

„Т. и Т. б. н.“

Ж У Р Н А Л

„ТЕЛЕГРАФИЯ И ТЕЛЕФОНΙΑ БЕЗ ПРОВОДОВ“

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

под редакцией профессора В. К. Лебединского.

ОСНОВАН в 1918 г.

№ 16. ОКТЯБРЬ 1922.

СО Д Е Р Ж А Н И Е.

Сравнительный экономический расчет различных систем радиостанций и проволочного телеграфа на дальность действия в 1000—3000 километров (<i>продолжение</i>). А. Ф. Шорина . . .	592
О процессе передачи электрической энергии. И. Г. Фреймана . . .	624
Резонансные явления при различных типах затухания. Д. А. Рожанского	634
III Всероссийский Съезд Физиков РАФ. Отчеты	652
Протоколы III Съезда Физиков	665
<i>Хроника</i> : Московская радиотелефонная станция.—Применение мощных катодных реле для получения коротких волн. Н. Никитина и В. Татарина	684
<i>Из иностранной литературы</i> : Пустотные лампы с двойной сеткой. Радиостанция Аннаполис	686

1400 10 40

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

А. Ф. Шорина.

(Продолжение со стр. 563).

Глава III.

Расчет радиостанции на дальность действия в 1000 километров.

Прежде всего обратимся к выяснению вопроса о выборе формулы для определения силы тока в передающей антенне. Конечно наиболее точными формулами для этого случая будет формула Остина-Коэна и чисто теоретическая формула с коэффициентом Рабчинского. Мы пересчитаем радиостанции оборудованные искрой, машиной, дугой и лампой. Для искры воспользуемся формулой Остина-Коэна

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

Для незатухающих колебаний возьмем коэффициент 18,8/10,9, который получается, если принять во внимание, что, при работе с незатухающими колебаниями, эквивалентное сопротивление будет меньше; в данной формуле оно принято равным величине порядка 20, а коэффициент, вводимый на затухание приемной и передающей антенны, принят равным единице.

Из предыдущих подсчетов видно, что при работе на такое расстояние, высоту антенны с экономической стороны вероятно будет выгодно брать около 100 метров. Произведем подсчет всех основных величин для радиостанции с мачтами в 100 и 75 метров. Для мачты высотой в 100 м, при Т-образной антенне и волновом множителе около 4,5, получим величину горизонтальной части 150 м при собственной волне в 1000 метров. При меньшей собственной волне мы получим очень малую горизонтальную часть, к которой применить упрощенные и точные формулы будет очень трудно. Из формулы Остина видим, что наивыгоднейшая волна будет около 800 мт. При принятой нами сети вычислим все основные величины радиостанции и составим таблицу 23.

ТАБЛИЦА 23.

λ	I_1	$R_{пол}$	$R_{редн}$	$R_{общ}$	W
3000	43	1,75	4,5	6,25	11,5
2000	37	3,95	3,00	6,95	9,5
1500	30	7,00	2,25	9,25	8,5
1000	27				
800	24				
600	25				

Из этой таблицы видно, что сила тока в передающей антенне при наивыгоднейшей волне не слишком сильно разнится от силы тока при некоторой волне больше собственной. При удлинении волны в два раза мы получим необходимую мощность в 2,5 клв в антенне. Составим такую же таблицу 24 для условий работы с мачтами высотой в 75 метров. При этом мы можем считать, что собственная длина волны будет около 1000 метров.

ТАБЛИЦА 24.

λ	I	$R_{пол}$	$R_{редн}$	$R_{общ}$	W
4000	90	0,56	6,00	6,56	53
3000	72	1,00	4,50	5,50	28,5
2000	61	2,2	3,00	5,20	19,4
1500	54	3,95	3,25	6,20	18,00
1000	47				

Здесь обозначения величин те же, что и в таблице 23.

Из данной таблицы видно, что расход энергии при том и другом варианте сильно разнится. Приблизительный подсчет стоимости мачт при том и другом варианте дает разницу в 4—5 тысяч рублей и поэтому ясно видно, что выгоднее будет установка с 100 метровыми мачтами; применение 125 метровых мачт уже не дает существенных выгод. Таким образом остановимся на варианте со 100 метровыми мачтами.

Для определения мощности при незатухающих колебаниях мы должны силу тока в передающей антенне помножить на переводный множитель 0,58 и тогда получим таблицу 25 для работы незатухающих волн.

ТАБЛИЦА 25.

λ	I	$R_{пол}$	$R_{средн}$	$R_{общ}$	W
3000	25	1,75	4,5	6,25	4,0
2000	21,5	3,95	3,00	6,95	3,2
1500	17,5	7,00	2,25	9,25	2,85

Из этой таблицы и из предыдущей опять совершенно ясно, что установка с искровым разрядником не будет выгодна, так как расход энергии всетаки на 6 клв больше. В установках на такую малую мощность, когда стоимость киловатта энергии благодаря малому потреблению обходится дорого, разница на 6 клв энергии в антенне играет значительную роль, а потому вариант с искровым разрядником откинем.

Будем считать, что такой мощности радиостанции не имеют своей электрической станции, а работают энергией от постороннего источника тока, т. к. это является более выгодным несмотря на то, что энергию при таком небольшом расходе тока нужно получить по дорогой сравнительно цене.

Просчитаем устройство для разных типов передатчиков.

Для радиостанций с дуговым генератором или машиной высокой частоты с умножителями, для получения мощности в антенне в 3,2 клв необходима мощность подводимая к ним в 8 клв. При кпд динамо-машины постоянного тока 87% и мотора тоже 87%, получим необходимую мощность мотора около 10 клв.

Расходы на передатчик можно взять из главы 1-ой, расчета оборудования радиостанции машиной высокой частоты и дугой при силе приема в 50 микроампер, где мощность в антенне берется как раз в 3 клв. Расходы на оборудование передатчика будут 25.200 р., считая в этой сумме 4.000 руб. на устройство помещения. Косвенные расходы выразятся суммой 2.020 руб. Прямые расходы — 600 рублей.

Годовой расход на электрическую энергию, при работе на передачу в среднем по 12 час. в сутки и цене по 10 коп. за киловатт-час равен 4.400 руб. Расход энергии на освещение, зарядку аккумуляторов в среднем в год 2000 киловатт-часов на сумму 200 руб. в год.

П р и е м н а я.

Для устройства приемной и канцелярии можно отвести одну комнату в том же здании, где помещается передатчик, а потому стоимость расходов на приемную и канцелярию радиостанции можно считать около 200 рублей в год, считая это за арендную плату.

О б о р у д о в а н и е приемной следующее:

Приемников на волну до 20000 метров 2 шт.	600 р.
Автоматический аппарат Уитстона	300 р.
Усилителей и приспособлений для пишущего приема 2 шт.	600 р.
Батареи аккумуляторов и проч. мелкое техническое устройство, считая в этой сумме и весь монтаж	500 р.

Всего на сумму 2000 р.

Косвенные расходы. Процент на капитал—100 руб. Амортизация всего устройства из 5% — 100 руб. Всего косвенных расходов 200 руб.

Прямыми расходами будут расход на бланки, канцелярские принадлежности, замену усилительных ламп и ремонт, по примерному подсчету эксплуатации подобных радиостанций около 150 руб. в год.

Таким образом эксплуатационные расходы на содержание приемной будут около 350 руб. в год.

Мачты, сеть и заземление.

Стоимость установки 2-х мачт по 100 метров вышиною из бревен 16.000 руб. *Прямых расходов* 950 руб. *Косвенных расходов* 1.200 рублей.

Стоимость сети и заземления можно определить по примерному расчету для других вариантов, а именно: стоимость для оборудования заземления и сети с канатами и всем такелажем 3000 руб.

Косвенные расходы. Амортизация из 5% в год—150 руб. Процент на капитал 150 руб. в год. Всего косвенных расходов 300 руб.

Прямым расходом является ремонт, который в среднем для заземления и сети будет около 3%, т.-е. 90 руб. в год.

Расход на отопление помещений передатчика, приемной, канцелярии и др. будет около 9 куб. саж., считая внутренний объем в 90 куб. саж., при отопительном периоде в 6½ месяцев, т.-е. на сумму 450 руб.

Мастерская для такой радиостанции необходима очень небольшая, так что расход на ее оборудование можно считать около 500 рублей. Все эксплуатационные расходы на нее выразятся суммой 50 руб. в год.

Личный состав.

Для обслуживания такой радиостанции необходим для нормального обслуживания следующий штат:

Заведывающий радиостанцией	1	по 2.000 р.—2.000 р.
Радиомехаников	4	„ 1.400 „—5.600 „
Электротехников	4	„ 1.200 „—4.800 „
Слухачей	4	„ 1.200 „—4.800 „
Юзистов	4	„ 720 „—2.880 „
Корректоров и пуншеристов	8	„ 600 „—4.800 „
Сторож	1	„ 400 „— 400 „
Конторщиков	2	„ 600 „—1.200 „
Мачтовик	1	„ 800 „— 800 „

В каждой смене имеется один радиомеханик и электротехник, на обязанности которых лежит текущий ремонт и наблюдение за всеми техническими приборами радиостанции. Во время приемки депеш при помощи пишущего приема дежурный радиотелеграфист распределяет работу с корректором по дешифрации, если это нужно; в случае передачи непосредственно в телеграфную контору они наблюдают за ходом работы по приему. Во время передачи они наблюдают за ходом работы. В остальном штат совершенно не требует разбора. Таким образом расход на содержание личного состава выразится в сумме 27.280 руб. в год.

Расход на квартирное довольствие служащих можно принять в сумме 62 рубля в среднем на человека или 2.100 руб. в год. Объяснение получения этой цифры можно получить в разборе эксплуатации проволочного телеграфа в главе V.

На этом закончим разбор всех расходов по эксплуатации радиостанции, которые выразятся в следующих цифрах.

Для машины высокой частоты. Оборудование 46.700 руб., считая, что энергия доставляется от постороннего источника и помещение берется в аренду. Косвенные расходы 3.720 руб., прямые расходы 36.920 руб. и всего эксплуатационные расходы 40.640 руб. в год.

Для дугового генератора такой мощности мы получим те же цифры всех расходов, только прибавится расход на спирт на сумму 500 рублей в год. Тогда получим величину эксплуатационных расходов в 41.140 рублей.

Для лампового генератора мы будем иметь опять все те же расходы на эксплуатацию за исключением эксплуатационных расходов по передатчику. Для правильной работы передатчика с мощностью в антенне около 3 киловатт необходимо для одновременной работы около 6 ламп. Считая, что передатчик будет работать 12 часов в сутки,

долговечность лампы в среднем 500 часов и стоимость ее франко радиостанция 200 рублей, получим расход на замену ламп 10.800 в год.

Прежде чем перейти к определению стоимости переданного слова интересно сравнить эксплуатационные расходы для различных типов передающих генераторов.

ТАБЛИЦА 26.

№№ по пор.	Наименование расходов	Оборудование	Прямые расходы	Косвен. расходы	Эксплоатацион. расходы
	Для машины высокой частоты				
1	Силовая установка	—	4.600	—	4.600
2	Передатчик	25.200	600	2.020	2.620
3	Приемная	2.000	350	200	550
4	Сеть и здание	3.000	90	300	390
5	Мачты	16.000	950	1.200	2.150
6	Отопление	—	450	—	450
7	Мастерская	500	50	—	50
8	Расход на квартиры	—	2.100	—	2.100
9	Личный состав	—	27.280	—	27.280
	Всего .	46.700	36.920	3.720	40.640
	Для дугового генератора				
10	Добавляется расход на спирт	—	500	—	500
	Всего .	46.700	37.420	3.720	41.140
	Для лампового передатчика				
11	Расход на замену ламп	—	10.800	—	10.800
	Всего .	46.700	47.720	3.720	51.440

Из таблицы видим, что эксплуатационные расходы дуги и машины для такой малой мощности очень мало отличаются и установить разницу в эксплуатации невозможно. Расходы же для лампового генератора сильно возрастают и в данном случае они составляют около 21% всех расходов. При сравнении установок одинаковой мощности, но разного типа, для работы на 3000 кГц при силе приема в 50 микроампер, лампы давали вздорожание всей эксплуатации на 10–12%, здесь же для расстояния в 1000 кГц мы имеем вздорожание на 20%.

Определение стоимости слова.

При силе приемного тока в 250 микроампер мы можем считать возможным применение пишущего приема с аппаратом Уитстона, или же нормальный слуховой прием. Применение в этого рода радиостанциях дуплексного приема можно считать невыгодным, так как необходима специальная установка приёмной с мачтами или сложными антеннами. Кроме того невозможно соединять для общей работы технический персонал. Необходимо иметь второй комплект радиотехников и заведывающего выделенной приёмной. Исходя из этих положений, просчитаем стоимость слова для различных передающих генераторов при различном методе приема и составим таблицу 27, при условии полной нагрузки радиостанции в 24 часа и принимая во внимание увеличение расходов для ламп на 20% (по примеру предыдущих расчетов). Тогда эксплуатационные расходы для машины и дуги будут 48.770 руб. в год и для ламп 61.730 руб. в год.

ТАБЛИЦА 27.

Наименование системы передатчика	Слуховой прием	Пишущий прием	Число слов в год	
			Слуховой прием	Пишущий прием
Машина или дуга	1,55	0,66	6.350.000	14.700.000
Лампа	1,94	0,84	—	—

Глава IV.

Сравнительный расчет эксплуатации мачт для мощных радиостанций.

Для полного представления об экономической стороне вопроса при расчете мощных радиостанций необходимо произвести сравнительный расход радиосетей и мачт. Из предыдущих подсчетов самих радиостанций выяснилось, что для работы на дальние расстояния (3000—4000 клм) наиболее выгодными являются мачты порядка 150 и 200 метров. Для работы на 1000 клм или меньше наивыгоднейшими будут установки мачт высотой в 75—100—120 метров.

Просчитаем стоимость мачт трех различных конструкций для различной высоты. Остановимся 1) на деревянных мачтах из целых бревен на оттяжках, 2) на башнях системы инж. Шухова и 3) на металлических мачтах на оттяжках.

ДЕРЕВЯННЫЕ МАЧТЫ.

Мачта в 100 метров.

Расход на деревянные части: длина всех бревен нетто 400 метров, плюс 80 метров на стыки и перерубки, всего 480 метров, при общем объеме 36 куб. метров или 3,7 куб. саж., по цене 150 руб. за куб. саж., всего на сумму 560 руб. Вес прокладок около 25 клгр на погонный метр, всего 2500 клгр, что составит 3,6 куб. метра дерева или 0,37 куб. саж.; при цене в отделанном виде 300 руб. за куб. саж. стоимость с округлением 115 руб.

Вес оковок на метр мачты 30 клгр, на всю мачту 3000 клгр или 185 пудов; при цене изделия 5 руб. за пуд, всего на сумму 925 руб. Оттяжка из стального троса общей длиной 1700 мт, в сечении 18 мм; при весе одного погонного метра в 1,85 кгр, общий вес 3140 кгр или 192 пуда по 10 р. 20 к. за пуд на сумму 1.960 руб. Устройство стеньги, реи, гафелей и проч. устройство около 300 руб. Двутаверные балки № 18 для крепления основания при длине в 4 мт и весе одного метра 21 кгр имеют общий вес 1340 кгр или 82 пуда; при цене 3 руб. за пуд конструкции на сумму 250 руб. Вес железа на анкера, фасонные части, балочки для закрепления в фундаменте и проч. около 70 пуд.; при цене 5 руб. за пуд, на сумму 350 руб.

Фундаменты под мачту 8 куб. мт или 0,8 куб. саж. стоимостью около 80 руб. Фундаменты под оттяжки каждый объем около 1,3 куб. саж.; общий объем 5,2 куб. саж. стоимостью 520 рублей.

Стоимость доставки материала, очистка, рубка и сборка бревен, установка мачты и проч. 1.400 руб. Окраска мачты за два раза со шпаклевкой в 450 кв. мт, при цене 2 р. 20 к. за мт, всего на сумму 1.000 руб. Полная стоимость мачты в 100 мт—7.460 руб.

Мачта в 150 метров.

Для расчета расхода на дерево остановимся на среднем диаметре бревна в 310 мм; при длине всех четырех связанных частей мачты в 600 мт плюс 120 мт на стыки и перерубки, всего 720 мт, имеем общий объем 55 куб. мт или 5,7 куб. саж., считая 150 руб. за куб. саж., всего на сумму 855 руб. Вес прокладок около 30 кгр на погонный метр мачты, всего 3500 кгр, что составит при удельном весе дерева 0,7 леса нетто 6,4 куб. мт или 0,66 куб. саж.; при цене в отделанном виде 300 руб. за куб. саж., всего с округлением 200 руб.

Вес оковок на метр мачты около 35 кгр или на всю мачту 5250 кгр или 320 пудов; при цене изделия 5 руб. за пуд, всего 1600 руб. Для удержания мачты с сетью устанавливаем 9 оттяжек в четырех вертикальных плоскостях, при одном фундаменте в каждой плоскости.

Для пяти троссов нижних оттяжек имеем длину $(76 + 80 + 85 + 91 + 100) \cdot 4 + 10\% = 1900$ мт. При диаметре в 12 мм и весе одного погонного метра 0,85 кг, общий вес приблизительно 1600 кг или 98 пудов; при цене 12 руб. 50 коп. за пуд всего на сумму 1.230 руб. Для следующих трех троссов имеем длину: $(113 + 128 + 144) \cdot 4 + 10\% = 1.580$ мт; при диаметре тросса в 15 мм вес погонного метра 1,25 кг. Общий вес 2.100 кг или 128 пудов; при цене за пуд 11 р. 20 к. всего на сумму 1.420 руб. Для самой верхней оттяжки длиной в $165 \cdot 4 + 10\% = 720$ мт, диаметром в 18 мм, при весе одного погонного метра в 1,85 кг, общий вес 1340 кг или 82 пуда; при цене 10 р. 20 к. за пуд, всего на сумму 840 руб. Таким образом полная стоимость оттяжек будет 3.490 руб. Устройство стеньги, рей, гафелей и проч. устройств около 300 руб. на мачту с материалом. Двутавровые балки № 21 для крепления основания мачты, при длине в $4\frac{1}{2}$ метра в количестве 16 шт., общим весом 2000 кг или 120 пудов, по цене 3 руб. за пуд с сверлением дыр и болтами, всего 360 руб. Железо на анкера, фасонное железо для закрепления в фундаменте и проч. около 80 пудов; при цене 5 руб. за пуд, всего 400 рублей.

Размеры фундамента под мачты $2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$ куб. мт, при допуском напряжении на смятие 2,5 кг на кв. см. Общий объем кладки около 0,8 куб. саж., что составит стоимость около 80 рублей. Фундаменты под оттяжки объемом 1,8 куб. саж. каждый, для четырех систем оттяжек 7,2 куб. саж., что, при цене 100 руб. за куб. саж., составит 720 руб. или всего на фундаменты 800 рублей.

• Стоимость доставки материала, очистки бревен, рубки, сборки мачты, сверления дыр и проч. на мачту около 2000 руб. Окраска мачты за два раза со шпаклевкой в 600 кв. мт, при цене 2 р. 20 к. за кв. метр, всего на сумму 1.320 руб.

Полная стоимость мачты в 150 мт—11.325 руб.

Мачта в 200 метров.

Мачта высотой в 200 метров разбита на 10 пролетов комплектами оттяжек и состоит из шести связанных между собою болтами и прокладками бревен, которые расположены своими центрами по углам правильного шестиугольника. Оттяжки числом девять расположены в шести вертикальных плоскостях, находящихся под углом в 60° друг к другу.

Расчет устойчивости проведен для двух случаев: 1) при давлении ветра $p = 250$ кг (на мт²) при отсутствии сети и 2) при давлении ветра в 150 кг (на мт²) и принимая во внимание полную нагрузку от сети, направленную вертикально, в 6000 кг.

На одну мачту необходимо: бревен $7\frac{1}{2}$ вершковых длиной

$(13,2 + 15,2 + 15,7) \cdot 6 = 265$ мт; бревен 7 вершковых длиною $(17,3 + 19,5 + 21,7) \cdot 6 = 351$ мт; бревен $6\frac{1}{2}$ вершк. длиною 23,5 мт; бревен 6 вершк. длиною $(31 + 34 + 9,85) \cdot 6 = 450$ мт. Всего нетто длина 1090 мт, на стыки через каждые 5 саж. по два метра — всего 220 мт, итого 1310 метров. Общий объем 102 куб. мт или 10,5 куб. саж.; при цене 150 руб. за куб. саж., стоимость 1575 руб. или с округлением 1580 руб. Вес прокладок 40 кгр на погонный метр и всего $40 \cdot 200 = 8000$ кгр, что составит, при удельном весе дерева $\delta = 0,7$, 11500 куб. дцм или 11,5 куб. мт или 1,2 куб. саж. леса в отделанном виде; при цене 300 руб. за куб. саж., стоимость прокладок 350 руб.

Вес оковок 50 кгр на метр мачты или 10000 кгр железа; при цене в изделии за пуд 5 руб., всего 3100 руб. Для всех оттяжек берется тросс диаметром в 15 мм с разрывающим усилием не ниже 15 тонн; вес его 1,25 кгр на погонный метр. При таком троссе в самом невыгодном пролете получаем запас прочности тросса около 3. Длина всех оттяжек, закрепленных на двух системах отдельных фундаментов, будет: $(77 + 80 + 87 + 97) \cdot 6 + (145 + 158 + 174 + 197 + 225) \cdot 6 =$ с округлением 7450 мт; на одну мачту необходимо 10 процентов запаса, поэтому всего необходимо 8200 мт тросса. Вес всего тросса 13000 кгр или 630 пуд.; при цене 9 р. 80 к. за пуд, стоимость 6.200 руб. Устройство стеньги, рей, гафелей и прочих устройств около 350 руб. на мачту с материалом.

Швеллерные балки для крепления основания мачты длиною 4,5 мт, размером 160.65.8 мм, количеством 24 шт., при общем весе 2000 кгр или 120 пудов, по 3 руб. за пуд с работой, всего на сумму 360 рублей. Вес железа на анкера, фасонное железо для укрепления в фундаменте и пр. около 10 пудов; при цене в изделиях 5 руб. за пуд, всего на сумму 500 руб.

Размеры фундамента под мачты будут $2,4 \cdot 2,4 \cdot 2 = 11,5$ куб. мт, при допускаемом напряжении на смятие хорошего грунта 3 кгр на кв. см. Т. к. 1 куб. мт равен 0,103 куб. саж., объем фундамента будет 1,2 куб. саж.; при цене 100 руб. за куб. саж. с рытьем котлованов получим расход на сумму 120 рублей. Для фундаментов под оттяжки, при весе 1 куб. мт бетонной кладки около 1500 кгр, найдем вес первого ряда фундаментов (малый размер) около 5 куб. мт. Второй ряд фундаментов около 22 куб. мт. Всего фундаментов на мачту по 6 шт. каждого ряда с общим объемом $(5,6 + 22) \cdot 6 = 162$ куб. мт или 16,7 куб. саж., при цене 100 руб. за куб. саж. бетонной кладки, на сумму 1670 руб.

Расходы по доставке материала, очистке бревен, рубке их, сборке мачты, со сверлением дыр и проч. на мачту около 2.500 руб. Окраска мачты за два раза со шпаклевкой, общей поверхностью в 1200 кв. мт, при цене 2 р. 20 к. за кв. мт, всего на мачту 2.650 руб.

Таким образом полная стоимость мачты определяется 19.380 руб.

ТАБЛИЦА 28.

Деревянные мачты на оттяжках				
№ п/п	НАИМЕНОВАНИЕ РАСХОДА	100 мт мачты	150 мт мачты	200 мт мачты
1	Деревянные части	675	1055	1930
2	Металлические части.	1825	2660	4310
3	Оттяжки	1960	3490	6200
4	Фундаменты	600	800	1790
5	Стоимость установки и сборка	1400	2000	2500
6	Окраска мачты	1000	1320	2650
	Всего .	7460	11325	19380

Из таблицы 28 видно, что главные расходы в мачте падают на оттяжки, оковки и металлические крепления, что составляет около 60% стоимости всей мачты. Крайне интересно для практических расчетов выяснить, как возрастает стоимость мачты в зависимости от увеличения высоты. Из расчета 200 метровой мачты видно, что далее идти в смысле увеличения высоты трудно, т. к. собственный вес мачты дает наибольшее усилие и наименьший запас прочности, — в нижних $7\frac{1}{2}$ вершковых бревнах, получаем около 8. Необходимо идти к какой-либо другой конструкции деревянных мачт.

Построим график 5, на котором на оси ордината отложена стоимость в рублях, а на оси абсцисс высота мачты. Тогда получим кривую 1, изображающую изменение стоимости мачты в зависимости от изменения высоты.

В технических кругах существовало мнение, что стоимость мачты растет пропорционально кубу высоты мачты. Для проверки и выяснения действительной зависимости нанесена кривая 2 увеличения стоимости при кубическом законе возрастания, принимая стоимость мачты в 100 метров за единицу. Кривая 3 представит возрастание стоимости в квадрате. Из этих кривых мы наглядно видим, что стоимость возрастает даже не в квадрате, а меньше. Приблизительная зависимость будет нечто в роде степени 1,75 или немного больше. Возрастание стоимости скажем от 150 метровой к 200 метровой мачте приближается к квадратичной зависимости. Квадратичная зависимость нанесена на этом графике кривой 4.

Интересно посмотреть далее изменение стоимости железных ба-шен, изменение количества необходимого металла в зависимости от увеличения высоты мачты. Наиболее легковесными при прочих одина-

ковых условиях являются башни инженера Шухова. Постараемся найти для них все интересующие нас данные.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ БАШНИ СИСТЕМЫ ШУХОВА.

Мачта состоит из нескольких поясов, представляющих собою гиперболоиды вращения, наложенные один на другой. На верхней площадке укреплены специальной конструкции вылеты, на которых подвешивается сеть. Башня опирается на кольцо кирпичной кладки. Разберем подробно башню в 200 метров и 100 метров, т. к. экономические расчеты будем вести лишь для этих основных высот мачты.

Башня в 200 метров.

Из расчетных данных мачты имеем следующие цифры. Общий вес металла с вылетами 325000 кгр или 19800 пуд.; при цене за килограмм со сборкой, установкой и доставкой материала 27,4 коп. или 4 р. 50 к. за пуд, всего на сумму 89.000 р. или с округлением 90.000 руб.

Произведем подсчет поверхности башни для покраски. I секция преимущественно из швеллерного железа] [№ 10, общий вес ее около 8 тонн, при весе одного погонного метра 10,93 кгр, т.е. при общей длине около 730 погонных метров. Поверхность одного метра 0,35 кв. мт и вся поверхность 266 кв. мт. II, III, и IV секции. Материал преимущественно швеллерное железо № 12] [. Вес металла II секции около 15 тонн, вес металла III секции 22 тонны, вес металла IV секции около 38 тонн; общий вес около 75 тонн, при поверхности одного погонного метра 0,4 кв. мт и весе 13,55 кгр. Общая поверхность всех трех секций около 2200 кв. мт. IV секция. Материал преимущественно швеллерное железо № 14] [; общий вес около 65 тонн, при весе одного погонного метра 16,4 кгр и поверхности 0,5 кв. мт. Общая поверхность V секции приблизительно 2000 кв. мт. VI секция. Материал преимущественно швеллерное железо № 18] [, при общем весе около 130 тонн. Вес одного погонного метра швеллерного железа 23 кгр. Вся длина железа 5650 мт; при поверхности одного метра 0,6 кв. мт всего 3400 кв. мт.

Вылеты с перилами, лестницей и проч. устройствами, при среднем весе железа 8 тонн, имеют поверхность около 250 кв. мт.

Полная поверхность башни около 8116 кв. метров. Примем для расчета 8200 кв. метр, считая, что могли быть небольшие отклонения в расчете и не принимались во внимание мелкие части мачты, болты, заклепки, прокладки и проч. Таким образом окраска мачты обойдется при цене 2 р. 20 к. за кв. метр с отскабливанием ржавчины, шпаклевкой и окраской за два раза всего 18.000 руб.

Общий объем кладки под фундаментом, представляющие из себя кирпичные на цементе или бетонное кольцо, равен с округлением 50 куб. саж. При цене 100 руб. за куб. саж. кладки с рытьем котлованов стоимость всей кладки 5000 руб.

Таким образом стоимость одной башни в 200 метров обойдется в 113.000 рублей.

Интересно сравнить эту стоимость со стоимостью подобных сооружений хотя бы в Англии. Из доклада „Имперского беспроволочно-телеграфного Комитета“ за 1919 — 1920 г. имеем следующие цифры. Шесть стальных мачт высотой в 656 фут. (200 метров) с сетью и заземлением стоят 62.500 фунтов стерлингов, т.-е., считая 1 фунт в 9,4 руб., стоимость воздушного устройства 590.000 руб. Считая расход на устройство сети и заземление по английским нормам около 12%, т.-е. приблизительно в 70.000 рублей, получим стоимость каждой мачты около 87.000 руб. Кроме того, принимая общее вздорожание рабочих рук и материала к 1929—1920 г. на 35—40% сравнительно с 1914 г., получим стоимость мачты в 52.000 рублей.

Башня в 150 метров.

Вес металла башни будет около 163 тонн или 10000 пуд; при цене 4 р. 50 к. за пуд, всего на сумму 45.000 руб.

Поверхность башни для окраски около 4550 кв. метров; при цене 2 р. 20 к. за кв. мт, общая стоимость 10.000 руб.

Количество кладки около 40 куб. саж. по цене 100 руб. за куб. саж. на сумму 4000 руб.

Полная стоимость башни 59.000 руб.

Башня в 100 метров.

Вес башни 98 тонн или 6000 пудов; при цене 4 руб. 50 коп. за пуд на сумму 27.000 руб.

Поверхность башни для окраски 2,700 кв. мт; при цене 2 р. 20 к. за кв. метр на сумму 6000 руб.

Количество необходимой кладки около 30 куб. саж., что при цене в 100 руб. за куб. саж. составит 3000 руб.

Таким образом полная стоимость башни в 100 метров 35.000 руб.

Не будем разбирать этих данных для других высот башен, а построим ряд кривых, показывающих изменение всех элементов входящих в конструкцию башни в зависимости от изменения высоты. Для этого построим графики 6 и 7.

На графике 6 представлено кривой 1 изменение веса конструкции в зависимости от изменения высоты мачты; кривой 2 изменение объема фундаментов в зависимости от изменения высоты. Как и в графике 5 построена кривая 4 возрастания веса металла в кубе и кривая 3 возрастания веса в квадрате, считая мачту в 175 метров за еди-

ницу. Из этих кривых видим, что возрастание веса башни для башен от 175—275 метров пропорционально квадрату высоты.

На графике 7, в котором принят вес башни в 100 метров за единицу, построена кривая 1, дающая характер изменения веса конструкции в зависимости от высоты. Кривая 2 показывает изменение веса конструкции пропорционально кубу высоты, кривая 3 показывает изменение веса конструкции пропорционально квадрату высоты. Кривые 4 и 5 показывают изменение веса конструкции пропорционально квадрату высоты в предположении веса башни в 175 метров за единицу. И здесь мы видим, что возрастание веса конструкции не пропорционально кубу высоты, а везде та же зависимость при принятии 100 метр мачт или башен за единицу, а именно на 10—12% меньше, чем пропорционально квадрату. Имея главным расходом в эксплуатации расход на мачты, крайне необходимо иметь более точное представление увеличения стоимости мачты в зависимости от высоты. Эта зависимость дается в таблице 29.

ТАБЛИЦА 29.

Высота башен	Стоимость башен
100	36.000
200	113.000
300	280.000
350	421.000

Из этой таблицы мы видим, что стоимость башни возрастает пропорционально почти 2-й степени высоты.

К сожалению сейчас не имеем возможности произвести подсчет стоимости трехгранных мачт решетчатого типа, но можем предполагать по всем данным, что зависимость и там будет такая же, т. к. металлическая конструкция будет возрастать в таких же соотношениях, как конструкция деревянных мачт, и металлическая конструкция башен, увеличивая вес или стоимость оттяжек, будет идти в том же отношении, как это мы имеем в деревянных мачтах.

РАСЧЕТ СЕТИ.

Для того, чтобы сделать правильно расчет эксплуатации мачт, необходимо вычислить ряд основных величин сравниваемых сетей.

Прежде всего необходимо определить емкость сети. Зная емкость сети, затухание и диаметр проводов, можно определить количество энергии, которой можно нагрузить сеть. Выбрав соответствующую сеть, можно определить соответствующие механические напряжения, которым подвергается мачта или же сравнить, не превышает ли данная сеть расчетные напряжения. Подберем наименьшую сеть, которую необходимо иметь для спроектированных в нашем расчете радиостанций, считая, что наивыгоднейшая волна 7000 метров. Диапазон волны принят 6000—9000 метров. Таким образом, считая максимальное удлинение сети в $2-2\frac{1}{2}$ раза, получим собственную волну до 4000 метров. Предполагая в устройстве антенну типа Маркони, имеем волновой множитель около 5; при высоте подвеса в 200 метров, получим длину горизонтальной части около 600 метров. Разбиваем этот участок на три пролета по двести метров и подвешиваем бронзовый канатик в 5 мм со стрелой провеса не менее 8%, и при силе давления ветра в 150 кгр/м² в присутствии льда. Временное сопротивление на разрыв бронзового кабелька 5000 клгр/см².

Данные бронзового кабеля в 5 мм: вес 1 пог. метра = 0,072 кгр; площадь сечения 7,8 мм²; разрывающий груз $p = 7,8 \cdot 60 = 468$ кгр. Вес льда на погонный метр 0,3 кгр/м². Давление ветра на погонный метр при $p = 150$ кгр/м² равно 0,5 кгр/мм². Равнодействующая этих нагрузок будет

$$P = \sqrt{(0,075 + 0,3)^2 + (0,5)^2} = 0,625 \text{ кгр/м}^2.$$

По этой силе рассчитываем канатик на разрыв. По формуле $H = \frac{Pl^2}{8t}$, где H горизонтальная сила по середине пролета, l длина пролета, t стрела провеса. Отсюда $H = \frac{0,625 \cdot 200^2}{8 \cdot 0,08 \cdot 200} = 195$ кгр.

В верхних точках крепления кабелька к рее натяжение будет больше на вес кабелька длиной равной разности высот верхней и нижней точки, что в нашем случае даст 205 клгр и таким образом имеем запас прочности около 2,3.

Мачты рассчитаны на горизонтальную нагрузку при действии веса 24 бронзовых канатиков, что дает горизонтальную составляющую в 4670 кгр.

Оценим на глаз, какова должна быть емкость сети; для этого сделаем такой приблизительный подсчет. При частоте от 40000—30000 периодов и при амплитуде напряжения в 80 киловольт, мы можем при емкости сети в 18000 сантиметров вместить от 400 до 500 киловатт при затухании сети 0,1, при емкости в 9000 сантиметров, мы можем вместить от 200 до 250 киловатт и при емкости в 4500 сантиметров

от 96 до 125 киловатт. Таким образом мы видим, что требуемая емкость сети для рассчитанных нами наиболее экономичных случаев должна быть очень небольшой.

Предположим следующие данные сети: на мачту подвешены две цилиндрические системы диаметром в 1 метр, состоящие из 6 медных канатиков диаметром в 5 мм. Каждая такая система имеет расстояние между центрами в 12 мт.

Общая длина горизонтальной части 600 мт и длина вертикальной 200 мт. Произведя расчет емкости сети по методу Хоу, получим величину около 8000 см.

При затухании 0,03 за период будет взято 0,06 всей запасной энергии, т.е. 1,68 джоуля. При работе волной около 7500—8000 мт, т.е. с частотой около 37.500 периодов, расходуемая мощность равна около 63 квт. Таким образом мы видим, что такая сеть будет вполне достаточна для рассчитанных нами примеров. Не станем просчитывать емкости сети при высоте мачт в 100 метров, т. к. получаемая емкость повысится и затухание сети тоже, и мощность, которую сможет вместить сеть, будет больше той, которая получалась у нас необходимой по расчету из механических данных сети и мачт.

Экономический подсчет.

Для получения необходимой волны горизонтальная часть антенны должна быть равной 500 мт. Исходя из механических данных сети, для подвески такой антенны необходима будет установка 4-х деревянных мачт или 3-х металлических башен. Просчитаем все расходы на воздушную сеть, поддерживаемую деревянными мачтами и башнями.

Деревянные мачты в 200 метров.

Стоимость 4-х мачт равна $19380.4 = 77.500$ руб.

Косвенные расходы. Процент на капитал, исходя из 5%, — 3.880 руб.

Амортизацию можно разделить на две части, а именно: амортизацию деревянных частей из 12,5%, считая стоимость капитала в 5% и срок службы 7 лет, и амортизацию всего остального устройства при сроке службы в 25 лет из 2%. Таким образом амортизация деревянных частей составляет из стоимости деревянных частей, окраски и работ, всего 12,5% от суммы 7.080 руб., т.е. 890 руб. на мачту, а на 4 мачты равна 3.560 руб. Амортизация всего остального устройства в 12.300 руб. из 2% равна 246 руб., а на 4 мачты 985 руб.

Всего косвенных расходов 8.425 руб. в год.

Прямые расходы. Мелкий ремонт на все мачты самое большое 200 руб., окраска мачт полностью в два года раз, т.е. в год на мачту 1.325 руб.; это нужно считать вполне достаточным, даже преувеличенным. Таким образом всего прямых расходов будет 5.500 руб. в год.

Всего эксплуатационных расходов—13.925 рублей.

Металлические башни в 200 метров.

Как было установлено для поддержания соответствующей сети необходимо 3 башни.

Стоимость каждой башни в 200 метров будет 113.000 руб., а трех башен 339.000 рублей.

Косвенные расходы. Процент на капитал 17.000 руб. Амортизация всего устройства из 1,5% (эту цифру нельзя назвать высокой, она скорее преуменьшена, вероятно при эксплуатации ее придется увеличить) равна 5.100 руб. в год.

Прямые расходы. Мелкий ремонт не более 200—300 руб. в год и окраска мачт в течение 10 лет один раз 5.400 руб. Всего прямых расходов—5.700 руб.

Всего эксплуатационных расходов—27.800 руб.

Решетчатая мачта на оттяжках в 200 метров.

Не имея, к сожалению, полного расчета стоимости мачты в 200 метров, можем во всяком случае произвести подсчет, зная все точные данные мачты в 100 метров высотой и определив ее стоимость в 17.185 руб. Будем считать увеличение стоимости в квадрате минус 12%, тогда получим *стоимость* всей мачты в 200 метров 62.000 руб.

Для подвески сети необходимо будет взять четыре мачты стоимостью в 248.000 рублей. Определим все эксплуатационные расходы.

Косвенные расходы. Процент на капитал из 5% в год—12400 р. Амортизацию всего устройства необходимо считать из 2%, считая стоимость капитала в 5%, а срок службы 25 лет. Расход на амортизацию равен 4.960 руб.

Прямые расходы. Ремонт около 300 руб. в год. Окраска мачт в 10 лет один раз около 2000 р. в год. Всего прямых расходов 2300 р.

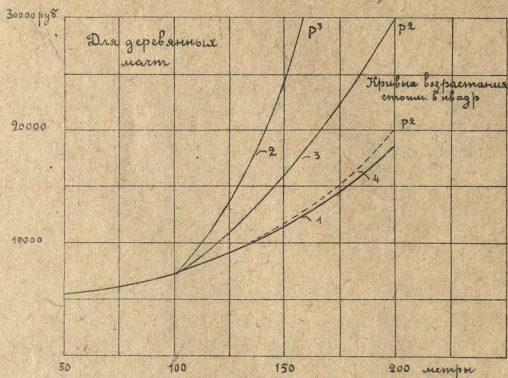
Всего эксплуатационных расходов 19.660 руб.

В заключение составим таблицу 29.

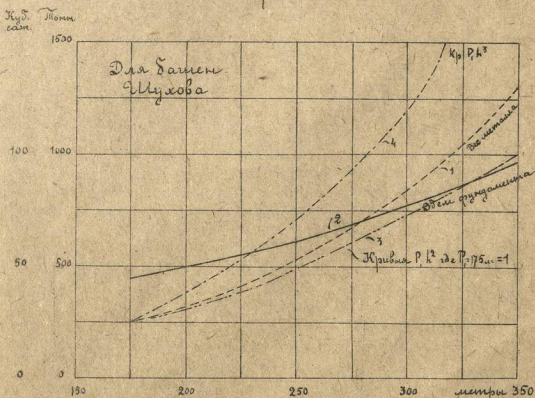
ТАБЛИЦА 29.

Наименование расходов	Стоимость мачты	Косвен. расходы	Прямые расходы	Экспл. расходы
1. Четыре деревян. мачты в 200 мт	77.500	8.425	5.500	13.925
2. Три башни в 200 метров . . .	339.000	22.100	5.700	27.800
3. Четыре мачты метал. на оттяжках	248.000	17.360	2.300	19.660

К сямье А. Ф. Морина.



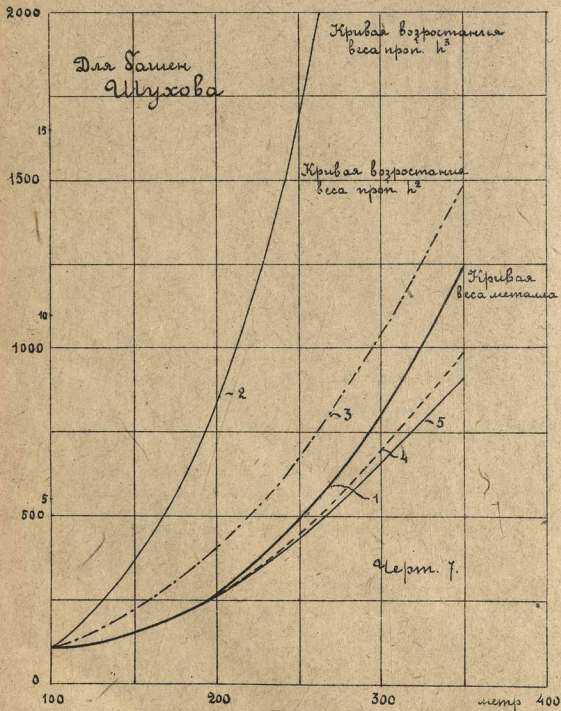
черт. 5



черт. 6.

К статье А. Ф. Шорина.

Плоск.



Из этих расчетов видно, что наиболее экономичным устройством будет установка с деревянными мачтами, даже несмотря на то, что в них приняты большие,—можно сказать преувеличенные расходы (как косвенные, так и прямые).

Если принять стоимость эксплуатации сети высотой в 200 мт с деревянными мачтами за единицу, то стоимость эксплуатации той же сети с башнями будет в 2 раза дороже и для железных мачт в 1,4 раза дороже. Зная общий расход по эксплуатации, можно сделать заключение о том, какую роль играет выбор той или иной системы устройств поддерживающих сеть. Для выяснения картины необходимо произвести хотя бы самый приблизительный подсчет, показывающий, что для радиостанций очень большой мощности порядка 100—150 киловатт в антенне выгодность постройки с мачтами падает, а выгодность установки с башнями растет.

При мощности в антенне 100—120 киловатт по приблизительному подсчету необходима подвеска четырех трубок по шести проводов, следовательно необходима установка двух рядов мачт или одного ряда башен. Тогда расход по эксплуатации сети с деревянными мачтами равен приблизительно 28.000 руб., по эксплуатации с башнями тоже 28.000 руб., а с металлическими мачтами на оттяжках 39.000 руб. Из этого приблизительного расчета видно, что башни являются в эксплуатационном отношении пожалуй может быть и выгодными, если принять во внимание, что при одинаковых расходах они дают большое удобство в обслуживании (легкое наблюдение и отсутствие оттяжек).

На эти расчеты не нужно смотреть, как на абсолютные, но по ним можно судить о приблизительной картине эксплуатации радиостанций. Полное представление может дать только полный проект устройства по определенному заданию, где конечно должны быть сделаны, как электрические, так и механические расчеты сети и по ним уже сделан подсчет всей эксплуатации. Но во всяком случае для установок до 100 квт в антенне установка деревянных мачт, особенно в настоящее время, является единственным выходом, тем более, что, деревянные мачты могут быть установлены весьма быстро. Если же для отчисления на амортизацию взять более высокий процент, что вероятно и необходимо будет делать, т. к. развитие радиотехники идет вперед очень быстрыми шагами и считать, что конструкция радиостанции за 25 лет не изменится, невозможно, то эксплуатация металлических конструкций будет в значительной и несоизмеримой степени дороже. Только какие-нибудь местные условия заставят останавливаться на металлических конструкциях, тем более, что за последнее время разработан целый ряд решетчатых деревянных мачт, которые дают возможность замены отдельных частей и тем самым предоставляют возможность в сильной степени сократить эксплуатационные расходы.

СИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ НА РАДИОСТАНЦИЯХ.

Необходимо сказать несколько слов о силовых установках на радиостанциях в России. Выгоднее ли для радиостанции иметь свою силовую установку или иметь энергию от постороннего источника, сказать очень трудно. Этот вопрос решить в общем виде повидимому невозможно. Но во всяком случае колебания в стоимости слова будут очень невелики, будет ли энергия своя или от центральной станции. Стоимость киловатт-часа электрической энергии на своей силовой установке порядка до 300—400 клв в среднем будет не более 5 коп. (при работе радиосети около 24 часов), включая сюда все расходы и содержание служащих при полной годовой нагрузке.

Стоимость энергии для крупного абонента у какой-либо электрической станции будет во всяком случае такого же порядка. Таким образом установка собственной силовой электрической станции при полной работе радиостанции можно считать скорее выгодной или равноценной. При условии сильно колеблющейся и не полной нагрузки — получение энергии со стороны может быть много выгоднее. Конечно в вопросе об рациональном устройстве силовой установки главную роль играют местные условия того пункта, где устанавливается радиостанция.

Глава V.

О расчете стоимости передачи слова по прямым телеграфным проводам.

Подсчитывая стоимость передачи слова по радиотелеграфу на расстояние в 3000 и 1000 километров, крайне интересно было бы сравнить эту стоимость со стоимостью передачи по проволочному телеграфу.

Для выяснения стоимости передачи слова по проволоке на такое расстояние, автору пришлось просмотреть всю статистику б. Главного Управления Почт и Телеграфов. Что-либо выяснить из этой статистики почти невозможно ввиду того, что все расходы, количество прошедших телеграмм и проч. распределены по округам, где смешаны в одно общее телеграммы местные, проходящие и проч. или же взята средняя цифра для отдельных округов. Расстояния, на которые распространялась статистика, много меньше нашего расчетного расстояния. Кроме того ряд телеграфных линий был в ведении одного округа, а территориально проходил по другому и т. д. Все это в высшей степени запутывало статистику. Для сравнения радиотелеграфа и проволочного телеграфа во всяком случае можно подойти довольно близко следующим образом. Следует подсчитать стоимость прокладки линии на 3000 километров с оборудованием ее соответствующими аппа-

ратами, подсчитать стоимость содержания соответствующего личного состава и, наконец, подсчитать все расходы на ремонт, эксплуатацию и проч. Затем, определив пропускную способность по этим проводам, можно определить стоимость слова. Постараемся это выполнить. Для получения представления о стоимости слова необходимо просчитать два варианта, а именно: первый вариант — прокладка полной линии, а второй — подвеска проводов.

УСТРОЙСТВО ЛИНИИ.

Для определения стоимости прокладки линии воспользуемся цифрами, имеющимися в смете б. Главного Управления Почт и Телеграфов за 1914 год.

В приложении № 17а к § 9 ст. 1 ведомости проектируемых телеграфных построек на окраинах России мы находим ряд цифр стоимости одной версты телеграфной линии. Как видно стоимость версты линии сильно колеблется, что понятно зависит от местных условий и выбора провода. Считая, что корреспондирующие станции будут работать по 5 и 6 миллиметровым проводам, мы можем остановиться на средней стоимости версты линии в 650 руб. Нужно предполагать, что линия на такое расстояние должна проходить по местам, где стоимость прокладки будет очень высокая ввиду отсутствия хороших дорог, необходимости вырубок, кабельных и мачтовых переходов и проч., а потому цену в 650 руб. для такой большой линии нельзя считать очень преувеличенной. Далее, как показала практика эксплуатации длинных Сибирских линий, необходима подвеска запасного провода для принятия в расчет обязательности замены поврежденного на участке провода другим уже второстепенным, ибо, при игнорировании такого положения, от всякого случайного повреждения на коротком участке будет бездействовать уже вся линия в 3000 километров. Поэтому необходимо для правильного расчета стоимости прокладки самой линии прибавить стоимость подвески запасного провода, который, однако, в различных участках может быть использован, как рабочий. Из этой же сметы 1914 года можем получить стоимость подвески запасного провода, взяв по прилож. № 16 за основание подвеску провода между Москвой и Петроградом на расстояние в 650 клм (610 верст), при стоимости подвески в 73 рубля за версту (68 руб. за клм). Вообще же стоимость подвески версты провода обходится в различных областях России от 40 до 90 руб. Таким образом оборудование линии составит: 1) из стоимости прокладки отдельной линии в 1.820.000 р. и 2) из стоимости запасного провода и 220.000 руб., считая протяжение линии в 3000 клм (2.800 верст). Итого стоимость оборудования 2.040.000 рублей.

Теперь необходимо выяснить, какой аппарат выгоднее включить для работы на это расстояние. Проведем параллельно расчет для ап-

парата Уитстона и для аппарата Бодо. Вопрос о выборе системы аппарата является весьма сложным и требующим глубокого и всестороннего исследования и мы здесь постараемся по возможности учесть все особенности каждого аппарата и его эксплуатации. Не будем останавливаться на аппарате Сименса, не имея под рукою точных данных об его работе; его можно считать сходным в условиях работы с аппаратом Уитстона, но с преимуществом в конструкции самого аппарата.

Для правильного действия, считая, что на магистралях будет в среднем около 5 проводов, можно установить, что расстояние между трансляционными пунктами рационально должно быть около 500 верст и всего на всю линию пять трансляций.

Таким образом для правильной работы и согласования с радиотелеграфом полное оборудование линии в 3000 ккм телеграфными аппаратами состоит из одного полного комплекта действующих аппаратов и приборов и одного полного комплекта запасных аппаратов и приборов. Мы сразу остановимся на дуплексной работе аппаратов Уитстона. 4 комплекта аппаратов дуплекс Уитстона состоящих из трансмиттера, рессивера, реле и проч. по 2500 руб. за комплект на сумму 10.000 руб., 10 комплектов трансляций по 800 руб. на сумму 8.000 руб.; 7 комплектов аккумуляторных батарей емкостью в 34 ампер-часа на сумму $1300 \cdot 7 = 9.100$ руб. с установкой и распределительными досками. Запасные аккумуляторные батареи не принимаются в расчет, т. к. предполагается, что трансляции и конечные пункты имеют эти батареи и для других телеграфных аппаратов. Монтаж и установка всех аппаратов 10.000 руб. Инструмент для механиков, как линейных, так станционных, считая в среднем на человека 20 р. в год, всего около 1.500 руб. Оборудование помещения мебелью и прочим в среднем 10.000 руб.

Таким образом все оборудование выразится в сумме 2.040.000 р. на линию, 48.600 руб. на техническое устройство, и всего 2.088.600 р. и с округлением на непредвиденные расходы 2.098.000 руб.

Эксплуатационные расходы.

Теперь перейдем к определению эксплуатационных расходов линии.

Косвенные расходы. Процент на капитал, исходя из 5% годовых, 104.500 руб. Амортизацию придется разделить на амортизацию линии и амортизацию оборудования приборами и аппаратами. Первую можно принять из 8% на сумму 163.200 руб., а вторую из 3% на сумму 1.500 руб. Конечно, очень трудно установить процент отчисления на амортизацию, но в основе можно заключить, что срок службы в среднем линии 10 лет и телеграфных технических устройств, в том числе

и аккумуляторных батарей, 20 лет. В таком случае для капитала из 5% годовых получим величину ежегодных отчислений соответственно в 8% и 3%. Всего косвенных расходов 269.200 рублей в год.

Прямые расходы. К прямым расходам необходимо отнести ремонт телеграфной линии, исправное содержание телеграфных аппаратов и технических частей. Для выяснения этих расходов обратимся к смете б. Главного Управления Почт и Телеграфов за 1914 год, где по § 9 исчисляется на ремонт линии и содержание в исправности технической части телеграфных учреждений на версту провода 5 р. 72 к.; для данного случая ремонта двух проводов по 2.800 верст всего в год с округлением 32.000 рублей.

Содержание личного состава. Для обслуживания аппаратов Уитстона дуплекс необходимо телеграфистов на смену (шестичасовое дежурство) 10 человек, на 4 смены 40 и на две конечных станции 80 человек; для замены на дежурные отпуска и на болезни 6 человек, и всего 86 человек, из которых 26 человек с окладом 750 руб., считая в этой сумме прибавку за работу на быстродействующих аппаратах, на сумму 19.500 руб. и 60 человек по 600 руб., считая в этом прибавку за работу на быстродействующих аппаратах, на сумму 36.000 (Приложение 10 к смете Главного Управления Почт и Телеграфов за 1914 год). Штат механиков необходим на конечных пунктах по 4 человека, всего 8 человек, из них 2 старших механика в год 2.400 р., 6 младших механиков—5.400 р. Для обслуживания пяти трансляций, по 4 механика нисшего оклада на каждую, требуется всего 20 человек по 750 руб., всего на сумму 15.000 руб. Расход на обслуживание линии линейными механиками и надсмотрщиками определен следующим образом: для обслуживания всех линий общей длиной 533.000 провождерст имеется 3.743 надсмотрщика, не считая городских телеграфов Москвы и Петрограда. Таким образом на версту приходится 0,007 надсмотрщиков, причем из них высшего оклада 20 человек на сумму 9.000 руб. в год, нисшего оклада 20 человек на сумму 7.200 руб. в год. Для обслуживания канцелярской и административной службы необходимо в среднем на одну конечную станцию по 3 человека со средним окладом 600 руб., для двух станций 6 человек на сумму 3.600 руб.; нисших служащих 4 человека на две конечные станции с окладом 300 руб. на сумму 1.200 руб. Содержание высшего технического и административного аппарата войдет в общий процент на расходы по ведомству. Таким образом содержание личного состава выразится в сумме 99.300 руб. в год при общем числе служащих 160 человек.

При определении эксплуатационных расходов радиостанции мы учитываем содержание зданий, хозяйственные расходы, отопление, и квартирное довольствие служащих. Для правильного проведения параллели между проволочным телеграфом и радио необходимо учесть и все

эти расходы на рассчитываемую нами телеграфную линию. К определению этих расходов можно подойти и путем вычисления их на одного работника. Стоимость содержания всех зданий и наем помещений во всех почтово-телеграфных округах 3.185.294 рубля при общем количестве служащих без центральных управлений 66.406 человек. Таким образом на человека приходится расход в год 48 рублей. Для данного случая, для 160 человек служащих, с округлением 7.500 руб.

Квартирное довольствие на все округа, центральное управление, городские телеграфы Москвы и Петрограда 4.778.881 руб., на общее количество служащих с округлением 77.000 человек, т.-е. на человека 62 рубля в год; всего с округлением 10.000 руб.

Канцелярские и хозяйственные расходы, включая ленты, краску, бланки на служащего будут около 65 руб. в год, исходя из расхода на все хозяйственные и канцелярские надобности Гл. Упр. Почт и Телеграфов в 1914 году в 5.054.700 рублей. Таким образом всего для данной линии на хозяйственные и канцелярские расходы приходится 10.500 рублей в год.

Всего прямых расходов будет 159.300 рублей. Всего эксплуатационных расходов будет в год 269.200 руб. плюс 159.300 рублей, итого 428.500 рублей (см. таблицу 30).

Определение пропускной способности.

Для определения пропускной способности проволочного телеграфа необходимо определить также, как это делалось в подсчете радиотелеграмм, манипулятивную скорость и действительную пропускную способность, которые значительно разнятся одна от другой. В радиотелеграфном расчете пропускной способности мы считали слово состоящим из 5 средних букв и одного пробела. Обращаясь к работам инж. Божко-Степаненко по исследованию работы на аппарате Уитстона (Известия В. С. Т. К. П. и Т. № 7—12 стр. 117) мы видим, что число футов перфорированной ленты только с телеграммами 611.105 с числом тарифных слов 1.286.289. В статистике радиотелеграфной передачи под числом принятых и переданных слов, считалось только число тарифных слов, а все служебные слова, повторения, запросы не считались, а учитывалось только время затраченное на их прием или повторение. На 611.105 футов перфорированной ленты, представляющей собой телеграммы, пришлось справок, ответов на запросы, повторения 98.926 футов. Эта потеря зависит от двух причин: недостатка тренировки работников и причин технически неудовлетворительного прохождения действия, искажений при передаче и пр. Таким образом на пуншировку затрачено всего 710.031 футов ленты с помещенными на ней 1.286.289 тарифными словами. Таким образом на футе ленты мы имеем $1.286.289 : 710.031 = 1,81$ слово. Это и есть пропускная способность фута ленты,

учитывающая потери на ошибки в пуншировке, справки, запросы, повторения и служебные отметки в виде №№, даты и пр.

В подсчете пропускной способности по радиотелеграфу считалось за тарифное среднее слово, состоящее из 5 букв и одного пробела. Теперь же, в статистике инж. Божко-Степаненко, учтено русское слово, которое по его различным методам определения относится к нормальному, как 4 к 3. Поэтому можно считать пропускную способность фута ленты вместо 1,81 слова в 2,4 слова. Теперь, как указывает в своих исследованиях инж. Божко-Степаненко, средняя действительная скорость ленты, при полном использовании рабочего времени и провода, равна 5,26 футов в минуту или 12,6 слов в минуту. Интересно приводить эти цифры из статистических данных больших телеграфных контор. Возьмем статистику деятельности „Московского Телеграфа“ (Известия В. С. Т. К. П. и Т. № 19—20), где указано, что наибольшее количество слов за десятилетие на одну аппаратную единицу 2617, причем работоспособность Уитстона определена в две единицы, тогда получим пропускную способность в минуту 3,65. Далее, считая, что использование проводов на телеграфной конторе, при учете бездействия, порчи, чистки аппаратов, смены, слабых ночных дежурств в 50% даст пропускную способность всего 7,30 русских слов или в среднем 9,7 так, что цифру в 12,6 слова можно считать не уменьшенною при работе аппаратом Уитстона симплекс. Взяв работу Московского Центрального телеграфа за период 1915—1919 г. (Техн. Народной Связи № 9—12), где принята работоспособность симплекс Уитстона за 4,17, получим пропускную способность от 7,5 до 12 русских слов или в среднем от 10 до 16 в минуту. Это опять подтверждает, что цифра в 12,6 есть цифра вполне правдоподобная и скорее преувеличенная, тем более, что коэффициент в 4,17 взят с огромным увеличением. В той же статье инж. Львов указывает скорость на аппарате Уитстона в сутки для Московского Центрального коммутатора 12000 слов, что составит всего 8,35 русских слов в минуту или средних пятибуквенных 11 слов в минуту. Таким образом, считая, что не будет переувеличенным, если пропускную способность примем за 12 средних слов в минуту при работе аппаратом Уитстона симплекс, при работе аппаратами Уитстона дуплекс пропускная способность будет 24 средних слов в минуту.

ВТОРОЙ ВАРИАНТ УСТРОЙСТВА ЛИНИИ.

Раньше чем приступить к подсчету стоимости слова, для полной картины интересно просчитать варианты только с подвеской рабочего и запасного провода без устройства линии. Для этого случая расходы на оборудование будут заключаться в стоимости подвески двух проводов по 220.000 рублей на сумму 440.000 рублей и того же технического оборудования. Общая стоимость оборудования 490.000 руб.

К косвенным расходам необходимо отнести % на затраченный капитал, как по подвеске, так и по оборудованию всей линии. Отчисление на оборудование линии, считая его как в первом варианте в 1.600.000 рублей (с подвешенным проводом 1.820.000 рублей минус подвеска провода в 220.000 рублей), которое падает на среднее число проводов около 10. Тоже самое можно сказать относительно расчисления расходов по амортизации. Итак косвенные расходы будут процент на капитал по подвеске провода 22.000 руб., проценты на капитал по техническому оборудованию 2.500 руб., проценты на капитал по устройству линии, считая 5% и одну пятую стоимости, 16.000 руб., и всего процентов на капитал 40.000 руб. Амортизация подвешенных проводов, из 8% в год, -- 35.200 руб. Амортизация технического устройства в 3% при стоимости капитала в 5% -- 1.500 руб., амортизация устройства линии, беря одну пятую этих расходов, равна 25.800 руб., так же из 8% в соответствии с первым вариантом. Всего расходов по амортизации 62.300 рублей и косвенных расходов 102.800 рублей.

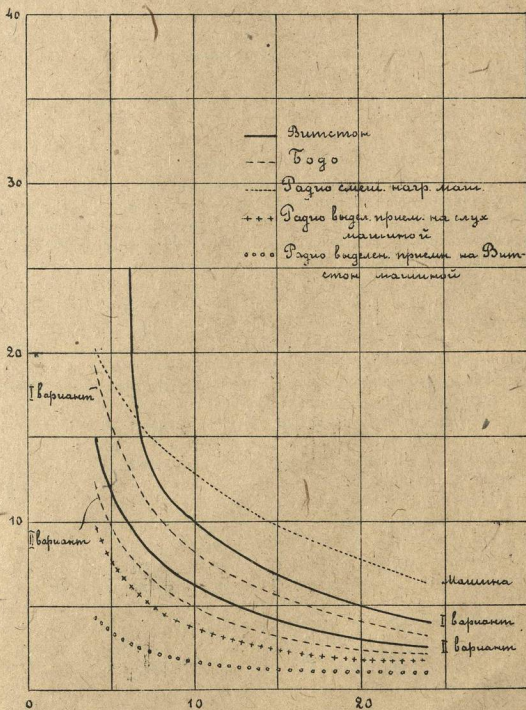
Прямые расходы останутся те же, что и в первом варианте. Всего эксплуатационных расходов будет 262.100 рублей.

Оборудование линии аппаратами Бодо.

Для расчета остановимся на 4-х кратных аппаратах Бодо. Стоимость линии для аппарата Уитстона и Бодо будет одна и та же. Некоторая разница будет в стоимости технического оборудования. Будем считать, что запасных аппаратов будет достаточно один распределитель и два приемника. Тогда стоимость одного комплекта четырехкратного аппарата Бодо с запасными частями будем около 7.000 руб. Для определения стоимости, оборудования и эксплуатации необходимо принять, что для работы на расстояние в 3000 километров необходимо установить одну приемную станцию, т.е. все расстояние разделить на два участка и в каждом участке установить по одной трансляции и одной ретрансмиссии. Таким образом техническое оборудование будет состоять из 4-х комплектов аппаратов Бодо с запасными частями 28.000 руб., 8 комплектов трансляций и ретрансмиссий 6.400 рублей. Аккумуляторных батарей емкостью в 34 ампер-часа, 8 комплектов по 1.300 руб. на сумму 10.400 руб. Монтаж и установка всех аппаратов с проводкой 15.000 руб. Инструмент для всех механиков около 1.600 Оборудование помещений и пр. в среднем 18.000 руб. Таким образом всего на техническое оборудование 79.300 руб. Все оборудование для первого варианта будет 2.119.300 руб. и для второго варианта 519.300 руб.

• *Косвенные расходы.* В первом варианте процент на капитал будет 105.800 руб., амортизация линии 163.200 руб., амортизация технического устройства 2.380 руб. или с округлением 2.400 руб. Всего косвенных расходов 271.400 руб. Во втором варианте процент на капитал по

К статье А. Э. Морина.



алфм. 8.

подвеске провода 22.000 руб.; процент на капитал по техническому оборудованию 3.960 руб.; процент на капитал по устройству линии, считая одну пятую стоимости, 16.000 руб. и всего процентов на капитал с округлением 42.000 руб. Амортизация подвешенных проводов, из 8% в год,—35.200 руб., амортизация технического устройства из 3%, при стоимости капитала в 5%, приблизительно 2.400 руб.; амортизация устройства линии, если брать одну пятую этих расходов, составит 25.600 руб., считая то же отчисление в 8%, как во всех предыдущих вариантах. Всего расходов по амортизации 63.200 рублей. Всего косвенных расходов 105.200 руб.

В *прямых расходах* стоимость ремонта линии и технической части останется та же, а именно 32.000 руб. в год.

Содержание личного состава. По смете Главного Управления Почт и Телеграфов за 1914 год (приложение № 10) установлено шесть чиновников на один четырехкратный аппарат Бодо на одну смену. Для 4-х смен на четырех станциях необходимо 96 человек. Для замены на декретные отпуска, замены по болезни и проч. необходимо увеличение штата на 6 человек и всего 102 человека, из которых 37 человек с окладом в 750 руб., считая в этой цифре и прибавку за работу на быстродействующих аппаратах, на сумму 27.750 руб. и 65 человек по 600 руб. с прибавкой на сумму 39.000 руб. Штат механиков необходим на конечных и промежуточных пунктах по 4 человека, всего 12 человек, из них 3 старших—3.600 руб. в год и 9 младших—8.100 руб. в год. Обслуживание 4-х трансляций по 4 механика высшего оклада, всего 16 человек по 750 руб. на сумму 12.000 руб. Расход на обслуживание линейными механиками и надсмотрщиками определим таким же образом, как и для предыдущего случая в 40 человек надсмотрщиков, из них 20 человек высшего оклада на сумму 9.000 руб. в год и 20 человек низшего оклада на сумму 7.200 руб. Для обслуживания канцелярской и административной службы необходимо в среднем на каждую конечную станцию по 3 человека, а на промежуточную 5 человек, итого 11 человек со средним окладом в 600 руб., всего на сумму 6.600 руб. Низших служащих 4 человека на две конечные станции и 3 на промежуточную, всего 7 человек с окладом 300 руб., всего на сумму 2.100 руб. Содержание высшего технического и административного аппарата входит в общий процент на ведомственные расходы. Таким образом содержание личного состава выразится в сумме 115.350 рублей при числе служащих 188 человек.

Стоимость содержания зданий, по 48 руб. на человека в год, всего 8.025 рублей.

Квартирное довольствие, по 62 руб. в год на человека, всего 11.700 руб. На хозяйственные расходы, канцелярию, ленту, краску и проч. 65 руб. на человека в год, всего 12.200 руб. Таким образом всего прямых расходов 179.275 рублей.

Эксплуатационных расходов по первому варианту с постройкой отдельной самостоятельной линии 450.675 руб. и по второму варианту только с подвеской проводов 284.475 руб. Для наглядного представления расходов составим таблицу 30.

ТАБЛИЦА 30.

№№ по пор.	Наименование статей расхода	Уитстон дуплекс	Уитстон второй вариант	Бодо 4-х кратный	Бодо 4-х кратный 2-й вариант
	<i>Оборудование.</i>				
1	Прокладка линии с подвесом запасного провода	2.040.000	440.000	2.040.000	440.000
2	Оборудование приборами и аппаратами	50.000	50.000	79.300	79.300
	Всего	2.090.000	490.000	2.119.300	519.300
	<i>Косвенные расходы.</i>				
3	Проценты на капитал	104.500	40.500	105.800	42.000
4	Амортизация	164.700	62.300	165.600	63.200
	Всего	269.200	102.800	271.400	105.200
	<i>Прямые расходы.</i>				
5	Ремонт линии и аппаратов .	32.000	32.000	32.000	32.000
6	Содержание личного состава	99.300	99.300	115.350	115.350
7	Наем и содерж. помещения .	7.500	7.500	3.025	8.025
8	Квартирное довольствие . .	10.000	10.000	11.700	11.700
9	Хозяйственные расходы . .	10.500	10.500	12.200	12.200
	Итого	159.300	159.300	179.275	179.275

Определение пропускной способности.

Теперь перейдем к определению пропускной способности аппаратов Бодо. Для этого остановимся на статистических данных работы этих аппаратов по различным проводам. Отметим, что наибольшая пропускная способность была на Петроградско-Киевской магистрали, где пропускная способность за 1911 год (Почтово-Телеграфный журнал за 1912 год) составляла около 700.000 слов на провод в месяц, т.е. около 23.400 слов в сутки. Надо предполагать, что 23.400 означает число тарифных слов. Принимая во внимание приобретенный в настоящее время большой опыт, как у механиков, так и у телеграфистов бодистов, эту цифру в 23.400 слов в сутки можно повысить до 35.000 слов, тем более, что в вышеуказанной статистике в ночное время вероятно работа была не интенсивная и аппараты ежедневно выключались на чистку на время около 1 часа. Из той же статистики видно, что эта пропускная способность будет наибольшая, т. к. в других телеграфных конторах статистическая пропускная способность колеблется в среднем от 13.000 до 14.000 слов в сутки. Таким образом цифру 35.000 в сутки можно считать максимальной при полной нагрузке аппарата. Тогда получим пропускную способность в 24,2 слова в минуту. Для получения пропускной способности в словах (из 5 знаков и одного бланка) необходимо умножить на переводный коэффициент $4/3$, — получим 32 слова в минуту. Интересно проверить эту цифру исходя из других данных. Для этого обратимся к статье инж. Божко-Степаненко (Известия В. С. Т. К. П. и Т. № 19—20): О статистических данных Московского телеграфа.

Из этих данных видно, что пропускная способность на одну телеграфную единицу будет 2617 русских слов и, считая аппарат Бодо равным 6 единицам, получим пропускную способность четырехкратного аппарата Бодо равной 15.700 слов, что много меньше принятой нами пропускной способности 35.000 слов. Таким образом цифру пропускной способности в 32 слова в минуту можно считать во всяком случае не преуменьшенной, а максимальной.

Определение стоимости переданного слова.

Выяснив величины эксплуатационных расходов для двух аппаратов и в двух вариантах, определим стоимость слова телеграммы. Примем, как и в радиотелеграфе, расход на содержание ведомства, доставку, передачу на второстепенные провода, прием телеграмм и проч. в 20% эксплуатационных расходов и составим таблицу и кривые стоимости слова для различной величины нагрузки, считая, что при этом уменьшения штата не происходит. Впрочем такая зависимость не является действительной, т. к. в проволочном телеграфе возможно изменение числа рабочих часов провода в соответствии с общей нагрузкой проводов.

Эксплуатационные расходы для аппарата Уитстона по первому варианту будут 428.500 рублей. Расходы по ведомству, по доставке, передаче на другие провода и проч. составят 20% от эксплуатационных расходов, т.е. 85.700 рублей и таким образом все эксплуатационные расходы будут 514.200 рублей. Для второго варианта эксплуатационные расходы будут 262.100 рублей и 20% от этой суммы на содержание ведомства, доставку и пр. 52.400 руб. Всего всех эксплуатационных расходов по второму варианту для аппаратов Уитстона 314.500 руб. Стоимость слова при применении аппаратов Уитстона, при полной нагрузке в 24 часа будет при первом варианте 4,1 коп. и при втором варианте 2,5 коп. Выясним теперь стоимость слова для аппаратов Бодо. Эксплуатационные расходы по первому варианту будут 450.675 и 20% на расходы по ведомству, доставку и пр. 90.100 рублей, всего эксплуатационных расходов 540.775 руб. Для второго варианта эксплуатационные расходы будут 284.475 руб. и 20% на расходы по ведомству и проч. 56.900 рублей, а всего всех эксплуатационных расходов 341.375 рублей.

Стоимость слова при применении аппаратов Бодо при полной нагрузке в 24 часа будет при первом варианте 3,2 коп. и при втором варианте 2,04 коп.

Составим вышеуказанную таблицу 31 и график 8.

ТАБЛИЦА 31.

Число часов работы	Стоимость слова в копейках			
	АППАРАТ УИТСТОН		АППАРАТ БОДО	
	Первый вариант	Второй вариант	Первый вариант	Второй вариант
24	4,1	2,5	3,25	2,04
20	4,9	3,0	3,9	2,44
16	6,1	3,75	4,9	3,05
12	8,15	5,00	6,5	4,06
8	12,2	7,50	9,8	6,1
4	24,5	15,00	19,5	12,4

Из этой таблицы ясно, что аппарат Бодо даже на дальние расстояния выгоднее аппарата Уитстона, несмотря на применение ретрансмиттерных установок и разделение линий.

(Окончание следует).

О процессе передачи электрической энергии.

И. Г. Фреймана.

Передачу электрической энергии на далекие расстояния мы, как известно, можем осуществить двумя способами: „по проводам“ и „без проводов“. Внешне эти два способа различаются между собою довольно сильно,—один требует сооружения линии, другой этого не требует; для одного почти безразлично, какова бы ни была форма тока на отправительной установке, другой требует непременно переменного тока и притом высокой частоты; один способ позволяет сосредоточить передаваемую энергию в заданном месте почти полностью, при другом способе большая часть передаваемой энергии уходит вовсе не туда, куда ее необходимо направить и т. д.

В настоящее время мы имеем довольно подробно разработанную картину, внутреннего строения материи и многие наблюдаемые нами явления мы можем представить как интегральные, совокупные проявления простых, дифференциальных процессов в молекулярном мире. Электромагнитные явления входят в круг тех явлений, для которых имеются соответствующие дифференциальные картины. Можно поэтому поставить вопрос—распространяется ли упомянутое резкое внешнее различие между обоими способами передачи электрической энергии и во внутрь, на соответствующие им молекулярные процессы, или же их можно свести к одной дифференциальной картине и считать их поэтому по существу однородными.

Примеры другой, не электрической передачи энергии показывают, что в природе действительно имеют место два способа распространения энергии, которые можно назвать—один свободным переносом энергии, а другой связанным переносом ее. Перенос энергии звука, землетрясений и т. п. относятся к первому способу—перенос кинетической энергии поступательно движущегося тела, перенос энергии жидкости или газа, движущихся по трубам, к второму способу.

Передача энергии „по проводам“ всегда сопровождается электрическим током в этих проводах. Электрический ток по современным представлениям есть движение электронов в проводнике. Отсюда невольно напрашивается предположение, что проводная передача электрической энергии относится к случаю связанного переноса энергии,

энергия при этом переносе связана с электронами; беспроводная же передача—это случай свободного переноса.

Если бы мы, однако, попытались всмотреться несколько глубже в процесс передачи электрической энергии „по проводу“, то представление о связанном движении энергии с электронами привело бы к нескольким противоречиям.

Во-первых, могут быть такие случаи передачи энергии по проводам, когда ни один электрон не переходит от отправителя энергии к ее приёмнику. Например, при переменном токе, когда на линии уместается четверть волны или больше.

Во-вторых, скорость движения электронов в направлении тока ничтожна. Пусть, например, имеется медный провод, в котором обычно допускается плотность тока 4 амп. на кв. мм, т.е. 400 амп. на кв. см. По данным электронной теории материи число свободных электронов в 1 куб. см меди равно припл. $3,4 \cdot 10^{22}$. Так как заряд одного электрона равен $16 \cdot 10^{-20}$ кулона, то, следовательно, в одном кубическом сантиметре меди имеется в удобоподвижном виде $3,4 \cdot 10^{22} \cdot 16 \cdot 10^{-20} = 5,4 \cdot 10^3$ кулонов электричества. То количество электричества, которое должно пройти в одну секунду через один кв. см сечения провода при упомянутой обычной плотности тока, именно 400 кулонов, заключается очевидно в объеме $500/5400 = 0,074$ куб. см. Таким образом, при этой обычной плотности тока средняя скорость движения удобоподвижного электричества в меди составит 0,074 см/сек или около 2,7 метра в час. В менее совершенных проводниках число свободных электронов бывает меньше, следовательно скорости в направлении тока должны были бы быть больше, но зато в них и не допускается такая плотность тока, так что мы будем не слишком далеки от истины, называя для этой скорости величину около 3-х метров в час.

Третье затруднение, с которым сталкивается представление о неразрывной связи потока энергии с потоком электронов, заключается в том, что возможны случаи, когда, несмотря на сильный ток в проводах передачи, энергия никуда не передается. Такие случаи мы имеем при так называемом безваттном токе.

В четвертых, вообще передача энергии переменным током исключает наиболее удобную для представления прямую связь потока энергии с током. Ведь направление тока периодически меняется, а поток энергии может, при достаточном преобладании ваттного сопротивления приемника энергии, быть направлен почти исключительно в сторону этого приемника. Представим себе, однако, наиболее простой случай передачи энергии постоянным током и постараемся рассчитать, какую работу необходимо затратить, чтобы поддерживать в проводе то состояние, которое имеет место при передаче энергии.

Если передача энергии производится при плотности тока в 4 амп. на кв. мм, то, как мы видим, средняя скорость электронов в направ-

лении тока составляет 0,74 мм/сек. Чтобы придать электрону эту скорость, на него необходимо затратить работу, равную живой силе его движения, т.е. $\frac{1}{2} mv^2$. Так как масса электрона равна $9 \cdot 10^{-28}$ гр., то затрагиваемая на электрон работа составит $\frac{1}{2} \cdot (0,074)^2 \cdot 9 \cdot 10^{-28} = 2,5 \cdot 10^{-30}$ эрга. Получив это количество энергии, электрон, однако, сохранит его недолго, т. к. он имеет возможность свободно продвигаться только на крайне ограниченном пути. Средняя длина свободного пути электрона, согласно электронной теории материи, выражается формулой

$$\frac{4 \cdot \alpha T}{N \cdot e^2 \cdot \rho V},$$

где αT — кинетическая энергия теплового движения, равная приблизительно $2 \cdot 10^{-16} T$, где T — абсолютная температура, N — число свободных электронов в единице объема — в данном случае $3,4 \cdot 10^{22}$, e — заряд электрона, равный $16 \cdot 10^{-20}$ кулона или $1,6 \cdot 10^{-20}$ эл.-магн. ед. кол. эл.-ва, ρ — удельное сопротивление — для меди приблизит. $2 \cdot 10^{-18}$ ома/куб. см. или $2 \cdot 10^3$ эл.-магн. ед. сопротивления на куб. см., V — скорость теплового движения электронов, равная при $T = 273^\circ$ приблизительно $1,07 \cdot 10^7$ см./сек.

Подставляя эти числа в приведенную формулу, получаем

$$\frac{4 \cdot 2 \cdot 10^{-16} \cdot 273}{3,4 \cdot 10^{22} (1,6)^2 \cdot 10^{-40} \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 1,07 \cdot 10^7} = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ см.}$$

Таким образом, средняя длина свободного пути электрона получается порядка миллионной доли сантиметра. Приведенный расчет однако не совсем точен, и если учесть атомы материи и их размеры, то средняя длина пути будет еще несколько меньше. Двигаясь со скоростью порядка 10^7 см/сек, электрон пройдет путь порядка 10^{-6} см за время 10^{-13} сек. По истечении этого промежутка времени произойдет столкновение электрона. Если электрон при таком столкновении потеряет свою скорость, то для сообщения ему этой скорости вновь, ему придется сообщить новую порцию энергии в размере $2,5 \cdot 10^{-30}$ эрга. Т. к. мы учли длину свободного пути с некоторым преувеличением, то число столкновений в 1 сек. будет несколько выше 10^{13} раз в секунду. Если положить, что электрон теряет $2 \cdot 10^{13}$ раз в секунду свою скорость, отдавая свою энергию молекулам, то на каждый электрон придется затратить мощность $2,5 \cdot 10^{-30} \cdot 2 \cdot 10^{13} = 5 \cdot 10^{-17}$ эрг/сек. Т. к. в кубическом см имеется $3,4 \cdot 10^{22}$ электронов, то на каждый кубический сантиметр при плотности тока в 4 ампера на кв. мм уйдет $5 \cdot 10^{-17} \cdot 3,4 \cdot 10^{22} = 16 \cdot 10^5$ эрг/сек или $16 \cdot 10^{-2}$ ватт. Из опыта мы знаем, что такое количество тепла выделяется в проводе в виде тепла, ибо удельное сопротивление меди равно $1 - 2 \cdot 10^{-6}$ ома/см³ и $i^2 \rho = (400)^2 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 16 \cdot 10^{-2}$ ватта.

Совпадение в порядке обеих величин полное, некоторая невязка в численном значении вполне объясняется трудностями экспериментального определения численного значения многих величин, входивших в расчет.

На основании приведенного расчета мы можем с полной уверенностью заключить, что на установление того состояния, которое наблюдается в самом проводе при передаче энергии „по этому проводу“, требуется затрачивать ровно такую мощность, какая тратится в этом проводе совершенно бесполезно для приемника энергии.

Как нам известно, передача энергии „по проводам“ сопровождается не только рассмотренным особым состоянием—именно током—в самом проводе, но и некоторым особым состоянием в окружающей провод диэлектрической среде. В этой среде наблюдаются электрические и магнитные силы и вызываемые этими силами деформации. Т. к. деформации, производимые электрическими и магнитными силами в совершенном диэлектрике, именно диэлектрическое смещение и магнитная индукция, носят упругий характер, и подчиняются зависимости $D = \epsilon E$, $B = \mu H$, где D —диэл. смещение, ϵ — диэл. постоянная, E —электрическая сила, B —магнитная индукция, μ — магнитная проницаемость, H —магнитная сила, то работу, необходимую для установления электромагнитного поля на единицу объема, можно представить выражением

$$\frac{1}{8\pi} ED + \frac{1}{8\pi} HB = \frac{1}{8\pi} \epsilon E^2 + \frac{1}{8\pi} \mu H^2.$$

Поставим вопрос, достаточно ли затратить на установление электромагнитного поля, наблюдаемого в диэлектрике, окружающем провода при передаче энергии, некоторое единовременное количество энергии, как, например, достаточно ли единовременно растянуть стенки резиновой трубы при пропускании по ней воды под напором, или же установление электромагнитного поля требует затраты мощности, т. е. длительной затраты работы все время, покуда это поле существует.

Если бы, начиная с некоторого момента, когда поле установилось, не требовалось совершать работу на его поддержание, то некоторый замкнутый объем поля можно было бы ограничить непроницаемой для энергии оболочкой и в этом объеме мы имели бы условие:

$$\int_v \frac{\partial}{\partial t} \left\{ \frac{1}{8\pi} \epsilon E^2 + \frac{1}{8\pi} \mu H^2 \right\} dv = 0.$$

Подинтегральное выражение нетрудно преобразовать, выполнив

дифференцирование. Получается

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} \left\{ \frac{1}{8\pi} \varepsilon E^2 + \frac{1}{8\pi} \mu H^2 \right\} &= \frac{1}{4\pi} \left\{ E \frac{\partial \varepsilon E}{\partial t} + H \frac{\partial \mu H}{\partial t} \right\} = \\ &= \frac{1}{4\pi} \left\{ E \frac{\partial D}{\partial t} + H \frac{\partial B}{\partial t} \right\}. \end{aligned}$$

Известные основные законы электродинамики, именно закон индукции и закон магнитного поля тока, если их написать в векториальной форме, дают

$$\frac{\partial B}{\partial t} = - \operatorname{curl} E, \quad \frac{\partial D}{\partial t} = \operatorname{curl} H.$$

Эти зависимости позволяют написать упомянутое под'интегральное выражение в виде

$$\frac{1}{4\pi} \left\{ E \operatorname{curl} H - H \operatorname{curl} E \right\}.$$

Если для краткости и далее воспользоваться символами векториального исчисления, то под'интегральное выражение можно представить, как расхождение векториального произведения векторов E и H т.е.,

$$\frac{1}{4\pi} \left\{ E \operatorname{curl} H - H \operatorname{curl} E \right\} = \frac{1}{4\pi} \operatorname{div} [EH] = - \frac{1}{4\pi} \operatorname{div} [EH].$$

Воспользовавшись теоремой Гаусса для преобразования интеграла по объему в интеграл по поверхности, имеем

$$\frac{1}{4\pi} \int_v \operatorname{div} [EH] dv = - \frac{1}{4\pi} \int_S [EH] N ds,$$

где N нормаль к поверхности S , ограничивающей рассматриваемый объем. Таким образом, для скорости изменения количества энергии в некотором замкнутом объеме v мы получаем выражение:

$$\int_v \frac{\partial}{\partial t} \left\{ \frac{1}{8\pi} \varepsilon E^2 + \frac{1}{8\pi} \mu H^2 \right\} dv = - \frac{1}{4\pi} \int_S [EH] N ds.$$

Приложим это выражение к объему, внутри которого находится приемник энергии, имеющий на концах разность потенциалов e и потребляющий ток i . Поверхность s расположим параллельно поверхности приемника (напр. нити лампы накаливания) на небольшом расстоянии от последней. Мы знаем, что электрическая и магнитная силы будут на этой поверхности взаимно перпендикулярны—электрическая сила E будет направлена вдоль тока, магнитная H —вокруг тока. Если длина пути вдоль электрической силы от одного конца приемника до другого будет l , то согласно определения разности потенциалов имеем

$$e = \int_0^l E dl$$

где E может как угодно меняться по своей величине вдоль l .

Точно также, если b будет длина некоторой замкнутой линии, окружающей провод и совпадающей с направлением H , то мы имеем

$$4\pi i = \int_b H db$$

где под H также подразумевается напряженность магнитной слагающей поля в данной точке. Разобьем теперь поверхность S на элементы ds так, чтобы $ds = db \cdot dl$, тогда имеем, принимая во внимание взаимную перпендикулярность E , H и N

$$\frac{1}{4\pi} \int_S [EH] N ds = \frac{1}{4\pi} \int_0^l \int_b EH dl \cdot db = ei.$$

Очевидно, скорость изменения запаса энергии электромагнитного поля, т. е. мощность, которую это поле расходует в объеме V , ограниченном поверхностью S , не равна нулю. Если поверхность S непроницаема для энергии, то, понимая под N внутреннюю нормаль к S , мы получим перед произведением ei знак минус. Следовательно, изолированный запас энергии электромагнитного поля, определяемый величинами, относящимися только к внутренней области, ограниченной поверхностью S , внутри которой находится приемник энергии, будет убывать, и притом как раз с той скоростью, с какой энергия поглощается приемником.

Если бы мы окружили подобной же замкнутой поверхностью S^1 генератор, то в виду того, что ток по нему течет против разности потенциалов на его зажимах, знак векториального произведения $[EH]$ был бы обратный. Это произведение совпадало бы с наружной нормалью

к S , а не с внутренней. Представив себе, что поверхность S^1 непроницаема для энергии и проводя внутреннюю нормаль, мы получим для скорости изменения запаса энергии электромагнитного поля внутри S^1 величину ei с положительным знаком. Этот запас должен непрерывно расти и притом как раз с тою скоростью, с какою генератор вырабатывает электромагнитную энергию.

Если однако напряженность электромагнитного поля остается при установившейся передаче энергии постоянным током без изменения, как у приемника, так и у генератора, то из этого следует, что ни поверхность S , ни поверхность S^1 не могут быть непроницаемы для энергии. Вводя в выражение для скорости изменения энергии не внутреннее, а наружные нормали, что имеет место, если мы рассматриваем не внутренний процесс изолированного объема, а его взаимодействия с окружающим его наружным пространством, мы получим у приемника

$$ei = \frac{1}{4\pi} \int_S [EH] ds \cdot N,$$

а у генератора

$$ei = -\frac{1}{4\pi} \int_{S^1} [EH] ds^1 \cdot N.$$

Эти выражения можно понимать так, что в объем, окружающий приемник и находящийся внутри S , вступает энергия с мощностью ei , а объем, окружающий генератор внутри S^1 , теряет ее с мощностью ei . На элемент поверхности приходится доля $\frac{1}{4\pi} [EH] N \cdot ds$, а на единицу поверхности мощность $\frac{1}{4\pi} [EH] N$, где E и H выражены в любых, но принадлежащих к одной системе, единицах. Затрата энергии происходит в сторону и вдоль направления векторного произведения $[EH]$.

Эти последние выводы есть уже давно известная теорема Пойнтинга. Мы применим ее к некоторой замкнутой поверхности, находящейся в электромагнитном поле, но не заключающей в себе ни приемника, ни источника энергии. Если поле внутри такой поверхности остается без изменения, то, очевидно, мы имеем

$$\frac{1}{4\pi} \int_S [EH] N \cdot ds = \left| \int_v \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{1}{8\pi} \epsilon E^2 + \frac{1}{8\pi} \mu H^2 \right) dv \right| = 0.$$

Это условие однако еще не говорит, что на то, чтобы поддерживать имеющееся внутри S поле не требуется постоянной затраты энергии, потому, что мы не можем сделать поверхность S непроницаемой

для энергии. В тех местах, где вектор $[EH]$ будет совпадать с внешней нормалью к S , энергия будет уходить, а следовательно для того, чтобы полный интеграл по S от $[EH]N$ был равен нулю, необходимо, чтобы где-то энергия вступала в окруженный S об'ем.

Теперь остановимся на одной простой картине. Имеются два сосуда с водой, соединенные между собой двумя трубами. Стенки одной трубы не совсем плотные, так что, если в ней находится вода, то она понемногу просачивается через стенки. Стенки другой трубы достаточно плотные, и в ней вода может находиться, не теряясь никуда. Из одного сосуда вливается вода в обе трубы; при этом во втором сосуде вода прибывает.

Если мы можем измерить, сколько воды просачивается сквозь стенки первой трубы и оказывается, что ровно столько же воды попадает из первого сосуда в эту трубу, и если мы можем измерить, сколько воды прибывает во второй сосуд и оказывается, что ровно столько же вливается из первого сосуда в эту вторую трубу, то совершенно очевидно, которую трубу мы должны называть проводником воды из первого сосуда во второй.

Нечто совершенно подобное мы получим при вышеприведенной количественной оценке мощности, необходимой для того, чтобы поддерживать в проводе и в окружающем его диэлектрике то состояние, которое наблюдается при передаче электрической энергии „по проводу“. В самый провод доставляется ровно столько энергии, сколько в нем же и теряется, в диэлектрик же необходимо вливать все то количество энергии, которое потом оказывается в приемнике. Также, как в описанной картине с трубами, у нас не может быть сомнения, что проводником энергии следует считать диэлектрическую среду. Мы можем говорить о передаче энергии по металлическим проводам только в том смысле, в каком мы говорим, напр., что вагоны катятся по рельсам. Точнее было бы сказать, что энергия передается вдоль проводов.

Перенос электромагнитной энергии по диэлектрику есть явление, для радиотехников весьма знакомое. Такой перенос энергии не зависит непосредственно от совместного переноса электричества или материи и является типичным примером свободного переноса энергии.

Мы пришли таким образом к выводу, что и передача энергии „по проводам“, не исключая случая передачи постоянным током, состоит в свободном переносе электромагнитной энергии. Все способы передачи электрической энергии на далекие расстояния, как проводные так и беспроводные — это различные интегральные проявления одного и того же дифференциального, первичного процесса — перемещения энергии, получившей форму электромагнитного поля. Свойство перемещаться в пространстве, кстати сказать, лежит в самой природе электромагнитной формы энергии и также неизбежно, коль скоро энергия

приняла эту форму, как неизбежно перемещение кинетической энергии поступательно движущегося тела. Это вытекает непосредственно из обоих основных законов электродинамики. Заметим также, что вообще связанный перенос электрической энергии вместе с электричеством не невозможен, но техника встречается с таким переносом покуда только в пустотных приборах: электронных реле, рентгеновых трубках и т. п.

Если вообще всякое представление, объединяющее широкий круг явлений и могущее служить базой для сравнения их между собой, ценно как средство для лучшего понимания их, то изложенное представление о единстве внутреннего процесса всякой технической передачи электрической энергии на далекие расстояния должно быть вдвойне ценно для радиотехников. Оно устраняет необходимость какого-то перелома в представлениях при переходе от различных преобразований энергии на самой радиостанции к явлению излучения. Далее оно ярко освещает сравнительные особенности проводной и беспроводной передачи.

Возьмем для примера передачу вдоль двух параллельных проводов круглого сечения радиуса r , расположенных на расстоянии d . Если $d \gg r$, то электромагнитное поле около этих проводов будет почти такое же, как в двух цилиндрических кабелях с радиусами r и $d/2$. Напряженность магнитной слагающей поля на расстоянии x от оси будет

$$H = \frac{2i}{x},$$

где i —сила тока в проводе, а напряженность электрической слагающей

$$E = \frac{e}{2x \lg d/2r},$$

где e —разность потенциалов между проводами.

Полный поток энергии вдоль обоих проводов будет

$$\begin{aligned} 2 \cdot \frac{1}{4\pi} \int E \cdot H \cdot ds &= 2 \cdot \frac{1}{4\pi} \int_0^{d/2} \int_r \frac{2ie \cdot x \cdot d\alpha \cdot dx}{2x^2 \lg d/2r} = \\ &= ei \cdot \frac{|\lg x|_r^{d/2}}{\lg d/2r} = ei. \end{aligned}$$

Энергия, проходящая через кольцо с радиусами r и x , составит $\lg x/r : \lg d/2r$ долю полного потока. Пусть $d = 200$ см, $r = 0,25$, след.

$lg d/2r \cong 6$; в этом случае $1/n$ доля всей энергии пройдет внутри цилиндра радиуса x , если x определится уравнением

$$lg \frac{x}{r} = \frac{6}{n},$$

Например, 0,5 всей энергии если $lg x/r = 3$; $x/r = 20$; $x = 5$ см.
 0,8 " " " $lg x/r = 4,8$; $x/r = 122$; $x = 30$ см.
 0,9 " " " $lg x/r = 5,4$; $x/r = 255$; $x = 64$ см.
 0,99 " " " $lg x/r = 5,94$; $x/r = 380$; $x = 95$ см.

Оказывается, что провод сосредоточивает поток энергии в чрезвычайно ограниченном пространстве. Если место прохождения энергии не требуется указывать с точностью, превышающей 1 метр, то мы можем с полным правом сказать, что энергия передается там, где висит провод.

При радиопередаче энергия, лишившись своего путевода, расходится по весьма обширному пространству и стоит только прикинуть отношение между количеством энергии, получаемым радиоприемной установкой, и тем количеством, которое для этой передачи тратит отправитель, чтобы убедиться, во что нам обходится упразднение провода. В то же время из описанного внутреннего процесса передачи электрической энергии следует, что за свой исключительно низкий порядок отдачи радиопередача обязана исключительно отсутствию провода.

Петроград.
 Электротехнический Институт.
 Июль, 1921 г.

Резонансные явления при различных типах затухания.

Д. А. Рожанского.

Задачи и метод исследования.

§ 1. Главный результат настоящей работы был получен и опубликован пять лет тому назад в статье, озаглавленной „К теории резонансных явлений“ и помещенной в „Вестнике военной радиотелеграфии“¹⁾.

Он представляет из себя уравнение резонансной кривой, полученное в предположении, что амплитуды колебаний в первичной цепи (вibrаторе) убывают не по показательному, а по линейному закону. Такое затухание принято называть *аномальным*, так как оно вызывается сопротивлением, не подчиняющимся закону Ома, например, искрой. Там же приведены опытные данные, которые могут служить подтверждением теоретической формулы.

Однако этот вопрос нуждался в дальнейшей разработке. Линейное затухание колебаний представляет собой частный случай возможных типов *искрового* затухания. Необходимо было обобщить метод вычисления резонансных явлений таким образом, чтобы можно было легко распространить его на различные типы, отличающиеся от линейного, но возможные в цепи, содержащей искровой промежуток. Кроме того необходимо было учесть влияние *нормального* затухания колебаний резонатора на форму резонансных кривых, так как первоначальный результат получен в предположении, что затухание это чрезвычайно мало. Между тем при резонансных измерениях могут создаться условия, при которых допустимость такого предположения делается весьма сомнительной. Хотя резонирующий контур состоит только из металлических проводников и конденсатора, которые при правильной постановке опыта не должны быть источником значительных потерь, но при недостаточной чувствительности термоиндикатора или гальванометра, связь резонатора с индикаторной цепью должна быть довольно тесная, что ведет к усилению затухания колебаний.

Результаты обобщенной таким образом теории резонансных кривых не были опубликованы до сих пор, но были доложены в 1920 году на первом съезде Ассоциации физиков, а также на первом Радиотехническом съезде в Нижнем-Новгороде.

¹⁾ № 4—5, стр. 151. 1917.

Насколько мне известно в иностранной литературе также не появлялось работ, имеющих отношение к этому вопросу, хотя теория резонансных кривых разрабатывалась с разных точек зрения и для разных случаев. Немногочисленная старая литература по этому вопросу не содержит результатов, на которых можно было бы построить теорию резонансных явлений при аномальном затухании. Настоящая работа представляет попытку заполнить этот пробел.

Необходимо указать те ограничительные условия, при которых только и могут быть получены сравнительно простые результаты, приводимые ниже. В большинстве случаев, представляющих практический интерес, эти условия соблюдены, и вряд ли необходимо усложнять задачу, имея в виду, например, очень сильно затухающие колебания или исследование резонансных кривых вдали от максимума.

Как и в большинстве вопросов из области теории резонансных явлений все формулы, годные для численных подсчетов, представляют из себя приближения, получаемые частью в результате приближенных вычислений, частью путем упрощения конечных формул и замены в них точных величин их приближенными значениями. Наиболее целесообразным способом вычислений можно считать тот, который дает наиболее простые и достаточно точные (в пределах допустимых погрешностей) результаты. Как будет видно из дальнейшего, отдельное вычисление основных величин и поправочных членов разных порядков малости значительно упрощает конечные формулы и позволяет дать теории законченный вид. Те ограничения, которые устанавливают порядок различных величин, необходимо иметь в виду не только при упрощении окончательных выражений, но и на первых шагах вычисления.

Математическая формулировка условий нашей задачи сводится к следующим двум неравенствам. Если силу тока в вибраторе можно представить в виде:

$$i = i_0 f(t) \sin at, \quad (1)$$

то первое условие говорит, что функция f , выражающая закон затухания колебаний должны быть медленно убывающей величиной. Если скорость изменения обеих функций, входящих в (1), мы выразим их производными по времени, то наше условие может быть представлено следующим неравенством

$$\frac{df}{dt} < a |\cos at|. \quad (A)$$

Это условие, конечно, не может выполняться для тех коротких интервалов, когда косинус близок к нулю. Вследствие этого мы заменим условие (A) близким к нему неравенством

$$\frac{df}{dt} \ll a. \quad (A')$$

Если это условие выполнено, мы будем говорить, что колебания вибратора слабозатухающие; только такие колебания мы и будем иметь в виду в дальнейшем.

При слабом затухании (и слабой связи) колебания в резонаторе будут иметь заметную амплитуду только вблизи резонанса. Поэтому мы можем ввести второе условие, ограничивающее и упрощающее нашу задачу. Если обозначить частоту колебаний вибратора и резонатора a и a_1 , то, оставаясь в той области этих величин, которая представляет практический интерес, мы будем иметь

$$\xi = \left| \frac{a_1 - a}{a} \right| \ll 1. \quad (B)$$

Величину a мы будем считать постоянной, а a_1 переменной, т.е. предполагать, что при резонансных измерениях изменяется только частота резонатора.

Очень часто, особенно при искровом разряде, затухание вибратора значительно больше затухания резонатора, так что для приближенных вычислений можно пренебречь последним. Этот случай, который мы назовем случаем I, значительно проще более общего случая II, когда затухания вибратора и резонатора сравнимы между собой. Мы рассмотрим оба случая, но в виду сравнительной сложности формул случая II, ограничимся первым приближением, в то время как для случая I мы можем легко найти более точные формулы, вычисляя поправочные члены первого порядка.

Принимая во внимание условия (A') и (B) мы можем на первых шагах при вычислении амплитуды колебаний резонатора выделить величины основные и поправочные, при чем последние вычисляем приближенно, пренебрегая величинами высшего порядка малости. Этот метод вычисления, хотя и не дает нам величины погрешности в окончательном результате, но позволяет утверждать, что эта погрешность высшего порядка малости, чем те поправки, которые вычислены. Для случая нормального или показательного затухания этот метод не имеет значения, так как общие формулы получаются сравнительно легко и имеют простой вид. Но при рассмотрении произвольно заданного закона затухания, выраженного формулой (1), он имеет существенное значение, и только его применение позволяет получить в окончательном результате выражения, пригодные для численных подсчетов, при том наименее утомительным путем, гарантирующим вычисление от ошибок и сомнительных приемов упрощения выкладок.

Основные формулы.

§ 2. Дифференциальное уравнение колебаний резонатора содержит последний член, который выражает характер воздействия вибратора. Смотря по тому, как связаны между собой цепи вибратора и резонатора, он принимает несколько различных вид, но на окончательные формулы характер связи оказывает несущественное влияние, которое обнаруживается только в поправочных членах. Поэтому для простоты я буду подробно рассматривать только наиболее простой с математической стороны случай гальванической связи, предполагая, что последний член пропорционален силе тока в вибраторе. Тогда, обозначая значками величины, относящиеся к резонатору, мы имеем

$$\frac{d^2 V_1}{dt^2} + a_1^2 V_1 = \frac{k i_0}{C_1} f(t) \sin at. \quad (2)$$

Здесь V — разность потенциалов на обкладках конденсатора с емкостью C , а k — коэффициент связи.

Для упрощения письма мы будем в дальнейшем порядок производной обозначать римскими цифрами. Таким образом начальные условия искомого решения уравнения (2) выразятся так

$$V_1 = V_1^1 = 0 \quad \text{для } t = 0.$$

При этих условиях решение может быть представлено в виде определенного интеграла

$$V_1 = \frac{k i_0}{C_1 a_1} \int_0^t f(\tau) \sin a\tau \sin a_1 (t - \tau) d\tau, \quad (3)$$

в котором τ есть переменная интегрирования, а t обозначает тот момент, для которого вычисляется значение V_1 .

При помощи простого преобразования произведения синусов в сумму косинусов мы разбиваем наш интеграл на два. Первый из них, представляющий главное значение V_1 , имеет такой вид:

$$V = - \frac{k i_0}{2 C_1 a_1} \int_0^t f(\tau) \cos [(a_1 - a) \tau - a_1 t] d\tau. \quad (4)$$

При помощи интегрирования по частям мы получаем

$$V_1 = - \frac{k i_0}{2 C_1 a_1 (a_1 - a)} \left| F(\tau) \sin [(a_1 - a) \tau - a_1 t] + \right. \\ \left. + \frac{F^1(\tau)}{a_1 - a} \cos [(a_1 - a) \tau - a_1 t] \right|_0^t, \quad (5)$$

где

$$F = f - \frac{f^{\text{II}}}{(a_1 - a)^2} + \frac{f^{\text{IV}}}{(a_1 - a)^4} - \dots \quad (6)$$

Этот ряд будет бесконечным, если какая-нибудь из производных не обращается в нуль. Если буквы F и F_0 обозначают величину нашей новой функции для моментов t и 0 , то

$$V_1 = \frac{k i_0}{2 C_1 a_1 (a_1 - a)} (F \sin at - F_0 \sin a_1 t - \frac{F^1 \cos at - F_0^1 \cos a_1 t}{a_1 - a}) \quad (7)$$

Второй интеграл, содержащий все поправочные члены, мы обозначим δV_1 .

$$\delta V_1 = \frac{k i_0}{2 C_1 a_1} \int_0^t f(\tau) \cos [(a_1 + a) \tau - a_1 t] d\tau. \quad (8)$$

Вследствие условия (A^1) главное значение его равно

$$\delta V_1 = \frac{k i_0}{2 C_1 a_1 (a_1 + a)} (f \sin at + f_0 \sin a_1 t). \quad (9)$$

Сравнивая (7) и (9), мы видим, что порядок этих величин определяется тем, что знаменатель первого из них содержит множителем разность частот, а знаменатель второго сумму их. Таким образом порядок величины отношения

$$\frac{\delta V_1}{V_1} = \frac{a_1 - a}{a_1 + a} = \frac{\xi}{2}.$$

Амплитуда колебаний.

§ 3. Если мы представим наше решение в таком виде

$$V_1 = A \cos (nt + \varphi),$$

где $n = \frac{a + a_1}{2}$, то амплитуда A и фаза φ будут медленно изменяющимися функциями времени. Преобразование, которое приводит к такому результату, общеизвестно, почему я и ограничусь окончательной формулой, дающей квадрат амплитуды. Соединяя все постоянные множители в один $B = \frac{k i_0}{2}$, находим

$$A^2 = \frac{B^2}{C_1^2 a_1^2 (a_1 - a)^2} [P(t) + \varepsilon P_1(t)], \quad (11)$$

причем

$$P(t) = (F - F_0)^2 + \frac{(F^1 - F_0^1)^2}{(a_1 - a)^2} + 2(F F_0 + \frac{F^1 F_0^1}{(a_1 - a)^2})(1 - \cos 2\gamma t) + \\ + 2 \frac{F_0 F^1 - F F_0^1}{a_1 - a} \sin 2\gamma t, \quad (12)$$

если $\gamma = \frac{a_1 - a}{2}$, а

$$P_1(t) = (F - F_0)(f + f_0) + (f F_0 - f_0 F)(1 - \cos 2\gamma t) - \\ - \frac{F^1 f_0 + F_0^1 f}{a_1 - a} \sin 2\gamma t. \quad (13)$$

Квадрат амплитуды не напряжения V_1 , а силы тока i_1 выражается совершенно такими же формулами с небольшими только изменениями в поправочном члене, а именно:

$$A^2 = \frac{B^2}{(a_1 - a)^2} [P(t) - \varepsilon P_2(t)]. \quad (14)$$

Функция P_2 получается из P_1 , если в выражении (13) повсюду изменить знак f_0 .

§ 4. Пример 1: нормальное затухание. Положим, что $f = e^{-\delta t}$; тогда

$$F = \frac{e^{-\delta t}}{1 + \frac{\delta^2}{(a_1 - a)^2}}.$$

Подставляя это выражение в (12) и приняв во внимание определение для $P_2(t)$, найдем, что

$$P(t) = P_2(t) = \frac{(a_1 - a)^2}{(a_1 - a)^2 + \delta^2} (e^{-2\delta t} + 1 - 2e^{-\delta t} \cos 2\gamma t),$$

откуда найдем согласно (14)

$$A^2 = \frac{B^2}{(a_1 - a)^2 + \delta^2} (e^{-2\delta t} + 1 - 2e^{-\delta t} \cos 2\gamma t) (1 - \xi). \quad (15)$$

Для $t = \infty$

$$A^2 = \frac{B^2}{(a_1 - a)^2 + \delta^2} (1 - \xi). \quad (16)$$

Пример 2: линейное затухание. Положим, что затухание аномально и происходит по линейному закону: $f = 1 - \alpha t$.

Очевидно, что

$$F = f = 1 - \alpha t.$$

Подставляя это выражение в (12) найдем

$$P = \alpha^2 t^2 + 2(1 - \alpha t + \frac{\alpha^2}{(a_1 - a)^2})(1 - \cos 2\gamma t) - \frac{2\alpha^2 t}{a_1 - a} \sin 2\gamma t.$$

Точно также находим:

$$P_2 = \alpha^2 t^2 + 2(1 - \alpha t)(1 - \cos 2\gamma t) - \frac{\alpha^2 t}{a_1 - a} \sin 2\gamma t.$$

Эти выражения приобретают очень простой вид для момента t_1 , когда прекращаются колебания вибратора, т.е. когда

$$f(t_1) = 0.$$

Введем обозначения

$$x = \frac{a_1 - a}{\alpha} = 2\gamma t_1. \quad (17)$$

Так как $\alpha t_1 = 1$, то

$$A^2 = \frac{2B^2}{(a_1 - a)^2} \left\{ \frac{1}{2} + \frac{1 - \cos x}{x^2} - \frac{\sin x}{x} - \frac{\xi}{2} \left(1 - \frac{\sin x}{x} \right) \right\}. \quad (18)$$

Индуктивная связь.

§ 5. В случае индуктивной связи выкладки несколько сложнее, но окончательный результат очень мало отличается от того, который получен выше. Для примера приведем выражение для V_1 и i_1 .

$$V_1 = \frac{B}{C_1(a_1 - a)} [F \cos at - F_0 \cos a_1 t + \frac{F^1 \sin at - F_0^1 \sin a_1 t}{a_1 - a} + \\ + \frac{\xi}{2} (f \cos at - f_0 \cos a_1 t)].$$

$$i_1 = \frac{B a_1}{a_1 - a} [F \sin at - F_0 \sin a_1 t - \frac{F^1 \cos at - F_0^1 \cos a_1 t}{a_1 - a} - \\ - \frac{\xi}{2} (f \sin at + f_0 \sin a_1 t)].$$

Пусть читатель сравнит последнюю формулу с выражениями (7) и (9) для гальванической связи.

Квадраты амплитуд, которые по прежнему обозначим A и A , имеют такой вид:

$$A^2 = \frac{B^2}{C_1^2 (a_1 - a)^2} (P + \xi P_2). \quad (11^1)$$

$$A^2 = \frac{B^2 a_1^2}{(a_1 - a)^2} (P - \xi P_1). \quad (14^1)$$

Максимальная амплитуда в резонаторе.

§ 6. Хотя для точных резонансных измерений определение максимальных амплитуд не применяется, тем не менее в виду простоты результатов теории мы вкратце изложим ее. Поправочными членами, содержащими ξ , мы будем пренебрегать в этом вопросе.

Производная от выражения (12) по времени после необходимых приведений дает

$$\frac{dP}{dt} = 2f [F^1 - F_0^1 \cos 2\omega t + (a_1 - a) F_0 \sin 2\omega t].$$

Таким образом максимум амплитуды будет получаться или в момент t_1 , когда $f(t) = 0$ или в момент, соответствующий одному из корней уравнения

$$F^1 - F_0 \cos 2\omega t + (a_1 - a) F_0 \sin 2\omega t = 0. \quad (19)$$

Так как амплитуда в резонаторе возрастает от нуля, то, если уравнение (19) не имеет корней в промежутке от 0 до t_1 , максимум амплитуды получается именно в момент t_1 . Но максимум может наступить и раньше вследствие явления „биений“ собственных и вынужденных колебаний резонатора и он будет соответствовать первому корню уравнения (19). Обозначим этот момент t_2 .

Амплитуда определяется величиной $P(t_2)$, которая вследствие (19) получит следующий вид:

$$P(t_2) = (F_2 - F_0 \cos \nu t_2 - \frac{F_0^1}{a_1 - a} \sin 2\nu t_2)^2. \quad (20)$$

Для удобства вычисления введен новый параметр ϑ согласно определению

$$\tan \vartheta = - \frac{F_0^1}{(a_1 - a) F_0}. \quad (21)$$

Тогда имеем

$$P(t_2) = [F_2 - F_0 \sec \vartheta \cos (2\nu t_2 + \vartheta)]^2. \quad (22)$$

Если в момент t_2 имеем максимум, то вторая производная от P должна быть меньше нуля. Это приводит, как легко убедиться к условию

$$f_2 < F_2 - F_0 \sec \vartheta \cos (2\nu t_2 + \vartheta). \quad (23)$$

В этих формулах значек 2 указывает, что берется значение, соответствующей функции для момента t_2 . Заметим еще, что при преобразованиях, которые приводят нас к полученным формулам приходится пользоваться следующим свойством функции F , которое само собой вытекает из ее определения

$$F + \frac{F\Pi}{(a_1 - a)^2} = f.$$

§ 7. Пример 1. $f = e^{-\delta t}$. Тогда $\tan \vartheta = \delta : (a_1 - a)$ и уравнение (19) после введения угла ϑ принимает такой вид

$$e^{\delta t_2} \sin \vartheta + \sin (2\nu t_2 + \vartheta) = 0. \quad (25)$$

Введем обозначение

$$x_1 = \frac{a_1 - a}{\delta} = \cotang \vartheta.$$

Для разных значений x_1 , а следовательно угла ϑ , корни уравнения (25) могут быть найдены путем последовательных приближений. Значения $2\vartheta t_2$ полученные таким образом приведены в третьей строке таблицы 1.

ТАБЛИЦА 1.

x_1	0,25	0,50	0,75	1	1,5	2	2,5	3	4	5	7
ϑ	76°	63,4°	53°,1	45°	33°,7	26°,5	21°,8	18°,4	14°	11°,3	8°,3
$2\vartheta t_2$	104°	115°,7	124°,3	130°,9	140°	146°,2	150°,7	157°,1	159°	162°,3	166°,2
y	0,970	0,902	0,822	0,756	0,642	0,555	0,489	0,436	0,358	0,304	0,232

В последней строке этой таблицы приведены значения отношения максимальной амплитуды для разных значений x к величине ее при резонансе. В последнем случае уравнение (25) действительных корней не имеет и максимальная амплитуда получается при t равном бесконечности.

Пример 2. $f = 1 - at$ и $\operatorname{tg} \vartheta = a : (a_1 - a)$.

Уравнение (19) получает такой вид:

$$1 - \cos 2\vartheta t = x \sin 2\vartheta t$$

или после простого преобразования

$$\sin \vartheta t (\sin \vartheta t - x \cos \vartheta t) = 0. \quad (26)$$

Таким образом мы имеем два рода корней:

$$\vartheta t_2 = p\pi \quad (p - \text{целое число}) \quad (27)$$

и

$$\vartheta t_2 = \operatorname{arctg} x \quad (28)$$

Величина амплитуды для этих значений находится следующим образом

$$A_{t_2} = \frac{B}{a_1 - a} (f_2 - 1) \text{ для корней (27)}$$

и

$$A_{t_2} = \frac{B}{a_1 - a} (f_2 + 1) \text{ для корней (28).}$$

Вторая производная от квадрата амплитуды равна

$$\pm 2 B^2 f_2,$$

причем положительные значения ее соответствуют корням (27), а отрицательные—корням (28). Последние корни очевидно определяют максимумы на кривой амплитуд. Если таких максимумов несколько, то первый и является абсолютным.

Если в промежутке от 0 до t_1 нет корней (28), то максимальная амплитуда будет получаться в момент t_1 . В частности при резонансе и для областей близких к резонансу мы должны вычислять квадрат максимальной амплитуды по формуле аналогичной (18). Отношение y максимальной амплитуды для некоторого значения x к такому же значению амплитуды при резонансе вычисляется поэтому по различным формулам, смотря по тому, будет ли $t_1 < t_2$ или $>$. В первом случае, т.-е. когда $\alpha t_2 > 1$ ($\alpha t_1 = 1$); мы имеем:

$$y = \frac{4}{x} \left(\frac{1}{2} - \frac{\sin x}{x} + \frac{1 - \cos x}{x^2} \right)^{1/2}, \quad (29)$$

а во втором ($\alpha t_2 < 1$):

$$y = \frac{2}{x} (1 + f_2). \quad (30)$$

В таблице 2 приведены для разных значений x соответствующие величины $2vt_2$, вычисленные по формуле (28) и полученные из них (делением на x) величины αt_2 . Мы видим, что только для первых двух аргументов $\alpha t_2 > 1$. Величины y даны в последней строке.

ТАБЛИЦА 2.

x	1	2	3	4	5	7	9	12
$2vt_2$	$\frac{\pi}{2}$	2,21	2,50	2,65	2,75	2,85	2,92	2,97
αt_2	$\frac{\pi}{2}$	1,11	0,83	0,66	0,55	0,41	0,32	0,25
y	0,973	0,894	0,778	0,668	0,580	0,455	0,372	0,292

Резонансные кривые (максимальная амплитуда).

§ 8. Если построить резонансные кривые пользуясь данными таблиц 1 и 2, при чем абсциссами служат x_1 и x , а ординатами y , то

получим так называемые приведенные или редуцированные кривые. В обычных резонансных кривых абсциссами служат относительные величины разности частот, т.е. величина $\xi = \frac{a_1 - a}{a}$. Ширина последних тем больше, чем больше декремент затухания (линейный или логарифмический). Вследствие этого, если подвергнуть резонансную кривую сжатию в $\delta:a$ (или $a:a$) раз, то получим кривую, которая не зависит от величины декремента. Это как раз и есть приведенная кривая.

Приведенная кривая может служить для характеристики типа затухания, так как она является представительницей всех резонансных кривых, соответствующих этому типу. На черт. 1 сопоставлены кривые при нормальном (A) и линейном (B) затухании. Масштаб для абсцисс x и x_1 выбран различный, так как кривая A значительно уже кривой B . Для средней ординаты ($y = 0,5$) абсциссы кривых относятся между собой следующим образом:

$$x:x_1 = 2,54.$$

Для большой наглядности кривая A перечерчена в таком масштабе (кривая A^1), что в точке $y = 0,5$ она пересекает кривую B . Более крутое спадание в начале и более пологое при малых ординатах представляет характерную особенность кривых при нормальном затухании.

Энергетические резонансные кривые.

§ 9. При точных резонансных измерениях индикатор (тепловой) дает показания, пропорциональные энергии в резонаторе. В рассматриваемом случае (затухание резонатора мало) величина энергии пропорциональна квадрату амплитуды в тот момент t_1 , когда колебания вибратора прекращаются и колебания в резонаторе перестают возрастать. Так как в этот момент $f = 0$, то функции P_1 и P_2 будут содержать в виде множителя f_0 . Но эти функции отличаются только знаком при f_0 и следовательно $P_1 = -P_2$. Таким образом не только главные множители, но и поправочные члены в выражениях для амплитуды, как тока, так и напряжения, будут иметь одинаковый вид, и мы можем воспользоваться формулами для A^2 или A'^2 безразлично.

В случае индуктивной связи, как мы видели

$$A^2 = \frac{B^2 a_1^2}{(a_1 - a)^2} (P - \xi P_1). \quad (31)$$

Пример 1. Нормальное затухание. Мы получили уже соответственные формулы в § 4. Для нормального затухания $P = P_2$ или

$P = -P_1$. Следовательно

$$A^2 = \frac{B^2 a_1^2}{(a_1 - a)^2} P (1 + \varepsilon).$$

Если принять во внимание, что $a_1 = a (1 + \varepsilon)$, то можно написать приближенно

$$A^2 = \frac{B^2 a^2}{(a_1 - a)^2} P (1 + 3\varepsilon).$$

В этом примере $t_1 = \infty$ и

$$P = \frac{(a_1 - a)^2}{(a_1 - a)^2 + \delta^2}$$

и таким образом

$$A^2 = \frac{B^2 a^2}{(a_1 - a)^2 + \delta^2} (1 + 3\varepsilon). \quad (32)$$

Если ввести по прежнему обозначение $x_1 = \frac{a_1 - a}{\delta}$, то, опуская постоянный коэффициент, получим

$$A^2 = \frac{1 + 3\varepsilon}{x_1^2 + 1}. \quad (82^1)$$

Это и есть уравнение резонансной кривой и притом кривой приведенной, так как при резонансе $A^2 = 1$. Согласно с уже встречавшимися выше обозначениями

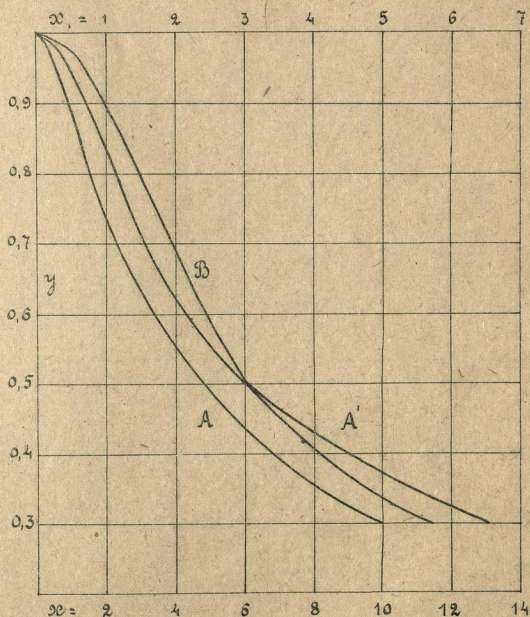
$$y_1 = \frac{1 + 3\varepsilon}{x_1^2 + 1}. \quad (32^1)$$

Пример 2: линейное затухание. При $t_1 = \frac{1}{\alpha}$ (см. § 4)

$$P = 1 + 2 \frac{1 - \cos x}{x^2} - 2 \frac{\sin x}{x},$$

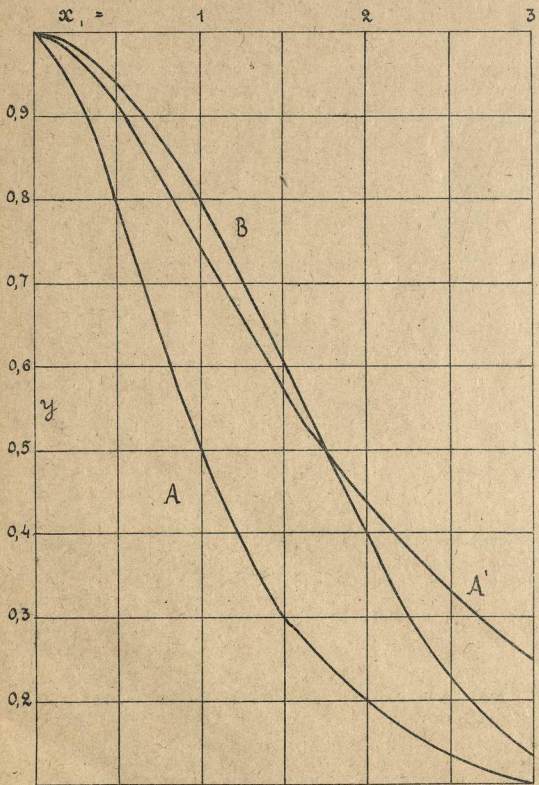
$$P_1 = -1 + \frac{\sin x}{x},$$

К станке проф. Д. А. Фуканского.



Черт. 1.

К статье проф. Д. А. Рожанского.



$x =$ 1 2 3 4 5 6
черт. 2.

и после отбрасывания постоянных множителей

$$A^2 = \frac{1}{x^2} \left[\frac{1}{2} + \frac{1 - \cos x}{x^2} - \frac{\sin x}{x} + \frac{\varepsilon}{2} \left(1 - \frac{\sin x}{x} \right) \right] (1 + 2\varepsilon).$$

Разница в поправочных членах сравнительно с формулой (18) есть следствие индуктивной связи. При резонансе это выражение принимает следующее численное значение

$$A^2 = \frac{1}{8},$$

поэтому уравнение приведенной резонансной кривой будет

$$y = \frac{8}{x^2} \left(\frac{1}{2} + \frac{1 - \cos x}{x^2} - \frac{\sin x}{x} \right) + \text{поправочные члены.} \quad (33)$$

§ 10. В таблице 3 приведены ординаты этих кривых, вычисленные для разных значений x и x_1 . При этом вычислении поправочные члены не принимались во внимание, так как при слабом затухании они не оказывают влияния на форму кривых, а производят лишь смещение их параллельно оси абсцисс.

ТАБЛИЦА 3.

x_1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	3		
y_1	0,942	0,800	0,640	0,500	0,390	0,307	0,249	0,200	0,100		
x	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,0	5	6
y	0,987	0,946	0,882	0,799	0,703	0,599	0,495	3,96	0,303	0,231	0,122

По данным этой таблицы построены кривые на черт. 2. Кривая A соответствует показательному затуханию ($y_1 x_1$), кривая B — линейному ($y x$). Для более наглядного сравнения формы этих кривых построена еще кривая A^1 , которая получена изменением масштаба абсцисс x_1 в таком отношении, чтобы она пересекала кривую B в точке $y = 0,5$.

Полезно иметь еще таблицу, дающую отношение абсцисс кривых A и B для данной величины ординат $y = y_1$. Это отношение есть не что иное, как отношение показателей затухания, которые получаются из той же резонансной кривой смотря по тому, по какой формуле они

вычисляются: по формуле Бьеркнеса или по формуле (33). В самом деле при той же величине разности $a_1 - a$ (частот резонатора и вибратора) $x:x_1 = \delta:a$. Это отношение приведено в таблице 4, и, как видно, не одинаково для разных значений y . Этим объясняется тот факт, что при искровом затухании логарифмический декремент, вычисленный по формуле Бьеркнеса, уменьшается по мере уменьшения ординаты, по которой он вычисляется.

ТАБЛИЦА 4.

y	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
$\frac{x}{x_1}$	4,12	3,98	3,85	3,69	3,475	3,18	2,97	2,69

Как видно из табличных данных, уменьшение декремента может достигать 30%, если пользоваться формулой Бьеркнеса, неприменимой при искровом затухании. Так называемый средний логарифмический декремент, т.е. его значение для ординаты $y = 0,5$, в 3,475 раз больше истинного, если затухание происходит по линейному закону.

§ 8. Если сопоставить полученные результаты с теорией Маску,¹⁾ которая объясняет особенности резонансных кривых при искровом затухании преждевременным обрыванием колебаний вибратора, то получается замечательный результат. Если колебания обрываются, когда амплитуда их падает от начальной величины, принимаемой за единицу, до величины $p = 0,1$ или еще раньше, то резонансные кривые имеют все те особенности, которые свойственны кривым при линейном затухании, хотя в теории Маску затухание предполагается показательным. Так как уравнение Маску и наше уравнение (33), несмотря на их полное несходство, дают практически неотличимые по форме кривые, то и вопрос о справедливости гипотез, положенных в основание теорий, может решить только непосредственное исследование затухания колебаний. Опыт решает этот вопрос в пользу теории линейного затухания.

Но так как и при линейном затухании может и, вероятно, происходит преждевременное обрывание колебаний, то интересно отметить, как должно сказаться это явление на виде кривой. Если колебания прекращаются в момент t^1 , когда амплитуда упала до величины p относительно начальной, то

$$p = 1 - \alpha t^1.$$

¹⁾ Маску. Ann. d. Phys. 34, 942. 1911.

Подсчет, произведенный по обобщенным формулам, показывает, что форма кривой практически не изменяется; но кривые несколько расширяются, давая кажущееся возрастание декремента. Но это возрастание довольно мало, а именно при $p = 0,1$ оно равно $2,3\%$, а при $p = 0,2$ — 9% . В то же время кажущееся возрастание декремента по теории Маски при $p = 0,1$ достигает 40% .

§ 9. Для того, чтобы использовать результаты резонансных измерений для получения разностного декремента при линейном затухании, необходимо поступить следующим образом. Вычертив резонансную кривую так, чтобы на оси абсцисс были отложены величины ξ , а на оси ординат относительные показания теплового индикатора, т.е. y , разделим какую-нибудь из абсцисс ξ на величину $x/2\pi$, соответствующую той же ординате y . Полученное отношение при линейном затухании не должно зависеть от выбранного значения y и равно $\beta = \alpha T$, где T период колебаний. Для такой обработки кривых составлена таблица значений x при разных y .

ТАБЛИЦА 5.

y	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
x	1,38	1,99	2,52	3,01	3,475	3,98	4,50	5,23

Для того чтобы показать, насколько постоянны получаемые по этому способу величины разностного декремента, мы приведем несколько примеров из вышецитированной моей статьи.

ТАБЛИЦА 6.

y	Магний $l = 0,80$		Медь $l = 0,80$	
	β	γ	β	γ
0,9	0,0403	0,166	0,0585	0,241
0,8	0,0392	0,156	0,0593	0,236
0,7	0,0390	0,150	0,0587	0,226
0,6	0,0387	0,143	0,0583	0,215
0,5	0,0388	0,135	0,0587	0,204
0,4	0,0399	0,127	0,0601	0,191
0,3	0,0391	0,116	0,0589	0,175
0,2	0,0394	0,106	—	—
среднее	0,395	—	0,0589	—
y	Магний $l = 3,30$		Медь $l = 3,26$	
	β	γ	β	γ
0,9	0,0257	0,106	0,0349	0,144
0,8	0,0251	0,100	0,0354	0,141
0,7	0,0247	0,095	0,0351	0,135
0,6	0,0247	0,091	0,0352	0,130
0,5	0,0247	0,086	0,0357	0,124
0,4	0,0255	0,081	0,0368	0,117
0,3	0,0255	0,076	0,0370	0,110
0,2	0,0260	0,070	—	—
среднее	0,0252	—	0,0357	—

В первой строке указан материал электродов искры и длина l искрового промежутка в миллиметрах. Наряду с значениями β приведены величины γ логарифмического декремента, вычисленного по формуле Бьеркнеса. Последние представляют обычное систематическое отклонение от постоянства. Отклонения величины β от средней не превосходят 3—4% и лежат в пределах точности измерений. Цифры, приведенные в таблице, несколько исправлены, так как первоначально применялся довольно неточный графический метод определения ширины приведенной кривой.

Электродинамические резонансные кривые.

§ 10. Совершенно тот же метод может быть использован и для получения уравнения тех кривых, которые были теоретически и экспериментально изучены Мандельштамом и Папалекси. Экспериментальное исследование произведено при помощи особого рода электродинамометра. Мы назовем их *электродинамическими* резонансными кривыми, так как измеряемая величина может быть представлена при помощи интеграла

$$Z = \int_0^t i i_1 dt. \quad (34)$$

Определяя по прежнему функцию F , мы получим главное значение нашего интеграла в следующем виде (здесь опущены несущественные постоянные множители и поправочные члены).

$$Z = \frac{1}{a_1 - a} \left[\int_0^t f F + \frac{F_0 F_1 - F F_0^1}{(a_1 - a)^2} \cos(a_1 - a)t - \right. \\ \left. - (F_0 F + \frac{F_1 F_0^1}{(a_1 - a)^2}) \sin(a_1 - a)t \right]. \quad (35)$$

В случае линейного затухания мы положим $t = \frac{1}{\alpha}$ и получим

$$Z = \frac{1}{\alpha^2 x} \left[\frac{1}{3} + \frac{\cos x}{x^2} - \frac{\sin x}{x^3} \right] = \frac{Q(x)}{\alpha^2}. \quad (36)$$

Значение функции Q для разных x приведены в таблице 7.

ТАБЛИЦА 7.

$x = 0$	1	2	3	3,8	4	5	6
$Q = 0$	0,0309	0,0593	0,0727	0,0762	0,0761	0,0703	0,0602

Эта функция имеет максимум при $x = 3,8$.

Для сравнения этого результата с опытными данными мы располагаем только результатами измерений Мандельштама и Папалекси. Насколько можно судить по этим данным, обработанным надлежащим образом, в случае искрового затухания существует полное согласие между теоретической и экспериментальной кривыми. Заметим однако, что и теория Маски, примененная к данному случаю, дает такое же совпадение.

(Окончание следует).

Нижний-Новгород.

Радиолaborатория.

III-й Всероссийский Съезд Физиков

Российской Ассоциации Физиков.

Н.-Новгород, 16—21 сентября 1922 г.

Мысль о созыве III Всероссийского съезда физиков РАФ в Н.-Новгороде принадлежит председателю РАФ, О. Д. Хвольсону. Это—он, подметивший достаточную энергию в среде Нижегородского объединения физиков, после того как Петроград и Москва нашли невозможным организовать у себя Всероссийский съезд, обратился к В. К. Лебединскому.

После некоторого размышления Совет Нижегородской Радиолaborатории, к которому обратился в свою очередь В. К. Лебединский, в июне принципиально разрешил в положительном смысле вопрос об участии Радиолaborатории в организации съезда. Такое же решение было вынесено относительно Нижегородского Государственного Университета на частном собрании деканов по докладу В. К. Лебединского. В то же самое время была установлена связь между Нижегородскими организаторами и Москвой, где проф. Ю. В. Вульф, акад. П. П. Лазарев и проф. А. К. Тимирязев сразу же выразили свое сочувствие идее Нижегородского съезда и предприняли некоторые шаги к его осуществлению.

Первое собрание организационного комитета съезда происходило 8 июля. На этом собрании был избран О. К. в составе: О. Д. Хвольсон (Петроград)—почетный председатель, В. К. Лебединский—председатель, проф. И. И. Бевад и проф. Д. А. Рожанский—товарищи председателя, проф. А. Н. Зильберман—секретарь, М. С. Аверкиев и С. М. Горленко—помощники секретаря; члены О. К.: представители Нижегородского и иногородних Университетов и Нижегородской Радиолaborатории—проф. П. М. Аваев, проф. П. Г. Аврамов, П. Г. Антоневич, проф. М. А. Бонч-Бруевич, М. М. Вербицкий, проф. В. П. Вологдин, проф. Ю. В. Вульф (Москва), проф. А. А. Завадский, акад. А. Ф. Иоффе (Петроград), Л. И. Королева, акад. П. П. Лазарев (Москва), В. Л. Лычковский, Б. А. Несторов, Н. А. Никитин, проф. Б. Г. Рождественский, проф. Д. С. Рождественский (Петроград), И. В. Селиверстов, проф. В. А. Солонина, проф. А. К. Тимирязев (Москва), проф. И. Ф. Чорба, К. С. Шапошников, С. И. Шапошников, А. Ф. Шорин и представители: Нижег. кружка лю-

бителей астрономии и физики и Промышленного Института — В. В. Мурашев, Нижег. Педаг. Инст. — Н. Д. Работнов, Научной секции Нижег. научно-технич. пролетарского клуба — проф. И. Р. Брайцев.

От Губисполкома был командирован тов. Балахонов.

Особым обращением О. К. просил проф. Вульфа организовать Московское отделение, О. К. под своим председательством при секретаре Н. А. Никитине.

Работы с'езда решено было разделить на секцию физики (председатель проф. Рожанский, секретарь Татаринов) и технической физики с под-секциями: электротехники (председатель проф. Вологдин, заместитель Лычковский, секретари К. С. Шапошников и Вербицкий), радиотехники (председатель проф. Бонч-Бруевич, заместитель Селиверстов, секретарь С. И. Шапошников) и физических методов в медицине (председатель проф. Аврамов, секретарь Несторов).

Жизнью с'езда это распределение работы было несколько изменено; две подсекции электро—и радиотехники соединились в одну; возникла секция геофизическая.

Согласно решения этого собрания во все научные центры Республики были разосланы оповещения с приблизительным указанием времени с'езда „в начале сентября“ и с просьбою распространять сведение об ожидаемом с'езде. Затем последовал почти месячный перерыв в деятельности О.К., втечении которого однако был установлен в заседании Моск. отд. О.К. 27 июля тот верный взгляд на задачи с'езда, согласно которого среди докладов должно было быть большое количество обзоров; темы обзоров были намечены в числе 14-ти; намечены были и авторы, к которым следовало обратиться с просьбою о составлении обзоров.

Дело организации не оживлялось, потому что не было уверенности в получении необходимых средств, а „начало сентября“ подходило все ближе. С'езд не мог быть организован так, как 1-ый (1920 г.) Московский и 2-ой (1921 г.) Киевский, т.-е. при условии оборудованного помещения, продовольствия и пожетонных денег от Правительства. За все нужно было платить; первоначальная смета была в 1.800.000 руб. (в дензн. 1922 г.); ввиду полной неудачи при первых хлопотах о денежной помощи смету решили сократить до 600.000 руб., а затем до 500.000 руб.; сокращение получилось вследствие отказа членов О.К. от вознаграждения и уменьшения числа предполагаемых участников с'езда; был придуман оригинальный способ определить это число наперед, хотя бы приблизительно: О.К. должен был по получении денежных средств сообщить во все научные центры, сколько он ожидает от них командированных членов (всего 170 лиц), и только для этих командированных приготовить суммы для возмещения их расходов на обратный проезд из Нижнего.

Но денег не было совсем; высказывалось уже мнение, что работа по организации — бесполезная трата времени. Наконец, 16 августа, Ярмарочный Комитет Нижегородской ярмарки, замечательно отзывчиво отнесшийся в лице своего председателя — С. В. Малышева, А. С. Салазкина и всех остальных членов комитета к просьбе О. К., выдал на организацию съезда первые 200.000 руб. и обнадеежил на дальнейшую помощь. С этого момента работа закипела. На втором заседании О. К. 17 августа были избраны комиссии — жилищная (проф. Зильберман, М. С. Аверкиев и К. С. Шапошников) и продовольственная (проф. Чорба, П. Г. Антонец, А. Ф. Шорин), назначено время съезда 16—21 сентября, причем 16-ое сентября было предназначено для сбора членов съезда, взаимного ознакомления и прогулки на ярмарку, и, наконец, утвержден текст радиотелеграммы РОСТА и телеграмм в научные центры (в числе 14-ти, кроме Москвы и Петрограда, куда поехали нарочные от Радиолaborатории — Горленко, затем Волохов и Полтев); в этих последних было указано, что командированные получают возмещение расходов на обратный проезд и „по возможности“ кроме бесплатного помещения и продовольствия — на проезд в Нижний; в этом неопределенном обещании выражалась надежда на дальнейший приток сумм в кассу О. К. В общем говоря, описанная система — сравнительно быстрого оповещения всей РСФСР и своеобразного установления числа участников съезда заранее — достигла своей цели; потребовались лишь незначительные дополнения в виде разъяснений на отдельные вопросы, несколько повторных телеграмм и единичные увеличения числа командированных. Радио и телеграммы были посланы безвозмездно НКПиТ по докладу технического руководителя Радиолaborатории М. А. Бонч-Бруевича Замнаркому т. Любичу.

Помещение на 200 чел. было устроено в здании б. Маринского института в университетских аудиториях и залах, любезно предоставленных правлением НГУ; оборудование этого общежития было выдано от Губздздрава; кроме того Радиолaborаторией с помощью Губвоенкома было оборудовано помещение для членов Президиума съезда.

Радиолaborатория предоставила сверх этого О. К. свою типографию и бумагу для спешного выполнения различных бланков и т. п., часть штата канцелярии для делопроизводства, другую часть своих сотрудников — для выполнения различных поручений (как регистрация членов съезда и т. под.) О. К., свои перевозочные средства для доставки всех членов съезда с вокзала и обратно, свою электромонтерную часть — для электрических устройств и, наконец, своих инженеров и техников, во главе с К. С. Шапошниковым, для руководства при ежедневном осмотре РЛ членами съезда. Часть этих сотрудников О. К. была оплачена из средств О. К., другая часть отказалась от вознаграждения, работа остальных была оплачена Радиолaborаторией.

Из отчета казначея О. К. проф. Зильбермана видно, какие суммы поступили в кассу О. К. к моменту открытия с'езда. Бюджет был весьма облегчен решением тарифного комитета НКПС о 50%-ной скидке с жел.-дор. тарифа для членов с'езда.

На последнем перед с'ездом заседании О. К. 11 сентября была избрана ревизионная комиссия в составе: А. А. Завадского, Б. Г. Рождественского и Н. Д. Работнова.

Сбор членов с'езда начался 15 сентября. Суббота 16-го прошла согласно намеченного плана. Благодаря любезному содействию проф. Рождественского с'езду был предоставлен пароход, отправившийся в 17 час. на ярмарку и в 21 ч.—обратно с ярмарки. На ярмарке было предложено угощение от Ярмарочного комитета, затем в Гербовом зале Главного дома было заслушано горячее приветствие С. В. Малышева и два кратких слова — В. К. Лебединского: „Старая и новая теории света“ и Б. П. Вейнберга (Томск): „О красном, черном, белом, голубом и желтом угле“.

Занятия с'езда распределялись следующим образом: после утреннего завтрака в общежитии, происходили дневные заседания по секциям, продолжавшиеся с 11½ до 15 ч. с получасовым перерывом 13—13½ час.; после общего обеда в ресторане „Риш“ происходили вечерние заседания с 18½ до 21 ч. С 21 ч. в том же ресторане происходил ужин.

18 сентября в самый разгар работы с'езда О. К. было получено извещение, в ответ на ходатайство Моск. отд. О. К., что с'езд физиков разрешен, но не в Н.-Новгороде, а в Москве. Однако, благодаря твердой поддержке Замнаркома Любовича в центре и Президиума Нижегородского Губисполкома в Нижнем недоразумение было исчерпано, занятия с'езда протекли без всякой помехи, и программа его была выполнена до конца, как это видно из протоколов с'езда и отчета секретаря О. К.

19 сентября вечером, по инициативе Петроградских и Московских групп состоялось в помещении общежития с'езда чаепитие, затянувшееся за полночь и представившее радостную картину единения физиков, с'ехавшихся со всех краев России. Выразилось это единение еще в таком небольшом факте: когда стало известно, что два члена с'езда пострадали от воров, в один вечер было собрано 14000 руб., из которых 10000 были вручены пострадавшим, а остаток, по постановлению президиума с'езда (как и остаток от сумм О. К.), был послан казначею РАФ.

21 сентября вечером в помещении Радиолоборатории членам с'езда был предложен чай от Радиолоборатории.

Для членов с'езда были устроены экскурсии: на городскую электрическую станцию (инж. В. Л. Лычковский), Сормовский завод (по приглашению инж. А. А. Рагозина) и по Н.-Новгороду для осмотра его

исторических достопримечательностей (под руководством А. П. Мельникова).

После закрытия с'езда О. К. были получены следующие запоздавшие приветствия и темы докладов:

От *проф. Н. П. Кастерина* (Одесса), приславшего "привет коллегам физикам", не могшего приехать вследствие спешного выселения за границу и потому немогшего сделать свои два доклада: 1) Обобщение основных уравнений электромагнитного поля (для свободного эфира) и 2) По поводу существенного теоретического недосмотра в работах Einstein'a, de Haas'a и других, установивших существование молекулярных токов в магнитах.

От *проф. А. Шукарева* (Харьков): „Приветствую с'езд русских физиков“.

От *акад. П. П. Лазарева* (Москва): „Дела не позволяют выехать на с'езд, желаю успехов в работе“.

От *проф. Б. Л. Розинга* (Краснодар) доклад: „Принцип относительности с точки зрения векториальной монадологии“.

Нижегородский с'езд физиков был первою¹⁾ попыткой организации очередного Всероссийского научного с'езда в небольшом городе. Этот опыт был удачен, на что указывает пожелание III-го с'езда об устройстве следующего в городе такого же порядка величины. Та струя широкого научного просвещения, которая должна забить в каждом городе, где собирается с'езд, что представляет собою *raison d'être* постоянной перемены городов, эта струя была поддержана проф. Вейнбергом, прочитавшим две лекции (21 и 22 сентября) в Рабочем клубе и в Научно-техническом клубе Н.-Новгорода. (Для физиков неудобством с'езда в небольшом городе является отсутствие хорошо оборудованной аудитории; в Н.-Новгороде такая аудитория была — в Радиолaborатории, но она вмещает в себе лишь около 100 человек).

Другую новостью организации III-го с'езда была попытка широкого оповещения о с'езде за границей; чрез посредство ученого специалиста Радиолaborатории Вологодина инженером Треттлером (Берлин, БИИТ Высш. Сов. Нар. Хоз.) было организовано удивительно быстрое оповещение некоторых фирм и более широкой публики — чрез об'явление в специальной немецкой печати (*Die Wissenschaft und Verhandl. d. d. I. V.*); фирма С. Lorenz прислала свои последние издания, которые фигурировали на заседаниях радиосекции; фирмы E. Huth и Telefunken любезно направили целый небольшой транспорт, который не поспел

¹⁾ Или второю: после Тифлиса.

в Нижний к открытию с'езда. Так как многие издания присланы в нескольких экземплярах, то президиум О.К. решил, оставив по экземпляру в Радиолaborатории, разослать остальные в центральное РОРИ и его отделения, а также другим заинтересованным учреждениям.

Кроме этой связи с заграницей письмом председ. О.К. на имя проф. Р. Мейера в Риге были приглашены физики Высшей школы Латвии; проф. Мейер сообщил о невозможности латвийским физикам приехать на с'езд ввиду горячего времени в начале семестра. (Эта же причина помешала приехать и нескольким русским физикам, в этом смысле время для с'езда оказалось не для всех удобным).

Организационный Комитет III-го Всероссийского С'езда Физиков в Н.-Новгороде приносит свою искреннюю благодарность инженеру Треттлеру, редакциям вышеназванных немецких журналов и германским фирмам, пожелавшим своим участием поднять интерес с'езда.

О. К. предложил членам с'езда представить в секретариат резюме своих докладов размером каждое около 2000 тип. знаков, ожидая далее от Совета Радиолaborатории и от других возможных источников вспомоществования — решение вопроса о возможности издания всех собранных резюме в виде „Трудов III Всероссийского С'езда Физиков в Нижнем-Новгороде“. Пока Совет РЛ взял на себя лишь издание настоящего отчета, как отдельных оттисков журнала „Телеграфия и Телефония без проводов“ № 16.

Отчет секретаря О. К.

В работе III-го Всероссийского С'езда Физиков принимало участие 239 человек из 22 городов.

По городам члены с'езда распределяются следующим образом:

Нижний-Новгород	94	Киев	1
Петроград	62	Витебск	1
Москва	45	Вятка	1
Казань	5	Коломна	1
Ростов на Дону	5	Краснодар	1
Горки	5	Лысково	1
Харьков	3	Омск	1
Томск	3	Павлово	1
Саратов	2	Тверь	1
Иваново-Вознесенск	2	Рыбинск	1
Кострома	2	Уфа	1

По роду своей деятельности участники с'езда делятся:

Профессоров	44
Преподавателей В. У. З.	58
Научных сотрудников	66
Преподавателей средней школы.	38
Студентов	17
Прочих	16
Всего	239

Средний возраст участников с'езда был 35 лет. По отдельным группам средний возраст, естественно, несколько различен и выражается следующими числами. В скобках указан возраст младшего участника данной группы.

Профессора	45 лет (27)
Преподаватели В. У. З.	35 „ (26)
Научные сотрудники	31 год (19)
Преподаватели средн. школы	36 лет (29)
Студенты	23 года (18)
Прочие	37 лет (28)

В секции физики было зарегистрировано 175 человек, в секции технической физики—94. Некоторые из участников с'езда, как это видно из приведенных чисел, записывались в обе секции.

Всего на с'езде было 24 заседания. Из них:

Общих заседаний	5
Секции физики	8
Секции геофизики	5
Секции электро—и радиотехники	5
Секции физических методов в медицине	1

На этих заседаниях было заслушано всего 95 докладов и 2 речи. 79 докладов о собственных работах докладчиков и 16 обзоров. Демонстрациями сопровождалась 7 докладов.

По секциям доклады распределяются следующим образом.

В соединенных заседаниях заслушано	16 доклад.
В секции физики	42 „
В секции геофизики	21 „
В секции электро и радиотехники	13 „
В секции медицинской	3 „
	95 доклад.

По содержанию своему доклады делятся так:

Физических докладов заслушано	56
---	----

Геофизических докладов заслушано	22
Электро и радиотехнических.	14
Биологических	3
	95

Для членов с'езда было организовано общежитие в помещении, предоставленном Нижегородским Государственным Университетом. Питание иногородних членов с'езда происходило в ресторане „Риш“. Заседания происходили в Доме Союзов (открытие с'езда), в большой аудитории Нижегородского Педагогического Института (соединенные заседания всех секций), в Физическом Институте У-та и в Радиолaborатории.

Отчет казначея О. К.

Приход.

От Ярмарочного Комитета	450.000
От Наркомпочтеля	50.000

Итого 500.000

Расход.

Устройство общежития для членов с'езда	68.680
Организация питания членов с'езда	258.925
Возмещение расходов по проезду членов с'езда	66.145
Организационные расходы	101.250
Российской Ассоциации физиков	5.000

Итого 500.000

Примечание: В вышеприведенный отчет вошли лишь суммы, полученные О. К. наличными. Следует однако отметить, что НКПС предоставил членам с'езда право льготного проезда; это дало возможность О. К. сократить расходы по возмещению расходов на проезд на сумму приблизительно в 100.000 руб., т. к. большинство лиц, воспользовавшихся льготным проездом на с'езд, возмещения за проезд от О. К. не получили. Вся сумма, сократившая расходы членов с'езда и О. К., выражается в сумме около 200.000 руб., т. к. льготным проездом на с'езд воспользовалось около 80 членов с'езда и обратным льготным проездом свыше 120 человек. Экономия в расходах по возмещению за проезд дала возможность О. К. улучшить питание и общежитие членов с'езда.

Совершенно также разрешение НКПиТ на бесплатную рассылку группы оповестительных телеграмм О. К. облегчило на соответствующую сумму бюджет О. К.

Следует также отметить помощь О. К. со стороны Радиолaborатории, выразившуюся в предоставлении О. К. различного рода матери-

альных средств, которые трудно исчислить в денежных суммах, но которые значительно облегчили задачи О. К.

Ревизионная комиссия О. К., в составе Ректора НГУ проф. Завадского, Декана Инж.-мех. фак. НГУ проф. Рождественского и члена Правления Ниж. Педаг. Института Работнова, в заседании своем 5 октября 1922 года постановила: „Ко всем означенным в отчете расходам представлены оправдательные документы, заверенные О. К. с'езда. Ревизионная комиссия все расходы признает правильными, счета утверждает и предлагает общему собранию О. К. денежный отчет казначея О. К. утвердить“.

На последнем общем собрании О. К. III С'езда Физиков, 8 октября 1922 г. постановлено:

„Предложение Ревизионной Комиссии принять, выразить Р. К. благодарность О. К. и отчет утвердить“.

О Т Ч Е Т

о деятельности Российской Ассоциации Физиков за время от 1-го сентября 1921 г. до 1 сентября 1922 г., представленный Третьему С'езду Физиков в Нижнем-Новгороде.

На основании § 5, п. 2, г „Положения“ о Российской Ассоциации Физиков, председатель „представляет очередному с'езду отчет о деятельности Ассоциации за время, истекающее от предыдущего с'езда“. Ныне представляемый отчет относится ко времени от 1-го сентября 1921 г. до 1-го сентября 1922 г., т.-е. за третий год существования Ассоциации, днем возникновения которой решено было считать 1-ое сентября 1919 г.

Последний отчет, за время от 1 сентября 1920 г. до 1 сентября 1921 г., был представлен Второму С'езду Ассоциации в Киеве; он напечатан (с небольшими пропусками) в брошюре „Второй С'езд Российской Ассоциации Физиков“, вышедшей в Киеве уже в декабре 1921 г. В виду того, что из членов Третьего С'езда вероятно немногие присутствовали на Киевском С'езде, здесь повторяются некоторые части, касающиеся „Положения“ об Ассоциации.

„Положение“ об Ассоциации, которое было одобрено первым С'ездом Ассоциации в Москве, подвергалось весьма существенным изменениям со стороны подлежащих властей. Эти изменения заключаются в следующем:

1. Ассоциация является ныне вполне самостоятельным учреждением, безо всякой связи с Русским Физико-Химическим Обществом.

2. Исключены все статьи, относившиеся к издательской деятельности Ассоциации, но между членами Совета Ассоциации оставлен редактор. Это означает, что Ассоциация может заниматься издательством на общем для всех основании, но без особенных привилегий.

3. В состав Ассоциации могут входить не только различные общества, но и Институты.

4. Введена должность заместителя председателя.

Таким образом входят в состав Совета Ассоциации: председатель, его заместитель, редактор, казначей и делегаты обществ и институтов, входящих в состав Ассоциации.

В последнем своем заседании Совет Ассоциации прежнего состава избрал заместителем председателя А. П. Афанасьева.

К сожалению до сих пор не удалось получить оттисков „Положения“, давно набранного.

В настоящее время Совет Ассоциации состоит из следующих лиц: председатель О. Д. Хвольсон, заместитель председателя А. П. Афанасьев, редактор Н. Н. Георгиевский, казначей А. А. Мазинг, делегаты: Отделения физики Р. Ф.-Х. О-ва К. К. Баумгарт, В. Р. Бурсиан и А. И. Тудоровский; Коллоквиума П. П. Лазарева при Научном Институте в Москве Л. А. Чугаев, Физического Общества имени П. Н. Лебедева Ю. В. Вульф (в Москве), Краснодарского Физико-Математического Общества Н. Н. Георгиевский (он же редактор), Туркестанского Научного Общества Г. А. Тихов, Ломоносовского Физико-Химического Общества Г. П. Воронков (в Москве), Физико-Технического Отдела Государственного Рентгенологического и Радиологического Института Ю. А. Крутков, Государственного Оптического Института В. К. Фредерикс. Обязанности делопроизводителя исполняла А. О. Вахтина.

В настоящее время входят в состав Ассоциации следующие учреждения (в порядке их поступления):

1. Отделение физики Русского Физико-Химического Общества.
2. Коллоквиум академика П. П. Лазарева при Научном Институте в Москве.
3. Физическое Общество имени П. Н. Лебедева в Москве.
4. Московское Метеорологическое Общество.
5. Научное Собрание, состоящее при Главной Физической Обсерватории в Петрограде.
6. Объединение физиков Нижнего-Новгорода, в которое входят:

Научно-Технические беседы Нижегородской Радиолaborатории, Физический Институт Нижегородского Государственного Университета и Нижегородский Кружок Любителей физики и астрономии.

Во время Московского С'езда были приняты:

7. Физико-Химическая Секция Общества изучения естественно-исторических и математических наук при Смоленском Институте Народного Образования.

8. Физический Институт Саратовского Университета, объединяющий физиков города Саратова.

9. Ломоносовское Физико-Химическое Общество в Москве.

10. Физическая Секция Физико-Математического Общества Томского Университета.

11. Казанское Физико-Математическое Общество.

12. Отделение преподавания физики и химии Русского Физико-Химического Общества в Петрограде.

13. Краснодарское Физико-Математическое Общество.

14. Физико-Математическая Секция Туркестанского Научного Общества в Ташкенте.

15. Киевское Физико-Математическое Общество.

16. Физико-Технический Отдел Государственного Рентгенологического и Радиологического Института в Петрограде.

В отчетном году вступил:

17. Государственный Оптический Институт в Петрограде.

Всего в настоящее время входят в состав Ассоциации 17 обществ и институтов в 10 городах России.

Наиболее радостными событиями в жизни Ассоциации за отчетный год представляются с'езд в Киеве и удачная подготовка с'езда в Нижнем-Новгороде. Председателем Организационного Комитета Киевского С'езда состоял проф. И. И. Косоногов, товарищем председателя проф. С. И. Каляндик и секретарем П. С. Тартаковский. Путем кооптации было затем увеличено число членов комитета.

Всего заявило о своем желании принять участие в с'езде 475 лиц, в том числе 236 иногородних. Фактически приняло участие 278, в том числе только 52 иногородних. Петроградские физики отправились в Киев, но из Москвы не могли своевременно двинуться дальше. Заявлено было 125 докладов; прочитано было 59. На первом заседании присутствовало 452 человека, на последнем 237 человек.

К величайшему прискорбию, светлая память о Киевском С'езде омрачилась тяжкою для всей русской физики потерей: через несколько месяцев после закрытия С'езда скончался инициатор и руководитель С'езда, проф. И. И. Косоногов. После С'езда он прислал Совету Ассо-

циации подробные протоколы всех заседаний Организационного Комитета, печатное издание под заглавием „Второй Съезд Российской Ассоциации Физиков“ и оттиски своих интересных работ „О движении газов через пористые тела“ (совместно с К. М. Косоноговой) и „О газодвижущей силе, возникающей при контакте пористых тел“. Велики заслуги покойного вообще перед русской наукой и специально перед Российской Ассоциацией Физиков. Его имя не забудется историей физики. Да будет ему вечная память.

Радостным событием следует назвать удачную подготовку Третьего Съезда. Глубокую благодарность всех русских физиков заслужили Организационный Комитет и его доблестный председатель.

Других радостных событий в жизни Российской Ассоциации Физиков за отчетный год отмечать не приходится; зато можно указать на одно весьма печальное. С 1-го октября 1921 года Ассоциация перестала получать средства от Правительства, хотя в §. 4 „Положения“ об Ассоциации, утвержденного в марте 1921 года, сказано: „Средства Ассоциации слагаются из государственных ассигнований, определяемых как в сметном, так и в чрезвычайном порядке“. Все предпринятые шаги остались безуспешными. Тогда Совет Ассоциации обратился ко всем 17-ти учреждениям, входящим в состав Ассоциации с предложением внести добровольно взносы. Четыре учреждения прислали свои взносы, всего в размере 23-х миллионов рублей; три учреждения указали на неимение у них свободных средств, от остальных не было получено ответа.

Должностные лица с 1-го октября жалованья, конечно, не получают, и только делопроизводителю было выдано небольшое вознаграждение за 11 месяцев, с 1-го октября 1921 г. до 1 сентября 1922 г.

Съезд вероятно не откажется обсудить вопрос об условиях дальнейшего существования Российской Ассоциации Физиков.

Председателем Ассоциации до сих пор состоит лицо, избранное еще в 1920 году на Московском Съезде. К сожалению, на Киевском Съезде не были произведены выборы председателя и его заместителя. В начале текущего года председатель заявил Совету Ассоциации, что в виду преклонного возраста и весьма болезненного состояния, он отказывается от звания председателя, и лишь с трудом удалось уговорить его сохранить это звание до созыва очередного Съезда Ассоциации.

Денежные дела Ассоциации представляются в следующем виде:

1. Наличность к 1 сентября 1921 г. 49.230 р. 75 к.

2. Доходы:

а) По последним ассигновкам на жалование должностным лицам за сентябрь 1921 г. и долги. 610.830 р.

б) Добровольные взносы:

Нижегородское Об'единение Физи-	
ков	5.500.000 р.
Рентгенологический Институт . .	10.500.000 р.
Ломоносовское Общество в Москве	5.000.000 р.
Государствен. Оптический Институт	2.000.000 р.

Итого . . 23.910.830 р.

3. Расходы:

а) Жалование должностным лицам за сентябрь 1921 г. и долги за преж-	
ние месяцы	624.690 р.
б) Почтовые расходы	1.984.500 р.
в) Дедопроизводителю за время от 1 октября 1921 г. до 1 сент. 1922 г.	7.000.000 р.
г) Рассыльному за 11 месяцев . . .	3.000.000 р.

Итого . . 12.619.190 р.

Остаток к 10 сентября 1922 г. . 11.340.870 р. 75к.
или в дензнаках 1922 г. . 1.134 р.

Проф. О. Хвольсон.

Петроград.

10 сентября 1922 г.

ПРОТОКОЛЫ III-го СЪЕЗДА ФИЗИКОВ

ОТКРЫТИЕ СЪЕЗДА.

В Воскресенье 17-го сентября 1922 г. в зале Дома Союзов в Нижнем-Новгороде в 12 ч. 40 м.

Заместитель председателя РАФ А. П. Афанасьев от имени председателя РАФ объявляет III Всероссийский Съезд Физиков открытым.

В. К. Лебединский от имени О. К. съезда предлагает избрать президиум съезда, который и выбирается в следующем составе:

Почетный председатель засл. проф. О. Д. Хвольсон. Заместитель почетного председателя А. П. Афанасьев. Председатель съезда засл. проф. И. А. Каблуков. Тов. председателя: В. К. Аркадьев (Москва), Б. П. Вейнберг (Томск), А. А. Петровский (Петроград), В. И. Романов (Москва).

Секретари: Е. В. Богословский (Ростов н/Д), В. Р. Бурсиан (Петроград), К. А. Леонтьев (Саратов), В. К. Литвиненко (Казань), К. Н. Шапошников (Иваново-Вознесенск) и Д. С. Штейнберг (Харьков).

Президиум занимает места и председатель съезда И. А. Каблуков обращается к членам съезда с небольшой речью, в которой отмечает тесную связь между физикой и химией и в самом факте избрания его — химика председателем съезда физиков видит указание на единение между русскими физиками и химиками.

Слово предоставляется председателю Организационного Комитета Съезда В. К. Лебединскому, который делает доклад о работах О. К.

По предложению В. К. Лебединского съезд почтил вставанием память умершего 22 марта 1922 г. профессора Киевского университета И. И. Косоногова, поборника идеи съездов физиков, организовавшего II-ой съезд РАФ в г. Киеве 17—23 сент. 1921 г. Заслушан отчет РАФ, сделанный А. П. Афанасьевым. Избирается ревизионная комиссия по рассмотрению отчета Правления РАФ в составе А. Б. Млодзеевского, А. П. Пospelова и Н. Н. Андреева.

Затем съезд заслушивает приветствия от следующих лиц и организаций:

От О. Д. Хвольсона (читает А. П. Афанасьев): „Прошу Третий Съезд Российской Ассоциации Физиков принять мой почтительнейший

и сердечный привет и искренние пожелания блестящего успеха, относительно которого, впрочем, никакого сомнения быть не может. Нижегородские физики, гостеприимно раскрывшие свой дом для встречи товарищей по науке, и их высокочтимый председатель, уже так много сделавший для русской науки, проявили при организации Съезда ту энергию и ту настойчивость, которые являются верным залогом успеха. Благодаря их заботам русская физика ныне может гордиться тем, что ею были четыре года подряд устроены научные Съезды.

Да здравствуют Нижегородские физики и да окажется наш Третий Съезд одной из самых блестящих страниц истории их плодотворной деятельности на благо русской науки!

Петроград, 13 IX 1922 г.

Проф. О. Хвольсон.

От Д. А. Гольдгаммера (читает Лебединский); Нижегородского Государственного Университета (Завадский); Московского Университета (Романов); Харьковского Университета (Рожанский); Томского Университета (Поспелов); Казанского Университета (А. Д. Гольдгаммер); 11-го Московского Университета и Московского Института Гражданских Инженеров (Млодзевский); Томского Технологического Института (Вейнберг); Донского Университета Химического Факультета Нижегородского Университета (Аваев); Кубанского Политехнического Института (Цытович); Московского Института Путей Сообщения (Волков); Иваново-Вознесенского Политехнического Института (К. Н. Шапошников); Нижегородского Педагогического Института (Лурье); Казанского Восточного Педагогического Института (Остроумов); Нижегородской Радиолaborатории (Вологдин); Главной Палаты Мер и Весов (Исаков); Русского Физико-Химического Общества (Лукирский); Казанского Физико-математического Общества (Остроумов); Московского Физического Общества имени Лебедева (Вульф); Киевского Физико-математического Общества (Тартаковский); Государственного Оптического Института (Фредерикс); Государственного Физико-Технического Рентгеновского Института (Бурсиан); Радиевого Института при Академии Наук (Мысовский); Московской Магнитной Лаборатории и Института Народного Хозяйства (Аркадьев); Московского Биологического Института и Высшего Технического Училища (Ильин); Нижегородского Кружка Любителей Физики и Астрономии (Мурашев); Московского Института Космической Физики, Геологического Института и Геодезической Обсерватории (Бастамов); Московского Метеорологического Общества (Бончковский); Общества Естествоиспытателей при Донском Политехническом Институте; Отделения Преподавателей Русского Физико-Химического Общества (Афанасьев); Нижегородского Общества Врачей и Медицинского Факультета НГУ (Аврамов); Нижегородского Отдела Народного Образования (Окуньков); Нижегородского Промышленно-Экономического Института (Мурашев); Нижегородского Механико-

✓ Строительного Техникума (Кугушев); Научно-Технического Клуба (Брайцев); Всероссийского Союза Промысловой Кооперации (Перелешин); Сормовского Астрономического Кружка (Субботина); Военно-Электротехнической Лаборатории в Москве (Горяев); Сормовского завода (Рагозин); Петроградского Технологического Института (Колчин); ✓ проф. Чернышева; Киевских физиков (Де-Метц, Роше, Кордыш, Лапинский).

С'езд постановляет отправить приветственную телеграмму О. Д. Хвольсону и, по предложению Ю. В. Вульфа, С. В. Щербакову, бывшему председателю Кружка Любителей Физики и Астрономии в Нижнем-Новгороде. Затем с'езд заслушал речь проф. Ю. В. Вульфа на тему, „Наука и техника“.

В 14 ч. 45 м. заседание закрывается.

С 15 ч. в той же зале присутствующие слушают радио-концерт, происходящий в Москве и передаваемый новою мощною радиотелефонною станцією с генераторами проф. Бонч-Бруевича, который сам в это время находится в Москве. Приемное устройство выполнено инж. А. Ф. Шориным средствами Нижегородской Радиолaborатории.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ЗАСЕДАНИЕ.

21 сентября в большой зале Нижегородского Педагогич. Института.

В 13 ч. 30 м. председатель с'езда открывает заключительное заседание. Проф. В. К. Лебединский произносит речь на тему: „О пределах техники“.

От имени ревизионной комиссии РАФ проф. Млодзеевский дает отчет о работе ревизионной комиссии, из которого видно, что все дела и документы Правления РАФ находятся в полном порядке. С'езд принимает отчет ревизионной комиссии.

По докладу А. П. Афанасьева с'езд выносит следующие постановления, касающиеся организации РАФ.

1) В виду болезненного состояния О. Д. Хвольсона отказ его от председательствования в РАФ принять и избрать его почетным председателем РАФ.

2) Организовать Совет РАФ из представителей всех входящих в Ассоциацию отделов по одному представителю от отдела и 3-х представителей от русского физико-химического общества.

3) Изыскание средств для Ассоциации поручить Совету.

4) Место следующего, 4-го, с'езда поручить установить Совету, выразив пожелание, чтобы с'езд происходил в одном из провинциальных городов.

Затем произошли выборы председателя и заместителя председателя Ассоциации. Единогласно избираются: председатель РАФ—академик А. Ф. Иоффе, заместитель председателя проф. Ю. В. Вульф.

Далее съезд переходит к рассмотрению резолюций и единогласно принимает следующие резолюции:

По докладам Вульфа и Романова.

1) III-ий съезд РАФ выражает признательность Н. Т. О. В. С. Н. Х. и состоящей при нем Научной Комиссии за поддержку, оказанную ими русской науке и русской физике в частности в тяжелые годы, и выражает надежду, что полезная деятельность этих учреждений будет сохранена и на будущее время.

2) III-й Всероссийский Съезд Физиков, имея случай убедиться на примере Нижегородского Университета в больших результатах, достигнутых новоорганизованными провинциальными высшими учебными заведениями в устройстве необходимых для этих учреждений помещений, учебных коллекций, аппаратов и проч., признает, что громадной работе последних лет по организации этих культурных учреждений грозит гибель вследствие незначительности тех сумм, которые в настоящее время отпускаются на их учебную и научную работу. Поэтому съезд признает необходимым повысить отпускаемые центром средства на работу и дальнейшее развитие провинциальных физических институтов. В противном случае наблюдающийся в настоящее время отток научных сил в центр, лучше субсидируемый и богаче оборудованный, может окончательно подорвать работу и даже преподавание в провинциальных высших учебных заведениях.

Обращая внимание на громадное значение, которое имеет в настоящее время преподавание физики для профессионального образования, Съезд считает, что на постановку преподавания физики и на состояние физических институтов Высших Учебных Заведений, в частности провинциальных, должно быть обращено серьезнейшее внимание со стороны Правительства.

3) По докладам проф. Аркадьева и других лиц, работающих в магнитной лаборатории, III-й съезд физиков постановил: Результаты, полученные в магнитной лаборатории, руководимой проф. Аркадьевым, настолько ценны и многочисленны, как это признается и за границей, что съезд считает крайне необходимым обеспечение этой лаборатории достаточными средствами, соответствующими важности ее задач и успешности ее работы, и организацию ее в качестве самостоятельного государственного учреждения.

4) Секция физики признает крайне ненормальным отсутствие в настоящий момент печатного органа, объединяющего труды русских физиков; громадное количество трудов остается ненапечатанным. Таким органом до последнего времени являлся журнал Отделения физики

Русского Физико-Химического Общества. Этот журнал был известен и за границей и служил связью, соединяющей русскую науку со всемирной. За отсутствием средств Р. Ф.-Х. Общество с 1919 года вынуждено было приостановить выход журнала. Необходимо, чтобы Правительством ускорено свою помощь Р. Ф.-Х. Обществу для того, чтобы журнал мог немедленно быть выпущен в свет, и имеющиеся в распоряжении редакции труды русских физиков, часть которых уже давно сдана в типографию, могли быть опубликованы.

5) Заслушав доклад Б. П. Вейнберга о магнитной с'емке Западной Сибири и заключая из него, что в настоящее время, когда закончена первая магнитная с'емка земного шара, одной из наименее исследованных стран является Восточная Сибирь, III-й Всероссийский С'езд Физиков признает желательным распространение магнитных исследований на Восточную Сибирь и считает намеченный докладчиком план этих работ вполне целесообразным. Поэтому с'езд находит необходимым возбудить ходатайство пред соответствующими властями об ассигновании средств на экспедицию в бассейн Лены и Амура — для того, чтобы Россия осталась в ряду культурных стран, и чтобы выяснилась степень вероятности открытия новых железных бассейнов в Восточной Сибири.

По докладу Поспелова:

6) Просить Ассоциацию Физиков оказать проф. Тех. Уч. А. Поспелову содействие в получении из Германии (Erlangen, Bayern) оставленных им вследствие начатых военных действий приборов для продолжения им исследований по фосфоресценции.

Заслушан отчет секретаря О. К. проф. Зильбермана.

Председатель О. К. проф. Лебединский от имени О. К. выражает благодарность за помощь при организации С'езда: Замнаркомпочтелю т. Любовичу, Президиуму Нижегородского Губисполкома, Ярмарочному Комитету Нижег. ярмарки, Тарифному комитету НКПС, Ниж. Гос. Университету, Ниж. Пед. Институту, Губздраву, Губвоенному, Завгубнарсызю, Управлению пригородным пароходством.

А. П. Афанасьев выражает благодарность Нижегородской Радиолaborатории и всем ее работникам, во главе с Председателем Совета — В. К. Лебединским и Управляющим — И. В. Селиверстовым, так много потрудившимся для с'езда.

Председатель с'езда от имени с'езда благодарит О. К. за его работу и в частности студентов, безвозмездно несших дежурства во время с'езда.

Председатель О. К. отмечает большую помощь, оказанную при организации с'езда Моск. Отд. О. К. во главе с его руководителем проф. Вульфом, и от имени О. К. выражает ему благодарность.

Проф. Вульф отмечает большую работу, вынесенную в Москве Н. А. Никитиным.

В. К. Лебединский от имени О. К. благодарит членов с'езда и в особенности докладчиков, которые в сущности и обеспечили успех с'езда, председателей и секретарей секц. заседаний.

Проф. Вейнберг от имени членов с'езда выражает благодарность за понесенные труды председателю с'езда И. А. Каблукову.

В 15 ч. 10 м. председатель с'езда И. А. Каблуков объявляет III-й Всероссийский С'езд Физиков закрытым.

После закрытия с'езда члены его приглашаются в Радиолaborаторию для выслушания радиоконцерта из Москвы. Приемное устройство было произведено Л. С. Терменом (Петроград), который после радиоконцерта демонстрировал игру на изобретенном им радиомузыкальном инструменте.

СОЕДИНЕННЫЕ ЗАСЕДАНИЯ.

В Большом зале Нижегородского Педагогического Института.

Вечернее заседание 17 сентября.

В 18 ч. 45 м. заседание открывается.

Председатель Д. А. Рожанский; секретарь В. В. Татаринов.

Заслушаны следующие доклады:

1) В. И. Романов: „Дисперсия и абсорбция в электрическом спектре“.

В прениях принимают участие Щербаков, Шапошников и Остроумов.

Богословский отмечает, что теперь, когда последние работы Weichmann'a и Möbius'a подтвердили результаты, давно полученные А. Р. Колли, все сомнения в правильности и точности его метода должны отпасть. Метод Колли требует много труда и искусства от экспериментатора, но в смысле точности результатов его следует признать вполне разработанным.

Председатель О. К. с'езда В. К. Лебединский докладывает об отказе проф. О. Д. Хвольсона от должности председателя РАФ. Принимается предложение Президиума с'езда устроить заседание представителей организаций, входящих в состав РАФ, по одному от каждой, для обсуждения этого заявления.

2) В. К. Аркадьев: „Обзор работ Московской магнитной лаборатории“.

3) П. И. Лукирский и Н. Н. Семенов: (докладывает Лукирский): „Рассеяние электронов поверхностью ртути“.

4) В. К. Лебединский: „Обзор деятельности Нижегородской Радиолaborатории“.

Заседание закрывается в 21 ч. 30 м.

Вечернее заседание 19 сентября.

Заседание открывается в 18 ч. 10 м.

Председатель Б. П. Вейнберг; секретарь К. Н. Шапошников.

Заслушаны следующие доклады:

1) И. А. Каблуков: „Кнаступающему сорокалетию теории электролитической диссоциации“.

По предложению председателя собрание награждает докладчика аплодисментами за доклад и за его личные работы в данной области.

2) Л. С. Термен: „Применение катодных реле в экспериментальной физике“.

Доклад сопровождается демонстрацией опытов и исполнением музыкального номера на инструменте, изобретенном докладчиком.

3) Б. А. Введенский и К. Ф. Теодорчик: „Об измерениях магнитной проницаемости в полях радиочастоты“. (Докладывает В. К. Аркадьев).

Предлагают вопросы Татаринов и Лукирский.

4) Д. А. Рожанский: „Излучение антенны и распределение в ней электрической силы“.

Вопросы предлагает Петровский.

5) А. И. Данилевский: „Пятиэлектродная лампа и применение ее к получению коротких электрических волн“.

6) С. Я. Лифшиц: „Обзор работ по изучению искрового разряда“.

Вопросы предлагает Пospelов.

Заседание закрывается в 21 ч. 30 м.

Утреннее заседание 21 сентября.

Заседание открывается в 10¹/₂ час.

Председатель А. А. Петровский; секретарь В. Д. Дудецкий.

Заслушаны следующие доклады:

1) Б. П. Вейнберг: „Магнитная съемка Сибири“.

А. А. Петровский предлагает собранию принять резолюцию с ходяйством об отпуске средств для окончания работ по магнитной съемке Сибири.

Составление резолюции поручается редакционной комиссии.

2) В. К. Аркадьев: „Магнитная спектроскопия“.

По докладу предлагают вопросы Вейнберг, Вавилов и Фриш.

3) В. И. Романов: „Работа Н. А. Капцева о распространении электрических волн в пространственных решетках“.

По докладу высказывается Вульф.

4) Инж. Трапезников: „Об остаточных деформациях и пределе упругости“. (Докладывает Б. П. Вейнберг).

В обсуждении доклада принимают участие Вульф, Млодзеевский, Рискин.

5 и 6) Б. П. Вейнберг: „Механические свойства глины“ и „О влиянии примесей нейтральных частиц на внутреннее трение вязких жидкостей“.

Вопросы предлагают Млодзеевский и Лифшиц.

Председатель А. А. Петровский сообщает, что повестка заседания исчерпана, заслушаны все доклады, заявленные Президиуму Съезда, и предлагает собранию благодарить за успешное ведение дела председателя и секретаря физической секции.

Д. А. Рожанский в своем ответе указывает на ту существенную помощь, которую оказали президиуму секции почетные председатели и секретари заседаний, и выражает им свою благодарность.

Заседание закрывается в 13 ч.

СЕКЦИЯ ФИЗИКИ.

Утреннее заседание 18 сентября.

В аудитории Радиолaborатории.

Заседание открывается в 11 часов.

Председатель В. И. Романов; секретарь В. Р. Бурсиан.

Заслушаны следующие доклады:

1) В. В. Татаринов: „О незатухающих колебаниях связанных вибраторов“.

Доклад сопровождается демонстрацией опытов.

Вопросы предлагают Богословский и Делякрук.

2) Б. П. Вейнберг: „Методология изучения однородных, квазиоднородных и неоднородных объектов и значение ее для физики, астрофизики, геофизики и биофизики“.

3) В. К. Аркадьев: „Исследование М. А. Чупровой о намагничивании цилиндра“.

Вопросы предлагает Вейнберг.

А. А. Петровский отмечает важность исследования для электротехники, именно для расчета дросселей, и выражает пожелание о составлении соответствующих таблиц.

4) Б. А. Остроумов: „Простейшая модель струнного гальванометра“.

Докладчик демонстрирует построенный им гальванометр, снабженный панцирным электромагнитом, в поле которого натянута струна. Гальванометр помещается на столике школьного микроскопа и годится для субъективных и объективных наблюдений.

Вопросы о чувствительности гальванометра предлагают Петровский и Богословский.

5) М. Я. Якобсон: „Новый чувствительный гальванометр“.

Замечания делают Гольдгаммер и Богословский.

6) Ю. В. Вульф: „О строении кристаллов“.

В прениях участвуют Бутков, Бурсиан и Каблуков.

7) Б. В. Ильин: „Молекулярные силы и их роль в природе“.

В прениях принимают участие Поспелов и Романов.

Заседание закрыто в 15 ч.

Вечернее заседание 18 сентября.

В аудитории Радиолоборатории.

Заседание открывается в 18 ч. 20 м.

Председатель А. П. Поспелов; секретарь Е. В. Богословский.

Заслушаны следующие доклады:

1) А. Б. Млодзеевский: „Анизотропные жидкости и коллоидальное состояние материи“.

Доклад сопровождается демонстрацией опытов.

В прениях принимают участие Ильин, Вульф, Обреимов и Поспелов, который указывает на связь демонстрированных явлений в коллоидальных растворах с обнаруженными ранее явлениями временного двойного преломления в однородных жидкостях не только вязких (как касторовое масло), но и таких, как эфир, когда жидкость эта поставлена в условие взаимного скольжения частиц (опыты Де-Метца и Бернацкого).

2) К. Н. Шапошников: „К статистике двухатомного газа“.

Возражения делают Андреев, Бурсиан и Вавилов.

3) В. К. Литвиненко: „Относительность вращения“.

4) Б. А. Остроумов: „Один механический способ определения коэффициентов разложения функции на простейшие“.

Заседание закрывается в 21 ч. 40 м.

Все остальные заседания секции Физики происходили в Физическом Институте НГУ.

Утреннее заседание 19 сентября.

Заседание открывается в 11 час.

Председатель Н. Н. Андреев; секретарь А. Д. Гольдгаммер.

Заслушаны следующие доклады:

1) В. С. Волков: „О наибольшей энергии намагничивания“.

2) А. А. Глаголева—Аркадьева: „Новый метод получения наиболее коротких электрических волн“.

В прениях принимают участие: Богословский, Селяков, Вейнберг, Ерохин, Аркадьев и Андреев.

3) В. А. Корчагин: „Об избирательном поглощении электрических волн в железных проволоках“.

4) и 5) Н. Я. Селяков: „Рентгенографический метод определения размеров частиц в мелко-кристаллическом веществе“ и „Простой метод спектрометрии рентгеновых лучей“.

По докладам высказываются Татаринов, Песков, Фредерикс и Остроумов.

6) П. И. Лукирский: „Ионизация газа быстрыми электронами“.

7) В. К. Фредерикс: „О принципе относительности“.

В прениях участвуют: Поспелов, Зильберман и Андреев.

В. К. Лебединский, отметив важность темы последнего доклада, указывает, что без него работа III-го с'езда РАФ оказалась бы не полной и однобокой. Отмечая блестящее изложение темы, он предлагает благодарить докладчика.

Заседание закрывается в 15 ч. 15 м.

Утреннее заседание 20 сентября.

Заседание открывается в 10 час.

Председатель В. К. Аркадьев; секретарь И. А. Соколов.

Заслушаны следующие доклады:

1) В. Р. Бурсиан: „Об электрической природе молекулярных сил“.

В прениях участвуют Шапошников, Песков, Вульф и Андреев.

2) В. А. Корчагин: „Спектры рентгеновых лучей“.

Вопросы предлагают Пospelов, Соколов, Бутков и Селяков.

3) С. И. Вавилов: „Действие света и теория квант“.

Замечания делают Лукирский, Татаринов, Пospelов.

Принимаются предложения президиума секции физики разделить эту секцию на две подсекции, А и В, с тем, чтобы в секцию В внести доклады по теоретической физике и по физико-химии.

Заседание закрывается в 12 ч. 20 м.

ПОДСЕКЦИЯ А.

Дневное заседание 20 сентября.

Заседание открывается в 12¹/₂ час.

Председатель В. К. Фредерикс; секретарь В. В. Татаринов.

Заслушаны следующие доклады:

1) Д. С. Штейнберг: „О фотоэлектрических явлениях и униполярной проводимости в кристаллах молибденового блеска“.

В прениях принимают участие Бутков, Зубарев, Вульф, Обреимов и Гольдгаммер.

Явления, открытые докладчиком, были в тот же день демонстрированы желающим их видеть в помещении Радиолaborатории.

2) А. Н. Теренин: „Спектр поглощения атома ртути“.

Вопросы предлагают Якобсон и Гольдгаммер.

3) С. Э. Фриш: „Эффект Зеемана в диффузной серии натрия“.

Замечание делает Лукирский.

4) Г. И. Покровский и Г. П. Воронкова (докладывает Покровский): „О некоторых закономерностях диффузного отражения света от матовых поверхностей“.

5) В. К. Прокофьев: „Аномальная дисперсия в парах натрия“.

Возражает Фриш.

Заседание закрывается в 16 часов.

Вечернее заседание 20 сентября.

Заседание открывается в 17 час. 10 мин.

Председатель К. Н. Шапошников; секретарь В. А. Корчагин.

Заслушаны следующие доклады:

1) А. П. Поспелов: „Квантовый характер отдачи энергии при фосфоресценции“.

Вопросы предлагает Богословский.

2) Л. В. Мысовский: „О закономерности распределения энергии между α -частицами“.

Вопросы предлагают Вавилов и Лифшиц.

3) С. А. Боровик (докладывает Мысовский): „Выпрямление тока при помощи вольтовой дуги“.

Вопросы предлагают Лифшиц, Остроумов и Обреимов.

4) С. Я. Лифшиц: „Обзор работ по архитектурной акустике“.

Замечания делают Татаринов и Остроумов.

5) В. К. Аркадьев: „Определение абсолютной амплитуды электрических колебаний“. (Наблюдения Гапонова и Леонтьевой).

Вопросы предлагает Богословский.

6) Д. А. Рожанский: „Резонансные кривые при искровом затухании“.

Вопросы предлагают Бутков и Ильин.

Ю. В. Вульф оглашает резолюцию с выражением благодарности Н.Т.О. В.С.Н.Х. от имени III с'езда и резолюцию о возврате приборов и результатов научных работ А. П. Поспелова. В. К. Аркадьев предлагает резолюцию о содействии провинциальным Университетам. В. К. Лебединский предлагает резолюцию о работах Московской Магнитной Лаборатории. В. Р. Бурсиан предлагает резолюцию о необходимости возобновления издания Ж. Р. Ф.-Х. О. Проекты всех резолюций принимаются единогласно для внесения в пленарное заседание с'езда.

Заседание закрывается в 21^{1/2} час.

ПОДСЕКЦИЯ В.

Дневное заседание 20 сентября.

Заседание открывается в 12^{1/2} час.

Председатель В. Р. Бурсиан; секретарь А. Н. Зильберман.

Заслушаны следующие доклады:

1) Г. В. Потапенко: „Дипольная теория дизлектриков“.

2) А. Н. Зильберман: „Соотношение между динамической и статической закономерностью“.

3) Н. И. Колчин: „Дифференциальный вывод 11-го начала“.

4) В. А. Фок: „Об одном случае полного решения интегрального уравнения Вольтерра“.

5) В. Р. Бурсиан: „О влиянии однородной деформации на интерференционную картину метода Дебая и Шеффера“.

В прениях по докладам принимают участие Бурсиан, Андреев, Фок и Млодзеевский.

Заседание закрыто в 15 час.

Вечернее заседание 20 сентября.

Заседание открывается в 18^{1/2} час.

Председатель Я. И. Михайленко; секретарь В. А. Аркадьев.

Заслушаны следующие доклады:

1) Н. П. Песков: „Кинетика микрогетерогенных систем“.

2) В. А. Аркадьев: „Электрометрические исследования влияния нейтральных солей на потенциал водородного электрода“.

3) Я. И. Михайленко: „К методике определения температуры кипения растворов“.

4) и 5) Б. П. Вейнберг. (От имени Б. В. Тронова). „О квантовом характере движения электронов в атоме“ и „О квантовании зарядов и масс“.

В прениях по докладам принимают участие: Каблуков, Млодзеевский, Песков, Михайленко, Вейнберг и др.

Заседание закрыто в 21 час.

ПОДСЕКЦИЯ ГЕОФИЗИКИ.

Вечернее заседание 18 сентября.

Заседание открывается в 19^{1/2} ч. вечера.

Председатель С. Л. Бастамов; секретарь М. С. Аверкиев.

Заслушаны следующие доклады:

1) Н. Н. Калитин: „Учет сумм тепла солнечной радиации“.

2) Н. Н. Калитин: „О колебаниях солнечной постоянной“.

3) П. Н. Тверской: „Измерения напряжения солнечной радиации помощью фотоэлектрического актиометра Эльстера и Гейтеля, произведенные в Павловске“.

В прениях принимают участие Вейнберг, Ерохин, Бастамов, Бончковский, Корчагин, Мурашев и Калитин.

В 21 ч. 45 м. заседание закрывается.

Утреннее заседание 19 сентября.

Заседание открывается в 10¹/₂ ч.

Председатель Н. Н. Калитин; секретарь М. С. Аверкиев.

Заслушаны следующие доклады:

1) Б. П. Вейнберг: „О сглаживании кривых“.

2) Б. П. Вейнберг: „О проведении изолиний“.

3) Б. П. Вейнберг делает доклад о работе К. Б. Вейнберга: „Магнитное склонение в Сибири в XVII и XVIII веке“.

В прениях принимают участие Ерохин, Бончковский и Петровский.

В 11¹/₂ ч. заседание закрывается.

Вечернее заседание 19 сентября.

Заседание открывается в 17 ч. 45 м. вечера.

Председатель С. Л. Бастамов; секретарь М. С. Аверкиев.

Заслушаны следующие доклады:

1) Н. Н. Калитин: „О применении фотоэлемента для регистрации диффузного света атмосферы“.

2) М. С. Аверкиев: „О связи вскрытия и замерзания Волги у Н.-Новгорода с ходом температуры воздуха“.

3) Н. М. Субботина делает сообщение о произведенном ею сопоставлении высоты разлива р. Волги за 100 лет с количеством солнечных пятен. При этом обнаружился в ходе кривых ясный параллелизм.

4) П. Н. Тверской: „Новые работы V. Bjerknæs'a“.

В прениях принимают участие Бончковский, Бастамов, Корчагин, Тверской, Ирисов и Субботина.

Заседание закрывается в 19 ч.

Утреннее заседание 20 сентября.

Заседание открывается в 10 ч.

Председатель С. Л. Бастамов; секретарь М. С. Аверкиев.

Заслушаны следующие доклады:

1) Б. П. Вейнберг: „О микроструктуре града“ (работы, произведенные Б. П. Вейнбергом и С. И. Шубиным).

2) П. Н. Тверской: „Напряжение электрического поля в связи с напряжением солнечной радиации“.

3) П. Н. Тверской: „Электрическое поле и прозрачность атмосферы“.

4) А. С. Ирисов и В. И. Баранов: „Ионизация атмосферы во время солнечного затмения“.

5) Б. В. Ильин: „Метеорологические условия радиоприема“.

В прениях принимают участие: Калитин, Вейнберг, Бастамов, Фрейман, Петровский, Бончковский, Ирисов, Тверской.

Заседание закрывается в 11 ч. 30 м.

Вечернее заседание 20 сентября.

Заседание открывается в 17 ч. 30 м.

Председатель С. Л. Бастамов; секретарь М. С. Аверкиев.

Заслушаны следующие доклады:

1) Б. П. Вейнберг: „О размере местных магнитных возмущений в нормальных местностях“.

В следствие отъезда проф. С. Л. Бастамова его место занимает председатель подсекции проф. Б. П. Вейнберг.

2) Н. Н. Калитин: „Опыт спектрофотометрирования неба вблизи солнца“ (к вопросу об изучении солнечной короны вне затмения).

3) Н. Н. Калитин: „Об изучении спектральной поляризации неба“.

4) В. А. Карчагин: „О поляризации рассеянного света неба в зените и 90° от солнца в солнечном вертикале“.

5) Н. Н. Калитин: „О поляризации и прозрачности атмосферы“.

6) Н. Н. Калитин: „О вековом и годовом ходе прозрачности атмосферы“.

7) Н. Н. Калитин: „О величине и изменении общего коэффициента прозрачности атмосферы“.

В прениях принимают участие: Бончковский, Бастамов, Вейнберг, Калитин и Карчагин.

По окончании работ собрание выражает благодарность инициаторам организации подсекции геофизики проф. Б. П. Вейнбергу и проф. С. Л. Бастамову.

В 19 ч. заседание закрывается.

СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ.

В аудитории Радиолaborатории.

Дневное заседание 18 сентября

Заседание открывается в 11 ч. 27 м.

Председатель Л. Д. Исаков; секретарь М. М. Вербицкий.

Заслушаны следующие доклады:

1) В. И. Коваленков и П. А. Азбукин: „Аналитический метод исследования трансформаторов“.

Вопросы задают: Вологдин, Тейх и Шорин.

Каргин отмечает громадное значение фундаментального исследования докладчиков, потративших столько труда и времени и достигших такого замечательного результата.

2) Д. И. Каргин: „Радиотехника на путях сообщения“.

Вопросы задает Тейх.

Исаков отмечает большое значение работ Д. И. Каргина в новой нарождающейся в России области применения радиотехники на путях сообщения.

3) Н. П. Виноградов: „Вопросы механического расчета радиосетей и мачт“.

Вопросы задает Шорин.

Заседание закрывается в 15 ч. 15 м.

Вечернее заседание 18 сентября.

Заседание открывается в 18 ч. 30 м.

Председатель П. А. Азбукин; секретарь С. Я. Волохов.

Заслушиваются доклады:

1) Л. С. Термен: „Измерение собственных периодов колебаний электромагнитных систем“.

2) С. И. Зилитинкевич: „Классификация электронных приборов“.

В 21 ч. заседание закрывается.

Дневное заседание 19 сентября.

Заседание открывается в 11 ч. 30 м.

Председатель В. И. Романов; секретарь С. М. Горленко.

Заслушаны доклады:

1) С. И. Зилитинкевич: „Колебательный режим электронов внутри триода“.

Данилевский указывает на замечательный результат, достигнутый докладчиком независимо от Баркгаузена, причем следует отметить, что Баркгаузен производил измерения с особой лампой Шоттки, а докладчик с обыкновенным французским триодом.

В прениях принимают участие: Гаряев, Горленко, Данилевский, Лебединский и Романов.

Перерыв 30 м.

2) А. А. Петровский: „Анализ работы радиоприемника“.

В 15 ч. 10 м. заседание закрывается.

*Утреннее соединенное заседание (совместно с с/кцией геофизики)
20 сентября.*

См. утреннее заседание секции геофизики 20 сентября.

Дневное заседание 20 сентября.

Заседание открывается в 11 ч. 35 м.

Председатель И. Г. Фрейман; секретарь С. М. Горленко.

Заслушаны доклады:

1) И. Г. Фрейман: „Расчет собственных длин волн антенны“.

В прениях по вопросу о преимуществах методов Хоу и М. В. Шулейкина, а также по другим вопросам, связанным с докладом, принимают участие: Гаряев, Делакроа и Шорин.

Вологдин отмечает, что вопрос, разбираемый докладчиком, является слабым местом радиотехники, и поэтому является весьма ценным, что докладчик занялся глубоким исследованием столь трудного вопроса. Когда сети будут исследованы также, как генераторы, то тогда лишь радиостанция может быть названа электрическим сооружением в полной мере.

2) В. П. Вологдин: „О трансформаторах частоты“.

В прениях по вопросам о преимуществах разных систем генераторов и другим, связанным с докладом, принимают участие: Гаряев, Горленко, Делакроа и Тейх; последний подчеркивает преимущества ламповых генераторов и полагает, что за ними настоящее и будущее. Докладчик возражает, базируясь на статистику мощных радиостанций, что настоящее во всяком случае за машинами, а если говорить о будущем, то не только лампы, но также и машины еще далеко не достигли своего окончательного развития.

Фрейман указывает на огромное значение работ Вологдина по вопросу о трансформаторах частоты, тем более важных для России, что они происходили, во-первых, в условиях полной изолированности от иностранной работы, во-вторых, потому, что Вологдин является единственным представителем России по проектированию и конструкции умножителей частоты, ничуть не отставших по свойствам своим от заграничных.

В 13 ч. 35 м. заседание закрывается, и члены секции отправляются на экскурсию на электрическую станцию.

Вечернее заседание 20 сентября.

Заседание открыто в 18 ч. 50 м. В. П. Вологдиным.

Председатель Н. П. Гаряев; секретарь С. М. Горленко.

Заслушаны доклады:

1) П. А. Азбукин и Н. И. Днепровский: „Современная радиотелеграфная международная служба времени“. (Докладывает П. А. Азбукин).

2) П. А. Азбукин (по поручению Д. И. Каргина): „Об опаздываниях при передаче сигналов времени по проводам“.

В прениях отмечается важное значение работ Азбукина, Днепровского и Каргина по столь необходимой отрасли радиотехники, как обслуживание службы времени, а также отмечается, что в этой области работал много А. Ф. Шорин.

3) М. М. Вербицкий: „Высоковольтные выпрямители для радиопередачи“.

Докладчик во время доклада демонстрирует ртутный выпрямитель Нижегородской Радиолaborатории и германский неоновый выпрямитель.

Вопросы задают: Гаряев, Зилитинкевич и Петровский.

Докладчик отмечает, что честь быть единственным создателем ртутных выпрямителей в России для надобностей радиотехники принадлежит В. П. Вологдину.

4) Л. Д. Исаков: „Новости радиотехники в Западной Европе и Америке“.

Вопросы задают: Гаряев, Горленко и Делаacroa.

5) В. П. Вологдин: „Мощные машины высокой частоты“ с демонстрацией машин 3 кв, 50 кв и строящейся 150 кв.

Вопросы задают: Куликов, Виторский, Зилитинкевич и Петровский.

Петровский отмечает колоссальное значение более чем десятилетней работы В. П. Вологодина.

Вологдин указывает на то, что многое из его работы принадлежит труду его сотрудников.

Перед окончанием работы секции электротехники Петровский предлагает отметить благодарностью деятельность Организационного Комитета по созыву III-го Всероссийского Съезда Физиков во главе с Лебединским, Председателя секции Вологодина, принимавших участие в работах секции и потрудившихся для нее Бонч-Бруевича, Шорина, Лычковского, К. С. Шапошникова, С. И. Шапошникова, Вербицкого и Горленко, а также Нижегородскую радиолaborаторию во главе с ее управляющим И. В. Селиверстовым, столь много сделавшую для Съезда и для секции в особенности.

Далее Петровский от имени собрания благодарит членов Съезда, принявших на себя труд председателей и секретарей, и всех докладчиков, содействовавших успеху работ секции.

Заседание закрывается в 21 ч. 30 м.

Подсекция физических методов в медицине.

Заседание было одно; происходило 19/IX 1922 г. в помещении Рентгеновского Кабинета Нижегородской Губернской больницы.

Присутствовало 42 человека.

Заседание открывается в 11 ч. 15 м. дня вступительной речью председателя подсекции д-ра П. Г. Аврамова.

В президиум собрания единогласно избираются: председателем проф. Ю. В. Вульф; тов. председателя проф. Млодзеевский и проф. Ильин; секретарем лабор. Литвинов.

Докладчиками выступают проф. Вульф, проф. Ильин и проф. Якобсон.

Доклад проф. Ю. В. Вульфа на тему: „Усиливающие и поглощающие флуоресцирующие экраны в Рентгенологической технике“; доклад сопровождается демонстрированием в Рентгеновском Кабинете Губернской больницы вырабатываемых в лаборатории проф. Ю. В. Вульфа вышеуказанных экранов.

Вторым докладчиком выступает проф. Ильин на тему: „Новое в области физико-биологических исследований; теория адсорбции“.

Третьим и последним докладчиком выступает проф. Якобсон на тему: „Влияние рентгеновских лучей на растения“; доклад сопровождается демонстрированием ряда фотографий и диаграмм.

Всем докладчикам предлагались вопросы, в прениях выступали проф. Вульф, проф. Млодзеевский, д-ра Аврамов, Несторов, Ситников и инж. Литвинов.

По заслушании докладов аудитория сердечно благодарила всех докладчиков.

Заседание подсекции закрывается в 14 час. 15 мин.

Х Р О Н И К А.

Московская Радиотелефонная станция. — 15-го сентября открыла действие вновь построенная Московская радиотелефонная станция.

Станция оборудована ламповым передатчиком, разработанным и выполненным в Нижегородской Радиолaborатории М. А. Бонч-Бруевичем при ближайшем участии С. И. Шапошникова. Строительные работы и внутреннее оборудование производились под руководством инж. П. А. Острякова. Передатчик включает в себе 30 ламп, из которых при радиотелефонировании 12 ламп генерируют колебания, 12 служат для модуляции и 6 — для усиления низкой частоты. При работе незатухающими колебаниями возможно параллельное соединение для генерирования колебаний 24 ламп.

Источником тока служат машины постоянного тока. Нормальная работа происходит при напряжении 2000 вольт. Волоски накаливаются от 50 периодного тока под напряжением 12 вольт. Кроме постоянного тока в аноды может быть введен переменный 500 периодный ток от специального альтернатора, что дает возможность передавать радиотелеграфные сигналы „затухающими“ колебаниями, т. е. колебаниями, модулированными звуковой частотой.

Антенны подвешены на 2-х 150 метровых деревянных мачтах, построенных под руководством инженеров А. С. Грамматчикова и Н. Н. Майзельс. Противовес изолированный.

При радиотелефонной передаче на волне 3000 метров антенный ток около 35 ампер. При радиотелеграфной передаче 24 лампами антенный ток около 40 — 45 ампер. Сопротивление антенны при этой волне около 5 омов, причем около 2,8 омов приходится на излучение.

15 и 16 сентября производились испытания слышимости новой радиостанции в различных пунктах Республики, причем станция работала радиотелефоном и радиотелеграфом. 17 и 21 сентября даны два концерта, в которых между прочим приняли участие артисты Обухова (м. сопрано), Евлахов (тенор) и Сибор (скрипка).

Первый концерт происходил на открытом воздухе, т. к. в комнате, предназначенной для этой цели, акустические условия были неблагоприятны (сильное резонирующее действие пустого помещения). Второй концерт происходил в комнате, причем для уничтожения отражений звука стены и пол этой комнаты были покрыты бархатными коврами.

Из сведений, полученных до настоящего времени с приемных радиостанций, можно заключить, что большинство слышат радиотелефон достаточно хорошо; из 60 ответов около 35 вполне благоприятны, причем в числе пунктов с хорошей слышимостью находятся радиостанции: Югорский шар, Обдорск, Новороссийск, Батум, Севастополь, Харьков, Ростов-Дон, Саратов, Самара, Киев.

Хотя тут еще нет полной картины,

но все таки можно думать, что главной причиной плохой слышимости на многих станциях является плохое состояние приемных аппаратов и заземления. Интерес, который повсюду вызвали концерты, повидимому пробудил многие станции к самостоятельности; ответы относительно второго концерта в значительном числе отмечают „гораздо лучшую слышимость“, хотя условия передачи были тождественными.

Что-же касается передачи телеграфных сигналов, то незатухающие колебания воспринимаются почти повсюду лучше сигналов Шаболовской радиостанции.

Колебания, модулированные низкой частотой, воспринимаются почти с той же силой, как и радиотелефон.

Во время концертов был ряд попыток устроить воспроизведение концерта громкоговорящими приборами от приемных сетей.

Более удачные результаты были достигнуты в самой Москве, где такие аппараты устанавливались в Комиссариате Почт и Телеграфов и в Дом Союзов.

В Н.-Новгороде демонстрация концерта таким образом была произведена на С'езде Физиков.

В первые дни после начала действия радиотелефонную станцию посетило много интересующихся лиц. В числе их представители Русской, Германской и Американской печати, некоторые члены Совнаркома, Ц. К. Р. К. П. и различных организаций.

В ближайшее время предполагается начать пробную эксплуатацию станций.

Применение мощных катодных реле для получения коротких волн. Н. Никитина и В. Татаринова.— При работе с мощными катодными реле профессором Бонч-Бруевичем недавно была замечена¹⁾ способность ламп генерировать колебания в кон-

туре несколько отличном от обычно употребляемого.

Возникающие в таком случае незатухающие колебания имеют весьма короткий период (порядка 10^{-8} сек.) и могут быть сделаны достаточно мощными.

Эти обстоятельства послужили причиной к дальнейшим шагам в направлении получения таких колебаний, и после нескольких экспериментов, произведенных нами как порознь, так и совместно, мы остановились на схеме, изображенной на черт. 1 (стр. 687). Колебательный контур этой схемы состоит и самоиндукции L и двух последовательно включенных емкостей: емкости C (сетка-анод) и конденсатора C_1 .

При напряжении на аноде в 360 вольт в самоиндукции L легко было обнаружить присутствие колебаний при помощи аperiодического контура K , соединенного с ваттметром.

Для определения длины волны служила лехеровская система B , причем аperiодический контур из положения D перемещался в положение E . Передвигая мост M вдоль проволоки, можно было наблюдать ярко выраженный максимум показаний ваттметра. Длина волны, полученных нами, была порядка 10 м при лампе Хута в 25 ватт.

Несомненно, что, пользуясь описанной схемой, можно дойти до длины волны в 3—4 метра, сохранив мощность, достаточную для измерений ваттметром.

27 сентября 1922 г.

Радио-концерт.— 21 сентября в 15 часов давала концерт по радиотелефону Московская первая радиотелефонная станция.

Концерт слушали в аудитории Радиолaborатории представители местного Губисполкома, члены III-го Всероссийского С'езда Физиков и некоторые приглашенные лица.

Несмотря на „сверхударность“

¹⁾ См. „Титбл“ № 15, 589.

подготовки приема концерта и обилие атмосферных шорохов, концерт произвел благоприятное впечатление. Особенно удачно были воспроизведены из исполненных номеров соло на виолончели и вокальный номер — ария из оперы „Тоска“.

По окончании концерта, слушателями была послана приветственная телеграмма проф. М. А. Бонч-Бруевичу, находящемуся в данное время в Москве, заключающая поздравление изобретателю с блестящим достижением и благодарность Московским артистам за доставленное на расстоянии 400 верст удовольствие.

После приема радио-концерта инженер Л. С. Термен демонстрировал перед аудиторией изобретенный им электрический музыкальный инструмент. Л. С. Термен, счастливо соединивший в себе таланты инженера-изобретателя с высокими музыкальными дарованиями, исполнил несколько музыкальных вещей скрипичного репертуара. Слушатели долгими аплодисментами выразили свое восхищение перед техническими и

музыкальными талантами Л. С. Термена.

„Нижегородская Коммуна“ 24. X. 1922.

Труды III-го Съезда Физиков, в виде резюме всех докладов и обзоров, будут напечатаны в типографии Радиолaborатории. Комиссия, взявшая на себя работу издания, состоит из Д. А. Рожанского и В. В. Татинова (президиум), В. П. Вологодина, Ю. В. Вульфа, С. М. Горленко, Н. А. Никитина, П. А. Острякова и И. В. Селиверстова. Средства для издания обеспечены. Набор материала начнется с ноября с. г.

Издания германских технических фирм, присланные для III-го Съезда Физиков, рассылаются по следующим учреждениям: РОРИ (Москва), ПОРОРИ (Петроград), НКПиТ, Политехнический Институт (Петроград), Электротехнический Институт (Петроград), Военная Электротехническая Академия (Сергиев), НКПиТ Украины, Морская Академия (Петроград) и ряду других (всего 23).

ИЗ ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

Пустотные лампы с двойной сеткой Г. Хоу. — В обычной трехэлектродной лампе с одной сеткой ток в цепи анода зависит от вольтажа цилиндра V_a и сетки V_c .

Эта зависимость может быть выражена соотношением

$$I_a = f(V_c + D V_a) = f(V_c + \frac{V_a}{\mu}),$$

где ток выражен как функция контрольного вольтажа V_c и части

$D = \frac{1}{\mu}$ потенциала цилиндра. Для сетки с редкими отверстиями D

велико, а μ мало; при густой сетке нить более защищена от действия напряжения цилиндра и тогда D мало, а μ велико.

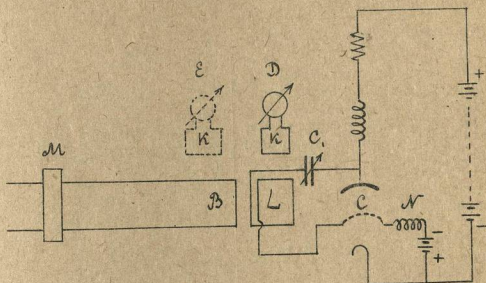
Если в цепи анода поддерживается постоянный ток помощью уменьшения V_a при увеличении V_c ,

$$\text{то } \mu = - \frac{d V_a}{d V_c}.$$

Если V_c постоянно, изменение вольтажа цилиндра $d V_a$ производит изменение тока в цепи анода $d I_a$;

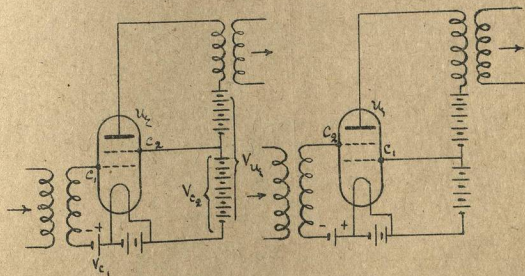
$R_i = \frac{d V_a}{d I_a}$ называется внутренним сопротивлением лампы колебатель-

К статье Н. Никитина и В. Патарикова.



черт. 1.

К статье Коу.



черт. 1.

черт. 2.

ному току в цепи анода. Крутизна обыкновенной характеристической кривой лампы равна отношению $\frac{dI_a}{dV_c}$ при постоянном V_a .

Эти величины связаны соотношением $\mu = S \cdot R_i$.

Если лампа употребляется как усилитель с безиндукционным сопротивлением R в цепи анода, то возрастание тока анода dI_a производит падение вольтажа до $dI_a \cdot R$, которое эквивалентно падению потенциала сетки в μ раз меньшему.

Отсюда эффективное возрастание потенциала сетки, заставляющее возрастать ток анода, меньше чем действительное возрастание потенциала сетки и dI_a не равно $S \cdot dV_c$,

$$\begin{aligned} \text{но } dI_a &= S(dV_c - \frac{R}{\mu} dI_a) = \\ &= \frac{\mu \cdot dV_c}{R_i + R}. \end{aligned}$$

Если к сетке приложен переменный вольтаж с эффективным значением V_c , эффективное значение переменного тока в контуре анода дается равенством (Латур)

$$I_a = \frac{\mu V_c}{R_i + R}.$$

Приложенная мощность $i_a^2 \cdot R$ достигает максимального значения при $R = R_i$ и тогда

$$P_{\text{макс.}} = \frac{\mu^2 V_c^2}{4 R_i^2} \cdot R_i = \frac{\mu^2}{4 R_i} \cdot V_c^2,$$

$$\frac{4 P_{\text{макс.}}}{V_c^2} = \frac{\mu^2}{R_i} = S^2 R_i = S \mu.$$

Отношение учетверенной максимальной мощности к квадрату приложенного вольтажа считалось Баркаузенем мерилом качества лампы, как усилителя. Но эта величина не есть отвлеченное число, а физиче-

ская величина размерности проводимости. Поэтому она зависит от выбранной системы единиц. Затем нельзя, казалось бы, говорить о выделяемой энергии, если ток сетки равен нулю. Но ведь источником энергии является не сетка, а батарея анода. Качество лампы зависит от произведения крутизны S характеристики на коэффициент усиления μ . Крутизна может быть несколько увеличена уменьшением расстояния сетки от нити, но в этом направлении предел скоро достигается. Усиление возрастает при увеличении густоты сетки. Большая величина μ дает однако большое внутреннее сопротивление и поэтому для получения максимального эффекта требуется большее сопротивление нагрузки цепи анода. Кроме того при частой сетке с отрицательным потенциалом, во избежание токов в цепи сетки, необходимо дать цилиндру высокий потенциал для работы в прямолинейной части характеристической кривой.

Высокое напряжение и большое сопротивление цилиндра невыгодны с практической точки зрения. Избегать высокого вольтажа анода можно применением лампы с двумя сетками (черт. 1, стр. 687).

Если вольтаж сетки ближайшей к нити назвать через V_{c1} , а другой сетки через V_{c2} , то

$$\begin{aligned} I_a &= f[V_{c1} + D_1(V_{c2} + D_2 V_a)] = \\ &= f[V_{c1} + D_1 V_{c2} + D_1 D_2 V_a] \text{ или} \end{aligned}$$

$$I_a = f[V_{c1} + \frac{1}{\mu} V_{c2} + \frac{1}{\mu_1 \mu_2} V_a].$$

Если нить и первую сетку рассматривать как нить и сетку триода, то суммарный эффективный вольтаж второй сетки анода

$$V_{c2} + D V_a = V_{c2} + \frac{V_a}{\mu_2}$$

заменяет вольтаж анода.

Нить, первая сетка и вторая сетка с цилиндром могут рассматриваться, как обычный триод с коэффициентом усиления μ_1 и эффективным вольтажем

$$V_{c1} + D_1 (V_{c2} + D_2 V_a) \text{ или}$$

$$V_{c1} + \frac{V_{c2}}{\mu_1} + \frac{V_a}{\mu_1 \mu_2}.$$

Первая сетка очень редкая, вторая очень густая. Широкие отверстия в C_1 допускают малый анодный вольтаж, малые отверстия в C_2 производят большое усиление, равное произведению $\mu_1 \cdot \mu_2$.

По второй сетке с большим положительным потенциалом, сделанной из тонкой проволоки, проходит сильный ток, который пропадает для анодного контура. Поэтому анод должен иметь достаточный заряд по сравнению с потенциальной сеткой.

В примере Баркгаузена $\mu_1 = 3^{1/3}$, V_{c2} около 20 вольт. Тогда, при $V_{c1} = -1$ вольту, работа будет в крутой части характеристики; μ_2 около 30 и V_a около 30, т. е. на 10V больше V_{c2} . Величина усиления равна $30 \times 3^{1/3} = 100$. Для лампы с одной сеткой это усиление достигается при вольтаже в 600 вольт.

Другое соединение лампы с двумя сетками изображено на черт. 2. Здесь первая сетка присоединяется к батарее анода, поэтому ее потенциал положительный, приближающийся к величине потенциала цилиндра. Вторая сетка является собственно сеткой. Ток излучения тогда достигает насыщения, когда электроны проходят через первую сетку и образуют область пространственного заряда между первой сеткой и анодом. По отношению к C_1 и C_2 первая сетка может быть рассматриваема, как источник электронов. Пространственный заряд легко регулируется посредством сетки C_2 . Характеристика кривой получается очень крутая и качество лампы тем самым улучшается.

При схеме черт. 1 C_2 экрани-

рующая анод сетка, т. к. она экранирует C_1 и нить от влияния колебаний анодного потенциала, ограничивающих усиление. На черт. 2 C_1 — пространственно-зарядная сетка, т. к. производит распределение пространственного заряда, на который действует C_2 .

Итак качество лампы улучшается в 10 раз вставлением второй сетки. Эти обе комбинации по Баркгаузену можно сочетать в трехсеточной лампе, но конструктивные невыгоды для такого реле будут слишком велики.

Radio Review, July 1921.

С. Гор.

Радиостанция Аннаполис принадлежит Американскому Морскому Ведомству и расположена близ Нью-Йорка на маленьком полуострове у бухты Чизпик (Cheasepeake).

Старая антенна, разрушенная бурей, заменена недавно сетью, установленной на четырех решетчатых металлических мачтах в 200 метров вышиной треугольного сечения. Стоимость каждой мачты 80000 долларов. Мачты образуют на земной поверхности квадрат, сторона которого равна 250 мт. Еще две такие же мачты заканчиваются постройкой.

Электрическая энергия доставляется трамвайной компанией Аннаполис-Балтимора. Трехфазный ток в 6600 вольт, 25 периодов трансформируется в ток 2200 вольт тремя независимыми трансформаторами системы General Electric Company. Специальный трансформатор подает ток 220 вольт на технические надобности и 110 вольт на освещение. Мотор-генератор в 700 квл преобразовывает трехфазный ток в 2200 вольт в постоянный ток в 1000 вольт. Два параллельно соединенных мотор-генератора в 400 квл служат для зажигания дуги. Замыкание производится автоматически тремя машинами в 3 квл, дающими постоянный ток в 120 вольт. Возбуждение генераторов 400 квл производится также

машинами в 3 квв. Все пуски машин в ход производятся автоматически на распределительной доске.

Генераторами колебаний служат две дуги Паульсена типа Федеральной Компании по 350 квв. Нормальное напряжение на зажимах дуги 1000 вольт, но обычно берется не больше 700 вольт. Максимальный ток в антенне 300 ампер. Плоские катушки поля дуги состоят из 15 спиральных оборотов медной ленты. Нормальная длина волны 16900 мт, возможна работа на волнах 13000 мт и 15000 мт.

Дуга устроена следующим образом. Угольный катод прикреплен к латунному футляру, охлаждаемому циркулирующей водой. Горение дуги происходит в атмосфере водорода, получаемого при разложении керосина или спирта, падающего каплями на дугу. Над дугой для этой цели расположены два резервуара, один с алкоголем, другой с керосином. Для работы используются обычно резервуаром с керосином.

Дуга чистится во время замены сгоревшего катода новым, примерно каждые полторы суток при интенсивной работе. Во избежание взрыва газа в камере под влиянием притока воздуха, последняя не открывается до охлаждения. После закрытия резервуара с керосином и прекращения таким образом доступа водорода в камеру электрическая световая надпись: „Danger“ светится до охлаждения камеры.

Самондукцией антенного контура служит большая спираль из пучка медных изолированных проволок.

Во избежание гололедицы зимой провода прогреваются током двух

последовательно соединенных 400 квв генераторов, дающих ток в 300 амп.

С. Гор.

Новый метод генерирования электромагнитных незатухающих колебаний. *М. Наззришвили.* — Разрезанная трубка излучает помощью вольфрамового катода катодные лучи, которые направляются на анод посредством добавочного напряжения в 1800—3500 вольт. Контур анodbатарей — катод замыкается первичной обмоткой трансформатора, вторичная обмотка которого присоединена к зажимам маленького конденсатора „отклонений“. Как только ток проходит через трансформатор, катодные лучи отклоняются и проходят мимо анода, ширина которого всего 3 мм. Автор применил метод к радиотелеграфному приему.

Radio Électricité, février 1922, p. 170.

Генерал Феррье — академик. — С 1898 года Феррье посвятил себя радиотелеграфу. Он участвовал в постройке целой сети радиостанций, в том числе Эйфелевой башни и Лигиона. Во время войны он оказал радиотелеграфу Франции неоценимые услуги.

В настоящее время он состоит начальником военного радиотелеграфов Франции и председателем международного радиотехнического комитета. Кроме многих наград, он состоит кавалером Ордена Почетного Легиона. 6 июля 1921 г. он получил большой приз Озириса в 100 000 франков и 6 февраля 1922 г. избран членом французской академии.

Корректуру держал С. М. Горленко.

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

Р. Ц. 590

Издание Нижегородской Радиолaborатории.

Тираж 1000 экз.

Печатание „Титбп“ № 16 закончено 28 октября 1922 года.

Адрес редакции: Н.-Новгород, Верхняя Набережная, 8.
