энергии; инж. Львов, Совре-

менные достижения в области электросвязи; инж. Блох, Наука и промышленность; инж. Гольберг, Автомобиль и его роль в современном транспорте; инж. Петров, Русские изобретения за последние годы.

**Ю. Н. Меньшиков. Незатухающие колебания и применение их к беспроводной телеграфии и телефонии.** Руководство для класса радиотелеграфистов. Часть I — текст. Часть II — атлас чертежей. Москва. 1922 г. Цена 1 руб. золот.

Книга эта по первому взгляду производит благоприятное впечатление. В таком кратком руководстве для наших радиотелеграфистов, дающем сжатое популярное объяснение явлений электрических колебаний, ощущается настоящая потребность. Полного сочувствия заслуживает также мысль дать снабженное кратким описанием собрание схем наиболее употребительных передатчиков, приемников и усилителей.

Однако при ближайшем знакомстве с книжкой приходится признать, что задачу свою автор выполнил далеко не безупречно, допустив целый ряд ошибок, обесценивающих руководство.

Приведем несколько выдержек из текста.

Стр. 15. „Машина (Айзенштейна) сравнительно *тихоходна*, почему легко поддерживать постоянство числа оборотов...”

(В действительности у быстроходных машин большее постоянство числа оборотов).

Стр. 21. „Вольтова дуга, служащая как источник света, снабжается угольными или *медными* электродами”.

Стр. 31. „Если начать откачивать (из сосуда) воздух (*былший первоначально под атмосферным давлением*), то давление в сосуде *уменьшится*, проводимость *тоже уменьшится*...”



Стр. 34. „Направление движения электронов навстречу току можно сравнить с направлением тока в цепи  $+R-$ ; ток от  $(+)$  элемента через сопротивление  $R$  идет к  $(-)$ , но внутри элемента ток проходит от  $(-)$  к  $(+)$ “.

На стр. 37 говорится, что нить, пластина и сетка пустотных ламп делаются чаще всего из никкеля.

Стр. 41. „Чтобы вернуть сетке прежний начальный потенциал, одинаковый с потенциалом нити, в цепь сетки последовательно включается конденсатор  $C_0$ , иногда шунтированный мегомом  $R^0$ “. (В действительности таким включением достигается совершенно противоположный эффект).

На стр. 49 сказано, что с увеличением расстройки гетеродина тон, слышимый в телефон, *понижается*. Кроме того, там же тон 2000 периодов в 1 сек. назван почему то „первым чистым тоном“ а 1000 пер.— „тоном № 2“. Здесь автор очевидно спутал гетеродинный прием незатухающих колебаний с действием искрового передатчика, работающего от альтернатора 1000 периодов.

Стр. 62. „Положим, что приемная антенна обладает большим затуханием, чем передающая; тогда может случиться, что ток в передающей антенне достиг наибольшего значения и уменьшается, а приемная антенна *вследствие* большого затухания еще не раскачалась и в ней ток продолжает увеличиваться“.

В последнем параграфе автор свое „понятие о радиотелескопе“ основывает на представлении о фотоэлементе, как приборе обратимом полагая, что изменяя ток в фотоэлементе можно получить „мигающий свет“, почему и снабжает фотоэлементом не только отправительную, но и приемную станцию.

Приложенные чертежи тоже вызывают ряд замечаний. На многих из них нет обозначений, соответствующих тексту. Чертеж № 110 за-

ставляет думать, что микрофонный ток может быть многозначной функцией времени.

Схемы тоже не все верны, что особенно досадно, т. к. это не позволяет воспользоваться ими на практике при налаживании или исправлении различных установок. Так, неправильны обе схемы Нижегородской Радиолaborатории: шестикратного усилителя и телефонного передатчика проф. М. А. Бонч-Бруевича. В первой из них неправильно показано добавочное сопротивление в цепи анода последней лампы, вместо которого должен быть включен телефон, помещенный на схеме в другом месте.

В телефонном передатчике не показаны батареи накала генератора и модулятора, а в тексте указана одна цепь накала для всех ламп. Между тем нити генераторной и модуляторной ламп в действительности имеют разность потенциалов, доходящую до 1000 и более вольт.

Правда, автор говорит, что он дает несколько „упрощенную“ схему телефонного передатчика, но едва ли указанную неточность можно отнести к целесообразным упрощениям, да и вообще в *практическом* руководстве никакие упрощения схем по понятным причинам не уместны.

В. Т.

„Telefunken Zeitung“ № 25, январь 1922. 144 стр. Берлин.

Этот номер является юбилейным в честь 25-летия беспроводной телеграфии. Номер издан на роскошной бумаге и иллюстрирован чертежами и большим количеством художественных фотографических снимков.

Юбилейный номер ознаменован тем, что вначале его помещены портреты виднейших мировых деятелей в области колебаний и радиотелеграфии (Попов однако отсутствует) и даже написаны стихи в честь 25-летия радиотелеграфа.

Далее дана хроника развития

радиотелеграфии в Германии и несколько статей исторического характера, в которых граф Арко, Рендаль и другие радиоспециалисты делятся своими воспоминаниями. Весьма интересна статья о катодной лампе и ее применениях Рукопа и Гауссер-Гансвиндт. Гарш приводит новый метод расчета длины волны и данных антенны по способу Рейнгарда. Эберггард указывает на своеобразное явление, имеющее место при приеме в Гельтове радиотелеграмм из Америки на определенных волнах, заключающееся в том, что между 8.40 и 9.40 гринв. вр. сигналы из Мариона ( $\lambda = 11500$  мт) при приеме на рамку в 1 кв. мт четырехкратным усилителем настолько ослабляются, что в течение десяти минут перестают быть слышимыми. Второй минимум наблюдается между 18.30 и 20.00 час. гринв. Явление ослабления сигналов вплоть до исчезновения может быть, по мнению автора, объяснено поднятием и опусканием плоскости хивизайдова слоя в течение суток при восходе и заходе солнца и, связанным с этим явлением, изменением направления отраженных и преломленных радиотелеграфных волн, огибающих земную поверхность.

Приводится статистика радиорботы Науэна за вторую половину 1921 г., из которой видно, что обмен (считая и прессу) достиг в ноябре 800.000 слов.

В иностранном обзоре главных событий радиотелеграфии о России сообщается: „Одна из наиболее мощных радиостанций должна быть воздвигнута близ Москвы для радиотелеграфной связи Москвы с любой точкой земного шара. Отправитель будет построен в большой радиолaborатории под руководством русских ученых.“

Экспедиция, в задачи которой входит установление пароходного сообщения между Европой и устьями сибирских рек, будет снабжена радиотелеграфными приборами“.

По статистике Международного Бюро Телеграфного Союза в Цюрихе в 1920 г. насчитывалось 13694 радиостанций, из коих 977 сухопутных и 12622 пароходных.

В Токио сооружена для радиотелеграфирования башня из железобетона в 201 мт вышиной для регулярной связи с Сан-Франциско.

*С. Гор.*

## ИЗ ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

Главнейшие даты. А. С. Попов. — Даты в истории беспроволочного телеграфа с годами несколько изменились. За истекшие 28 лет были извлечены из забвения многие старинные работы, отчасти самими их авторами; некоторые из них признаны общим согласием за достойные быть названными историческими.

Штейнгейль (1838 г.) первый воспользовался землей, как „обратным“ проводом; это открытие относится к проводочной телеграфии; но, по справедливости, как беспроволочную

часть телеграфной линии, следует считать устройство, предложенное Штейнгейлем, провозвестником той „проводной“ части радиопередачи, которая теперь признается всеми в виде участия земли в так наз. поверхностных волнах, отличных от пространственных, гертцовских или свободных волн, не связанных с земною поверхностью.

Впервые колебания высокой частоты были произведены и поняты, как таковые, Генри (1840 г.). В. Томсон в своей знаменитой теоретиче-

ской работе об электрических колебаниях (1853 г.) упоминает о других экспериментаторах и далеко не всех, предшествовавших ему<sup>1)</sup>. Некому англичанину Дж. Хейворс (1862 г.) приписывается теперь идея о беспроводной передаче. Открытие явления кохеризации связывается с именем Юза (1879 г.); Бранли сделал тоже самое открытие, независимо, во второй раз (1892 г.) и применил его к приему эл. колебаний. Фитцджеральд (1883 г.) предвидел максвелловские электромагнитные волны при разряде конденсатора; сам Максвелл (1873 г.), как известно, не указал способа их получения. Долбир в Бостоне пользовался двумя приподнятыми изолированными пластинками для беспроволочной передачи (1886 г.). Элью Томсон<sup>2)</sup> пользовался эл.-маг. волнами для сигнализации (1889 г.). Наконец, первая полная комбинация всех элементов искров. телеграфа была в опытах Теслы 1893 г.<sup>3)</sup> Однако, все это были физические опыты; с кого начался радиотелеграф?

Еще не так давно даже среди наших радиоспециалистов оспаривалось первенство А. С. Попова в этой области. В 1908 г. в журнале Р. Физ. О. была напечатана статья Д. М. Сокольцова, в которой говорилось (про А. А. Петровского): „здесь он повторяет старую патристическую сказку о том, что беспроволочный телеграф изобретен А. С. Поповым“. Будучи в то время редактором Ж. Р. Ф. О., я оставил эту фразу, сделав к слову: „сказка“ примечание, в котором отсылал к своей заметке (тот же журнал за 1907 г. стр. 367) о дате 25 апреля 1895 г., когда Попов демонстрировал свою схему без антенны, и 12 марта 1896 г.—

дата первой демонстрации „воздушной линии“ (тогда как маркониевская схема была впервые продемонстрирована Присом лишь 4 июня 1897 года). Я был на стороне „сказки“, но, как редактор, представлял возможность выражать обратное мнение, зная, что оно разделяется многими русскими специалистами (в чем убедился чрез 10 лет в Москве), и надеясь, что такое резкое выражение мнения создаст инцидент, могущий ускорить выяснение истины.

Действительно, в 1908 г. Физ. О-во образовало комиссию под председательством О. Д. Хвольсона по выяснению вопроса об изобретении Попова. Комиссия эта после письменных сношений с Бранли, Риги и Лоджем и документального обследования работ Попова вынесла решение: „А. С. Попов по справедливости должен быть признан изобретателем телеграфа без проводов при помощи электрических волн“ (ЖРФО стрр. 63—72. 1909).

Прошло 13 лет. Пред нами сочинения радиоспециалистов уже нового поколения, несравненно глубже понимающих радиопередачу, шагнувшую далеко вперед по сравнению с тем временем. Посмотрим, как эти современные авторы понимают роль Попова.

1) В. Leggett (Wireless Telegraphy. London 1921. 485 страниц) правильно относит первые работы Попова к 1894 г. В следующем году Маркони начал свои опыты, находясь еще в Италии; „он воспользовался тою формою воздушной сети, какую изобрел Попов, и кохером Бранли“. Изобретение беспроволочного телеграфа, говорит автор, не принадлежит всецело Маркони; за два года до его приезда в Англию (1896 г.) Попов предлагал „передавать сигналы на расстояние помощью быстрых электрических искр“.

2) W. Eccles (Continuous wave wireless Telegraphy. London 1921. 407 страниц) говорит: „Резонирующий приемник Попова, а именно—длинный вертикальный провод представ-

<sup>1)</sup> Русск. перевод статьи Томсона С. Майзеля в сборнике „Эл. колебания и волны“, вып. 2, 1910.

<sup>2)</sup> См. „Титбн“ № 3, стр. 90, 1918. Перев. статьи Э. Томсона.—Догадка В. Оствальда, что Гальвани в одном из своих опытов имел уже беспроволочную передачу, не встречается сочувствия.

<sup>3)</sup> См. „Радиотехник“ № 8, стр. 255. 1919.



ляет собою в сущности современную антенну или воздушную сеть"; и далее: „Маркони изменил излучатель Герца таким же образом, как Попов изменил резонатор; он удлинил одну его половину и поставил вертикально“.

3) Е. Nesper (Handbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie. Berlin 1921. 1253 страницы), описав приемник Попова с заземленным воздушным проводом, рассказывает: „Когда вскоре после этого Риги в Болонье устроил особенно хорошо действующий разрядник из трех шаров и показал этот разрядник на своей лекции об электрических волнах (1896 г.), занимавшийся у него Дж. Маркони возымел мысль помощью этого разрядника и приемного устройства Попова установить беспроволочный телеграф, после того как он тщетно пытался достичь сколько нибудь удовлетворительных результатов с одним излучателем Риги, даже когда применял собирательное зеркало“.

Эти выдержки с полной ясностью показывают, что за Поповым не только *первенство* в изобретении антенны и первоначальной приемной схемы. Маркони не изобрел того же самого во второй раз, но применил результаты, добытые Поповым. Воз-

можно, что при этом сыграли свою роль опыты Джэксона, моряка британского флота, о котором упоминает Икклз (I. с. р. 4), как о делавшем удачные попытки беспроволочного телеграфирования до приезда Маркони в Англию.

Антенна, которая в первых лабораторных опытах Попова (воспроизведение опытов Лоджа и Герца) была в несколько см длиною, затем обратилась в провод франклиновского громоотвода, в схеме грозоотметчика, устроенного в Петроградском Лесном Институте, и развивалась далее в руках Попова, последовательно (см. статью П. Н. Рыбкина, „Радиотехник“ № 8, стр. 258 — 283) усовершенствовавшего свои судовые станции, до судовой воздушной сети в 120 ф. длиною.

Это уже началась радиотехника, подвигавшаяся однако лишь с большою медлительностью. По справедливому замечанию Флеминга<sup>1)</sup>, только работы Маркони в Англии поставили радиопередачу на широкий технический путь, по которому она пошла с таким успехом<sup>2)</sup>.

В. К. Л.

## Х Р О Н И К А.

Отчет о переговорах Научно-Информационного Отдела с Союзом Германских Академий и Высших Школ<sup>1)</sup>.—Вследствие тяжелого экономического положения Германии, чтобы не дать заглухнуть научным работам и исследованиям, ученые общества и учреждения, как-то Германские Академии Наук в Берлине, Геттингене, Гейдельберге, Лейпциге и Мюнхене, Союз Гер-

манских Высших Школ, представленный всеми германскими университетами и политехническими институтами, „Kaiser Wilhelm Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften“, Союз Научно-Технических Обществ

<sup>1)</sup> Перевод статьи Флеминга в „Вестнике Военной Радиотелеграфии“ № 2, 1917, стр. 49.

<sup>2)</sup> О-во Телефункен стоит особняком, считая началом радиотелеграфа 10 мая 1897 г., когда Маркони достиг связи на 5 км, причем присутствовал проф. Слаби (см. юбилейный номер, упомянутый на стр. 458 настоящего выпуска).

<sup>1)</sup> Получено из Берлина от Н.-И. О. БИНТ. 6 мая 1922 г.

и Общество германских естествоиспытателей и врачей—объединились в „Союз Германских Академий и Высших Школ“ („Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft“). Цель этого Союза давать безвозмездно во временное пользование отдельным ученым и научным учреждениям новые и необходимые им инструменты, аппараты, а также и литературу для их научных исследований и изысканий. Имея в своем распоряжении все научные силы страны и научных специалистов, Союз распределяет заказы на инструменты и аппараты и т. п. наивыгоднейшим для себя и целесообразнейшим образом среди соответствующих германских заводов, чем достигается огромное сбережение. Германская промышленность и общественные правительственные круги всегда поддерживали интересы науки и в данном случае широко пошли навстречу „Союзу Германских Академий и Высших Школ“. Союз этот является правительственным учреждением, руководимым министром Шмидтом и поддерживаемым президентом Республики, министром внутренних дел Кохом, государственным канцлером, министром просвещения и др.

Через Прусскую Академию Наук, с которой Научно-Информационный Отдел заключил договор о приобретении по низким ценам рефератных журналов по естествознанию, издаваемых при Академии, Отдел получил приглашение снестись с „Союзом Германских Академий и Высших Школ“ для более выгодного приобретения для России научных инструментов и аппаратов. Проф. А. А. Эйхенвальд вместе с представителем Научно-Информационного Отдела 31 янв. с. г. посетили „Союз Германских Академий и Высших Школ“, где были встречены председателем Союза, министром Шмидтом, представителем промышленности по изготовлению точных аппаратов и приборов, д-ром Гольгофом, председателем Лейпциг-

ского биржевого Союза германских книгопродавцев, д-ром Бухвальдом, проф. Гергезеллем, проф. Коном из Бонна, управляющим делами „Союза Германских Академий и Высших Школ“, д-ром Вильдгагеном и управляющим делами „Zentralstelle für naturwissenschaftliche Berichterstattung“ Прусской Академии Наук, д-ром Керкгофом.

Из обмена мнений выяснилось, что „Союз Германских Академий и Высших Школ“ согласен притти на помощь интересам русских научных кругов и через его посредство доставлять России необходимые для развития русской науки аппараты, приборы и т. п.

Далее, НТО при случае присоединяет свои заказы для русских научных учреждений к заказам, делающимся „Союзом Германских Академий и Высших Школ“ для своих нужд, и, таким образом, увеличивая количество заказанных предметов, уменьшает стоимость каждого аппарата.

Чтобы Россия могла фактически получать аппараты и приборы по низким ценам, нужно иметь возможность вывозить из Германии в Россию эти аппараты без дорого стоящих разрешений на вывоз. Для этого НТО необходимо вступить в переговоры с соответствующими министерствами, причем „Союз Германских Академий и Высших Школ“ будет поддерживать ходатайство НТО в подлежащих инстанциях. Со своей стороны, по просьбе „Союза Германских Академий и Высших Школ“ об установлении обмена инструментов на некоторое количество платины, в которой Германия сейчас остро нуждается, НТО, имея в виду выгоду, вытекающую из тесной связи с „Союзом Германских Академий и Высших Школ“, обещал снестись с соответствующими русскими учреждениями, дабы способствовать тому или другому разрешению вопроса о платине.

*Научно-Информационный Отдел.*

**Переустройство Шаболовской радиостанции.** — На Московской радиостанции незатухающих колебаний на Шаболовке построена металлическая башня системы инж. Шухова высотой 150 мт, диаметром в основании 40,5 мт, вверху 17,40 мт. Общая длина сети 695 мт. Установлен второй дуговой генератор Паульсена на 100 кв, дающий возможность работать попеременно с первым круглые сутки. Установлен в передатчике третий агрегат, что дает возможность давать двумя агрегатами 1000 вольт и иметь третий в запасе.

В приемном отделении установлена новая приемная сеть через башню Шухова и поставлен аппарат Уитстона для ускоренной механической радиороботы.

**Л. М. Серебряков †.** — В марте т. г. скончался Л. М. Серебряков, сломленный чрезмерною работою по геодезическому съезду, происходившему в то время в Москве. Покойный состоял секретарем редакции „ТиТбп“ и „Радиотехник“ в первый год существования этих журналов. Много труда принял на себя Л. М. при организации всего дела. Ему принадлежат несколько заметок и статья: „Свет видимый и невидимый“ в „Рад.“ № 2.

**Обзор погоды за истекшую зиму.**  
*От Бюро Погоды Моск. Областной Геофизической Обсерваторий.* — Истекшая зима, начавшаяся значительными морозами в ноябре, в общем протекла для большей части России довольно мягко. Волны холода несколько раз захватывали север и восток страны, но только в слабой степени распространялись на центр, юг и запад. Наиболее низкие температуры наблюдались в центре и на юге при декабрьской холодной волне, начавшейся 7—8 декабря сильным понижением температуры в бассейне Северной Дви-

ны и Печоры (ниже — 30 градусов) и распространившейся затем сперва на центр, где морозы держались дней пять, а затем и на юг (20—25 градусов). После этой холодной волны наступил длительный теплый период и только в середине января началась новая холодная волна, захватившая главным образом северо-восток, где местами наблюдалась температура в — 40 градусов. В 20-х числах января эта волна распространилась, но в более слабой степени, на центр, и на запад, и в течении недели здесь держались морозы в 20 градусов. В феврале наблюдались две холодных волны. Первая началась 3 февраля морозами около 35 градусов (в бассейне Северной Двины, Печоры и Верхней Камы), и в более слабой форме 20—25 градусов) распространилась затем на Нижнюю Волгу, Верхний Дон и бассейн р. Урала; вторая же волна с 16-го по 19-е февраля захватила восток страны и частью Поволжье. Особенно значительные холода были на Печоре и Каме, где морозы доходили до 40 градусов. Все эти волны холода быстро проходили главным образом по северу и востоку страны, а в центральном, южном и западном районах особо значительных и продолжительных морозов в этом году вовсе не было.

Конец февраля ознаменовался значительной оттепелью, захватившей сперва запад страны, затем распространившейся на центр и юг. Эта оттепель, создавшая впечатление начавшейся рано весны, около середины марта сменилась сперва небольшими, а затем и более значительными морозами.

Запасы влаги (снежного покрова) в большей части России превышают норму. Первое выпадение снега относится к концу октября. Снег выпал в большей части северной и средней России, но продержался только около недели и почти весь стаял. В ноябре снега выпало мало, так что морозы этого



месяца, доходившие до 15—20 градусов, вызвали значительное промерзание почвы. В начале декабря установился прочный покров по всей северной и средней полосе России, достигавший местами 30 сантиметров. В южной полосе в течении декабря покров был крайне неустойчив и быстро стаивал.

Своего максимума снежный покров достиг для большей части страны в начале 20-х чисел февраля. К этому времени по всей средней полосе России от широты Петрограда до широты Киева, а также по всей восточной полосе (бассейн Печоры, Камы с притоками и верхнего Урала) снежный покров превышал 50 см, причем в этой области выделялись три района, где покров был особенно значителен: первый на верхнем Днепре и верхней Оке (60 см), второй—в районе Вологды—Ярославля (60—70 см) и наконец третий—обширный район восточных губерний, где на верховьях Печоры, Камы и на Уфе наблюдался покров высотой в 70—90 см. На юге снег временами стаивал, но к рассматриваемому моменту в полосе Елизаветград—Астрахань, а

также на Северном Кавказе снега лежало около 20 сантиметров.

Начавшаяся в конце февраля и продолжавшаяся до середины марта оттепель значительно понизила покров в центральных, западных и южных губерниях и уже к 10 марта снег сошел южнее линии Киев—Царицын, а на верхнем Днепре и Оке показывал только 20—30 сантиметров. Возврат холодов второй половины месяца задержал дальнейшее таяние.

Сравнивая покров текущей зимы с многолетними средними, можно сказать, что наибольшей своей высоты покров достиг в текущем году много раньше обычного. Таяние, начавшееся в средней и южной полосе очень рано, протекало медленно, но, вследствие промерзания почвы в начале зимы, нельзя ждать, что значительное количество влаги сможет быть почвой использовано. Что касается до высоты покрова, то за исключением юго-востока, где он близок к норме, по всей стране он превышает норму сантиметров на 10—20.

## Из жизни Нижегородской Радиолaborатории.

**Интересное физическое явление.** — В аудитории Нижегородской Радиолaborатории были прочитаны популярные лекции по радиотехнике В. В. Татариновым, М. А. Бонч-Бруевичем и В. П. Вологдиным для членов местного Горсовета. Ввиду малости помещения всеми лекторами лекции были повторены три раза (3, 4 и 5 мая 1922 г.).

Между демонстрациями на этих лекциях следует отметить явление, показанное В. П. Вологдиным, возбуждающее большой интерес с точки зрения понимания физических процессов. Оно заключалось в следующем: Вологдинская машина на 3 ква, дававшая после умножения частоты 80—120 тысяч пер. в сек, нагружалась эквивалентным контуром, настроен-

ным в резонанс; часть этого контура представляла собою первичную обмотку трансформатора Теслы, вторичная обмотка которого, как обыкновенно, представляла собою разомкнутый соленоид с пучком проволок на конце, влучности надпряжения. На проволоках при действии генератора получалось яркое свечение (крона).

При модулировании чрез микрофон (в цепи постоянного тока участителя) эта корона отчетливо и довольно громко передавала речь, пение и музыку, производившие модуляцию. Явление такой *звучащей короны* (как назвал его В. П. Вологдин), наблюдавшееся и с антенной, представляет собою особого рода детектацию изменений амплитуды колебаний большой частоты, детек-

тацию, обуславливаемую изменением упругости воздуха в области короны; это изменение следит за изменением амплитуды колебаний.

Любопытно, что в такт словам, которые произносит сияние, проволоки нагибаются и разгибаются игрою электрических сил.

Тут же наблюдается второе явление: при приближении и удалении различных предметов, напр. руки, относительно вторичной обмотки трансформатора Теслы в комнате разносятся звуки, которые повышаются и понижаются при изменении расстояния; таким образом могут разыгрываться мелодии. По первому впечатлению это напоминает музыкальный инструмент Л. С. Термена, однако, конечно, в описываемой обстановке нет элементов этого инструмента. Здесь, вероятно, происходит, при расстройке контуров схемы, модулирование колебаний, опять детектируемое в явлении короны.

В лаборатории М. А. Бонч-Бруевича. — Только что закончена разработка лампового радиотелефонного передатчика мощностью до 10 киловатт в антенне. Во время разработки, длившейся несколько месяцев, пришлось встретиться с неожиданными затруднениями при работе по схеме с усилителем высокой частоты. Между прочим оказалось, что при большом числе ступеней усиления в системе чрезвычайно легко возникают паразитные колебания с волнами различной длины. Наблюдались волны длиной в несколько метров. Выяснено, что эти паразиты, возникающие главным образом в момент минимума амплитуды в антенне, являются главной причиной искажения при радиотелефонной передаче и гибельно отражаются на лампах.

В результате исследования многих способов модуляции, оказалась наиболее выгодной модуляция анодным напряжением в цепи генератора, непосредственно связанного с антенной. Для полного избежания паразитов

разработана особая схема генератора с емкостным сопротивлением в цепи анода. Достигнута большая чувствительность модуляции, позволяющая, например, ясно слышать разговор, происходящий в 2-х, 3-х саженях от микрофона; в связи с этим является возможность „расширить“ аудиторию Нижегородской радиолaborатории, применяя радиотелефон во время научно-технических бесед и публичных лекций.

Заканчивается изготовление и сборка передатчика для Московской центральной радиотелефонной станции; передатчик включает в себе 6 ламп усиления низкой частоты, 12 ламп модулятора и 12 ламп генератора. Мощность каждой лампы около одного киловатта.

Произведены некоторые новые опыты с громкоговорящими аппаратами, основанными на принципе паровой сирены, разработка которых идет в лаборатории около года. Сила звука, даваемая этими аппаратами, превышает человеческий голос в сотни раз, но пока еще не достигнута ясность речи.

Доклад инж. Савельева. — 24 апреля инж. А. А. Савельев (Главэлектро, Москва) сделал доклад о современных достижениях радиотелеграфной техники за границей.

1. Об устройстве антенн и заземлений. При прежних конструкциях заземлений, при общем сопротивлении 4—5 омов сопротивление излучения было обычно порядка 0,3 ома, т. е. кд меньше 0,1.

Александрсон устроил как бы систему из трех вертикальных антенн с удлинительными катушками, из коих одна связывалась с машиной передатчика.<sup>1)</sup> Антенны были настроены в резонанс и вершины их были соединены. Так, обр. Александрсон стремился к созданию параллельных антенных контуров, настроенных в резонанс.

Шведский инженер Рендаль заметил, что вертикальных проводов одним. Поэтому у него горизонтальный провод, как не разделенный вертикальными антеннами, работал полною своею длиной, и для излучающего провода не требовалось большой удлинительной катушки. У основания вертикальный провод разветвлялся на три части, причем каждая часть была соединена через соответствующую удлинительную катушку с землей. Таким образом настройка александрсоновских антенных контуров была заменена настройкой заземлений.

Как в Александрсоновской системе, при заземлении по системе Рендаля вредное сопротивление сильно уменьшается. Причину этого можно усмотреть в том, что в прежних заземлениях токи различных concentрических кругов не совпадали по фазе. При соединении каждого круга листов заземлений отдельно через соответственные катушки кпд увеличивается до 50% и больше.

II. О ламповых передатчиках и радиотелефонии. Радиостанции в Клифдене и Карнарвоне работают теперь ламповыми передатчиками. Мощность каждой лампы  $2\frac{1}{2}$  квт, при перекале дает до 4 квт при 350 амп. Гарантированная продолжитель-

ность горения 1500 часов, практическая продолжительность горения до 3000 часов. Лампы делаются из обыкновенного свинцового стекла и снабжены воздушным охлаждением. В настоящее время испытывается лампа в 8 квт. По радиотелефонии без применений трасляций работают на расстояние 200 миль. Производятся опыты радиотелефонирования волной в 100 мт; настройка получается настолько острая, что при 102 мт уже не слышно.

Испытывается радиотелефонная станция на расстояние 100 миль, при длине волны 15 мт. Работа производится при посредстве параболического зеркала, в фокусе которого находится антенна.

III. О русских катодных реле. В настоящее время в Петрограде в Политехническом Институте делаются катодные лампы системы проф. Чернышева и Богословского. Лампа Чернышева прекрасна. Геометрические соотношения нити, сетки и цилиндра те же, что и для французской лампы, внешние размеры гораздо меньше, примерно вроде германской лампы. Анод отлично закреплен, так что дребезжащего звона не слышно. Потенциал на аноде дается в 80 вольт. Лампы Богословского тоже хороши.

1) См. „Радиотехник“ № 14, стр. 502.

## ПОПРАВКИ И ОПЕЧАТКИ.

| Стр. | Строчка.              | В „ТиТбп“ № 13:            | След. читать.            |
|------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|
| 335  | 1 см.                 | Напечатано.<br>взята для ? | взята для β              |
|      |                       | В „ТиТбп“ № 14:            |                          |
| 376  | 6 см.                 | $\pm 10$ вольт             | $\pm 20$ вольт           |
| 413  | 18 см. в показателе e | $-0,0045/\lambda_{1,5}$    | $-0,0045r/\lambda_{1,5}$ |

Корректуру держал С. М. Горленко.

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

Р. Ц. 871.

Издание Нижегородской Радиолaborатории.

Тираж 1000 экз.

Печатание „ТиТбп“ № 14 закончено 24 мая 1922 года.

Адрес редакции: Н.-Новгород, Верхняя Набережная, 8.

Редактор: В. ЛЕБЕДИНСКИЙ.

456