

# **Журнал "Друг радио"**

**№4, 1925**

УДК 621.39  
ББК 32  
Ж92

Ж92 Журнал "Друг радио": №4, 1925 / – М.: Книга по Требованию, 2021. – 68 с.

**ISBN 978-5-458-69662-3**

С ноября 1924 года в Ленинграде начал выходить ежемесячный журнал "Друг радио" - орган Общества друзей радио (ОДР) РСФСР и ОДР Северо-Западной области. В N 2 за 1924 год в нем дано определение двух типов радиолюбителей: "Наибольшая часть любителей, хотя и интересуется тайнами радио, т. е. сущностью радиопередачи и приема и устройством приборов, но главным образом стремится пользоваться чудесами радио, слушать речи, концерты. Это - любители радио. Меньшая часть друзей радио интересуется преимущественно научной и технической стороной дела, желает постигнуть тайны радио, чтобы самим научиться воспроизводить его чудеса - это настоящие радиолюбители".

**ISBN 978-5-458-69662-3**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2021  
© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



## ЗАГАДКА ЭФИРА

(О РАДИО-ВОЛНАХ).

Проф. Р. В. ЛЬВОВИЧ.

— Какой волной вы работаете? — На какой волне вы принимаете? — Вот первые вопросы, которые обычно слышит начинающий радио-техник или радио-любитель. Что же такое собой представляют эти волны, о которых так много говорят радио-специалисты?

Один из величайших гениев человечества — английский физик Максвелл умственным оком открыл существование в мировом пространстве особых волн, чисто электромагнитного происхождения. Мощный математический анализ Максвелла доказал, что свет есть не что иное, как электромагнитные волны весьма малой длины.

Любопытно сопоставить открытие этих волн с другим интересным открытием в области астрономии, сделанным французом Леверье. Математик этот, сидя у себя в кабинете и делая вычисления, однажды сказал: «Посмотрите в ту часть неба, куда я указываю своими цифрами, и вы увидите планету». Астрономы навели свои трубы на указанную Леверье часть неба и, действительно, увидели планету, в точности, как это указывал французский математик. Эта планета была названа — Нептуном.

Таким же образом Максвелл, оперируя формулами и не выходя из своего кабинета, оповестил весь ученый мир о сделанном им открытии, говоря: «Существуют в пространстве, всюду и везде, во всей вселенной от края и до края, электромагнитные волны, и свет есть не что иное, как очень короткие электромагнитные волны».

Но как Леверье не был астрономом-наблюдателем, так и Максвелл не был физиком-экспериментатором. И на долю физика Герца выпала честь уже опытным путем доказать существование максвелловских волн.

Рядом замечательных опытов Герц доказал, что эти волны отражаются, преломляются и интерферируют точно так же, как световые. Но волны Герца были незримы — они были много длиннее,

чем электромагнитные волны, составляющие свет, тем не менее Герцовские волны обладали всеми свойствами света. Открытие Герца составило новую эпоху, и сонм ученых с большим рвением стал работать над дальнейшими исследованиями в этой области.

Нужно заметить, что еще до Максвелла существовала волновая теория света Гюйгенса, заменившая собой теорию светового излучения Ньютона. Однако, волны Гюйгенса ничего общего с электричеством не имеют, и Максвелл первый указал на электромагнитную природу света.

Со времени блестящих опытов Гюйгенса многие ученые мечтали о применении волн Максвелла-Герца для практических целей и, в частности, о новом способе телеграфирования. Из многочисленных работ в этой области самыми интересными являются прекрасные опыты Тесла, ближе всего подошедшего к изобретению передающего аппарата беспроводного телеграфа. Тесла не только как ученый, но и как техник, сумел построить по тому времени достаточно мощные источники волн и послать их в пространство. Недоставало ему только антенны Попова для того, чтобы в полном смысле слова осуществить радиопередатчик, который был бы в состоянии излучать волны достаточной силы. Эту задачу решил впоследствии Маркони.

В настоящее время мы являемся живыми свидетелями могущества математического анализа в соединении с блестящими экспериментаторскими талантами физиков и конструктивным даром техников и наблюдаем ежедневно, как результат общих усилий великих умов, чудесное практическое применение, построенное на свойствах незримых электромагнитных волн... По вечерам многие из нас, сидя у себя за письменным столом, слушают музыку и пение, приносимые нам за тысячи километров через огромные пространства суши и воды

этими странными волнами, проникающими через горы, сквозь стены и даже через небольшой слой воды. Ни ветер, ни дождь, ни снег не препятствуют им приносить к нам мысли, выраженные словами, и мелодичные звуки музыки.

Прежде чем ближе подойти к характеру и свойствам этих волн, я считаю интересным и важным для понимания механизма радио-передачи остановиться на историческом развитии вопроса о носителе электромагнитных волн, тем более, что этот вопрос важен не только для объяснения того, каким образом приносятся к нам мысли через пространство, но составляет краеугольный камень всей физической науки и в последнее время настолько обострился, что вызывает у многих опасения страшной катастрофы научного мироздания.

Дело в том, что с тех пор, как была принята теория Гюйгенса о том, что свет есть волнообразное движение, необходимо было найти тот предмет, который образует волны.

Глядя на поверхность моря, мы видим волны — мы знаем, что вода образует волны. Давно доказано, что воздух есть носитель звуковых волн. В случае же передачи света достоверно известно, что ни вода, ни воздух не участвуют в этом процессе. Что же тогда колеблется, образуя волны? Появилась необходимость допустить, что существует безбрежный океан некоей невесомой материи, чрезвычайно упругой, заполняющей всю вселенную из конца в конец и проникающей сквозь все твердые, жидкие и газообразные тела. Это вещество является носителем электромагнитных, следовательно, и световых волн, подобно тому, как вода является носителем водяных волн. Вещество это названо было мировым эфиром. Его чрезвычайная разреженность не мешает движению небесных тел; его огромная упругость объясняет колоссальную скорость света и, вообще, электромагнитных волн.

Красивая и чрезвычайно поэтическая гипотеза эфира, отрицающая существование пустоты и любопытно подтверждающая взгляд ученых до-Торричеллевской эпохи о том, что „природа боится пустоты“, еще недавно господствовала в науке, и для многих ученых эфирные волны были такой же реальностью, как волны водяные и воздушные. Но один опыт, по замыслу, выполнению и последствиям не имеющий себе равного в исто-

рии науки, подкосил стройный фундамент не только теории эфира, но и всей классической механики и физики и повел к необходимости просмотра всего нашего научного миропонимания. Я говорю здесь об опыте Майкельсона. Американский физик Майкельсон, будучи ярким приверженцем теории эфира, захотел убедиться на прямом опыте, что эфир существует, — так сказать, захотел его пощупать. Он сказал себе: „Пусть физики уверены в том, что эфир существует, я тоже в этом уверен, иначе мне непонятно, каким образом световые электромагнитные волны могут за многие миллионы и миллиарды метров приносить свет и тепло; а если волны существуют, то должно существовать то вещество, которое их образует, но все же я хочу его, что называется, осязать; я сделаю такой опыт, который устранил последнее сомнение у скептиков“. И Майкельсон сделал опыт и так его обставил, что ни о каких сомнениях в точности его не могло быть и речи. И что же оказалось? К величайшему смущению Майкельсона, опыт его существования эфира в мировом пространстве не обнаружил. Итак, опыт дал отрицательный результат. С тех пор в лагере ученых царит смятение и, несмотря на переворот в научной мысли, сделанный Эйнштейном его теорией относительности, явившейся следствием огромной важности опыта Майкельсона, смятение до сих пор еще не утихло.

Эта небольшая экскурсия в область эфира мною сделана потому, что я считаю этот вопрос чрезвычайно интересным и тесно связанным с сущностью радио-передачи, а следовательно — с механизмом распространения радио-волн.

Вряд ли найдется радио-специалист или даже любитель, который не слышал бы слов: „эфирные волны“, „мировой эфир“ и т. д., поэтому мне казалось необходимым коснуться ближе этого вопроса и несколько рассеять туман, заволакивающий эти понятия.

Во всяком случае, есть ли эфир, нет ли его, радио-техникам пока до этого мало дела. Они знают, что сигналы, получаемые в их приемниках, доходят от передающей станции в виде волн с определенной скоростью. Носители этих волн пока их могут не интересовать, поэтому в дальнейшем мы будем волны, несущие сигналы, называть просто — электромагнитными волнами, не входя в самую сущность механизма передачи.

Итак, существуют в пространстве электромагнитные волны, вызываемые либо раскаленными телами, либо электромагнитными явлениями. Эти волны распространяются от источника во все стороны, поскольку им не встречается особых препятствий.

Форма этих волн может быть: шаровая, если размеры источника волн невелики (точка или небольшой шарик); цилиндрическая (если излучатель имеет форму прямой линии или узкого цилиндра, наприим., длинная вертикальная антенна) и плоская—составляющая часть шара или цилиндра очень далеко от излучателя.

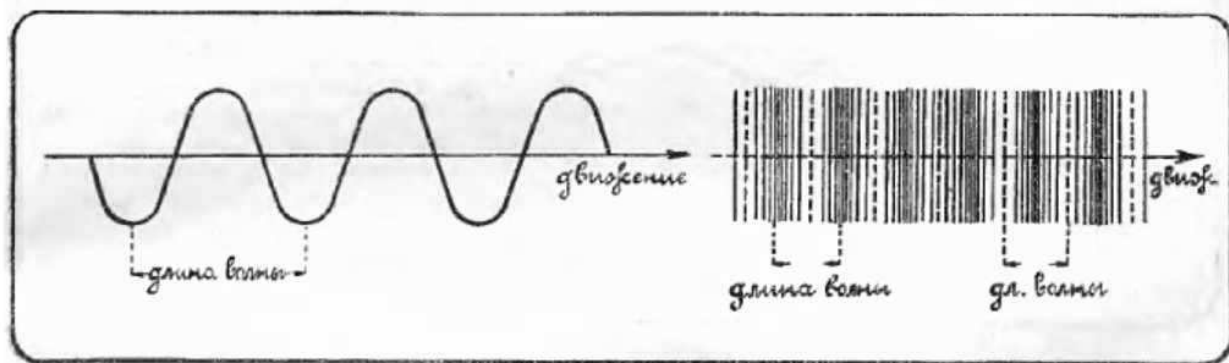
Мы будем называть источник волн—излучателем или вибратором.

Эти различные формы волн имеют аналогию со звуковыми, т. е. воздушными и водяными волнами. Однако, есть все-таки разница не только в том, что воздушные и водяные волны образуются

гребнями называется длиной данной волны. Эта величина весьма важна для радио-техников в случае электромагнитных волн. Направление движения волны, как выше было сказано, можно назвать лучом. По длине волны можно сейчас же вычислить число колебаний в секунду, производимых данной волной. Именно, для того, чтобы найти число колебаний в сек., надо скорость распространения волны разделить на длину волны в одних и тех же единицах:

$$n = \frac{V}{\lambda}$$

Теперь о скорости распространения волн. Водяные волны движутся медленно; звук (воздушная волна) распространяется со скоростью около 340 метров в сек. Звук в воде имеет скорость значительно большую; но несравненно быстрее несется волна электромагнитная, а именно:



Фиг. 1. Волна продольная, не затухающая (звук).

знакомыми нам материями—воздухом и водой, но и в том, что электромагнитные волны всегда поперечные. Если колебания совершаются по направлению распространения волны, то это будет случай продольных волн; если же колебания перпендикулярны направлению луча, волны называются поперечными. Поперечные волны обыкновенно свойственны телам твердым, звуковые же волны всегда продольные. Направление движения волны будем называть лучом (фиг. 1). Теперь на одном простом примере объясним некоторые часто встречающиеся термины.

Представим себе совершенно спокойную поверхность воды, которую мы будем называть уровнем. Во время волнения мы, конечно, заметим, что на поверхности воды образуются впадины и гребни; расстояние между соседними

с колоссальной скоростью 300.000 километр. в сек. в пустоте. От солнца к нам свет, который, как мы знаем, есть короткие электромагнитные волны, доходит в 8 минут. От Эйфелевой башни в Париже к нам сигналы доходят меньше, чем в 0,01 сек. Эта скорость, конечно, относится к пустоте. В воздухе, или в силу некоторых препятствий, скорость эта незначительно изменяется.

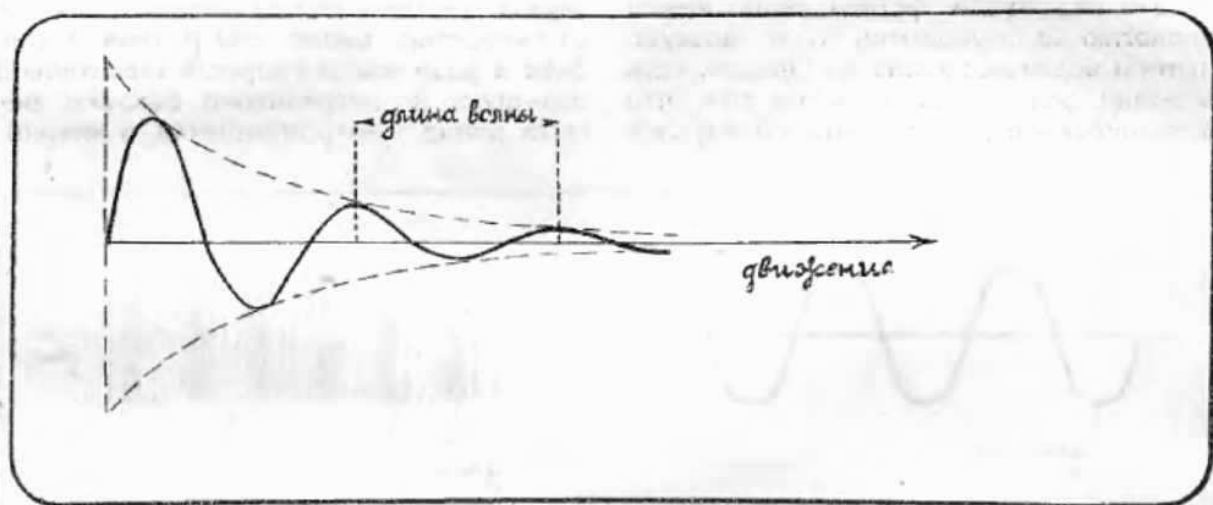
Кроме скорости, как мы указывали, важное свойство волны—ее длина или число колебаний в сек. (частота). В этом отношении волны могут быть чрезвычайно разнообразны. Например, провода, ведущие ток от электрической осветительной станции, работающей переменным током 50 периодов (колебаний, циклов) в сек., излучают волны, длиной, как легко рассчитать, в 6.000 километр. Значит, если гребень волны находится



в нашей северной столице, то гребень следующей волны придется где-либо в северной Африке. В радиотелеграфии применяются волны длиной от 100 до 24.000 метров. Самой длинной волной, именно 24.000 метр., работает станция Сент-Ассиз, близ Парижа. Последнее время радиотехники стали увлекаться более короткими волнами, доходя до 10 метр. и даже меньше. В этом отношении Маркони сделал особые успехи, передавая речь уже не при помощи антенны, а специальным зеркалом или прожектором, что гораздо целесообразней для волн такого порядка. В лабораториях удавалось получить электромагнитные волны, длина которых изме-

волн—это рентгеновские лучи. Таким образом, свойства электромагнитных волн при изменениях в длине, вообще говоря, меняются. Однако, почти все они имеют общие свойства: скорость их в пустоте одинакова; они отражаются, преломляются, интерферируют и поляризуются. На этих свойствах я пока не буду останавливаться, а вернусь к ним, поскольку это будет нас интересоваться в отношении радио-волн.

Мы уже говорили, что в радиотехнике диапазон, т. е. предел длины волн, обычно применяется от 100 до 24.000 метр. Здесь важно отметить, что свойства радио-передачи значительно зависят от выбора длины волны. В настоящее



Фиг. 2. Волна затухающая, поперечная.

рялась долями миллиметра. Волны всех вышеуказанных длин невидимы; они обнаруживаются лишь по их электромагнитному действию. Видимыми, т. е. волнами света, они становятся тогда, когда их длина чрезвычайно мала. Так, например, длина волны зеленого света, т. е. средняя длина волны светового спектра (спектр—пучок волн постепенно изменяющейся длины) равна, приблизительно, пяти десятитысячным долям миллиметра. Самые длинные световые лучи—красные—измеряются порядком тысячной доли миллим. Более длинные волны делаются уже невидимыми и обнаруживаются своими тепловыми действиями. С другой стороны, самые короткие световые волны—фиолетовые—переходят в невидимые—ультра-фиолетовые или химические лучи—при дальнейшем укорочении длины волны. Наконец, самые короткие из известных нам электромагнитных

волн у нас имеется довольно богатый опыт, по крайней мере в отношении к так называемым затухающим волнам. Затухающие волны отличаются от незатухающих волн тем, что амплитуда волны (ее размах) более или менее быстро уменьшается и исчезает в течение короткого времени. Говорят, что колебания или волна затухают, если по истечении весьма короткого времени колебания исчезают и возобновляются лишь при новом возбуждении источника (фиг. 2). Аналогичное этому явление мы найдем в звуке, произведенном ударом о какой-либо звучащий предмет. Удар молоточка клавиши пианино о струну вызывает затухающие колебания струны, излучающие воздушные затухающие колебания. Мы знаем, что после некоторого времени струна перестает звучать; для того, чтобы она снова зазвучала, необходим новый удар о клавишу. Конечно, мы можем



произвести несколько ударов подряд молоточком о струну, и при этом струна даст ряд затухающих воздушных волн. Подобным же образом можно объяснить работу затухающими волнами в радиотелеграфии, с той лишь разницей, что вместо воздушных волн у нас фигурируют волны электромагнитные, а вместо ударов молоточка о струну мы возбуждаем электрическими токами антенну, при чем время затуханий электромагнитной волны значительно меньше, а число возбуждающих ударов в секунду—значительно больше, чем в приведенном примере с пианино.

Так вот почти исключительно такими затухающими волнами работала радиотелеграфия до введения в радиотехнику машин высокой частоты, дуги Паульсена и катодной лампы, которые явились источниками не затухающих колебаний. Не затухающие волны можно сравнить, опять-таки, со звуковыми волнами, производимыми, напр., струнами скрипки, или органом, или флейтой. В этих случаях излучаемая волна с течением времени не меняет своей амплитуды, сохраняя ее величину неизменной, пока движется смычок, или работают меха, или продолжается дутье (фиг. 1).

Зная различие между затухающими и не затухающими волнами, мы пока остановимся на волнах первого рода и рассмотрим, какую роль играет длина волны при передаче радиотелеграфных сигналов на более или менее далекое расстояние. Прежде всего следует заметить и обратить внимание на одно поразительное обстоятельство. Ежедневный опыт учит нас, что свет распространяется прямолинейно, во всяком случае в пустоте и однородной среде, между тем как радиотелеграфные сигналы, посылаемые на далекое расстояние, могут быть восприниманы в любой точке земного шара. Световые же сигналы на земле могут быть видны лишь на сравнительно небольшом расстоянии. Еще в детстве мы знали из географии, что шарообразность земли, между прочим, доказывалась тем, что при приближении судна, плывущего по морю, мы сначала видим верхушки мачт, а потом уже самое судно. Здесь, конечно, подразумевали, что свет от мачты доходил до нас прямолинейно или почти прямолинейно. Любопытно отметить, что Эдиссон возражал, в свое время, против возможности сигнализировать электромагнитными волнами, указывая на то, что кривизна земли бу-

дет препятствовать их прямолинейному распространению. Мы знаем, как действительность опровергла это не лишнее предположение. В самом деле, свойство электромагнитных волн огибать земной шар было, по видимому, неожиданно для самого Маркони. Итак, здесь обнаружилось очень резкое различие между короткими электромагнитными волнами—световыми—и длинными, применяемыми в радиотелеграфии, даже в смысле способности последних огибать земной шар. Но не все радио-волны одинаковы для передачи сигналов. Наш опыт нам говорит, опять-таки, в отношении волн затухающих, что короткие радио-волны легче передаются зимой и вообще ночью. Различие становится заметней на более или менее значительных расстояниях. Объяснение этому находят в ионизации воздуха светом, т. е. в том, что воздух от химического действия лучей света делается более проводящим и лучше поглощающим короткие волны, а также в большей или меньшей способности волн различных длин отражаться от верхних слоев атмосферы. Бывали случаи, что ночью, на расстоянии, примерно, двух тысяч километр. волны, длиной в две тысячи метр., прекрасно передавали сигналы, в то время как днем их нельзя было вовсе обнаружить на приемной станции. Это случалось летом; зимою же, как ночью, так и днем, сигналы получались хорошо, и разница в силе их между ночным и дневным временем была не-большая. Маркони, первый заметивший разницу между дневной и ночной передачей, стал применять сравнительно длинные волны в 6.000 метр. и более, находя, что колебания в силе приема в течение суток при этих волнах значительно меньше.

Что касается не затухающих волн, исключительно благодаря которым возможна стала радио-телефония, то у нас еще нет достаточного опыта для того, чтобы определенно указать различие в передаче длинными и короткими волнами. Во всяком случае, иностранная литература нам говорит об удачной передаче довольно короткими волнами, порядка 90 метр., на очень большие расстояния при сравнительно небольшой энергии (Маркони).

Теперь остановимся на преимуществе волн не затухающих перед затухающими. Из вышеприведенного сравнения электромагнитных волн со звуковыми мы видели,

что затухающие колебания, а следовательно затухающие волны—вызываются ударами. Чтобы струна пианино сильнее звучала, нужен удар более мощный. При самом ударе струна сразу начинает колебаться сильными размахами, которые постепенно ослабевают, пока совершенно не прекратятся (не затухнут). Чтобы среднее впечатление от звука было достаточно сильное, следует ударять о клавишу с большой силой, так как звук струны, посылающей удар, постепенно слабеет. Наоборот, при игре на скрипке смычок движется более или менее плавно, и впечатление от звука скрипки может быть достаточно сильным при не очень большом нажатии смычка. Сравнивая эти два инструмента, можно сказать: при одинаковой средней силе впечатления от звука, игра на скрипке происходит спокойнее; кроме того, если вблизи находится другая скрипка, настроенная в униссон (в резонанс) с первой, то настроенная струна свободной скрипки будет звучать сильнее, если играющий на скрипке возьмет соответствующую ноту, чем если пианист ударит на пианино соответствующую клавишу. Иначе говоря, предположим, что все три инструмента настроены друг на друга, и скрипач берет ноту на свободной струне; тогда, в силу резонанса, свободно лежащая невдалеке скрипка зазвучит на той же ноте; если теперь пианист ударит ту же клавишу, то свободная скрипка зазвучит слабее, несмотря на то, что взятые на пианино и на скрипке звуки одинаковы по силе. Резюмируя вышеизложенное, можно сказать: резонанс лучше используется при не затухающих колебаниях, а это весьма важно в случае радио-телеграфии.

В моей предыдущей работе о резонансе я указывал на то, что современная радио-техника весьма широко использовала синтонию, т. е. явление электрического резонанса. Там же указывалось, что, чем сильнее настройка приемника на передающую станцию, тем получаемые сигналы не только сильнее, но и влияние помех посторонних станций может быть меньше. При работе передающей станции затухающими волнами острота настройки зависит, главным образом, от двух причин: от степени затухания посылаемой волны и от потерь в самом приемном устройстве. Эти две причины некоторым образом суммируются; поэтому даже идеальный приемник, без всяких потерь, не имел бы достаточной остроты на-

стройки, если бы принимаемая волна сильно затухала. Отсюда ясно, что прием не затухающих волн устраняет совершенно одну из причин недостаточно острой настройки. Правда, прием не затухающих колебаний не так прост, как затухающих, но зато некоторая сложность приемного устройства вполне оправдывается большими преимуществами его.

Теперь поговорим о механизме передачи.

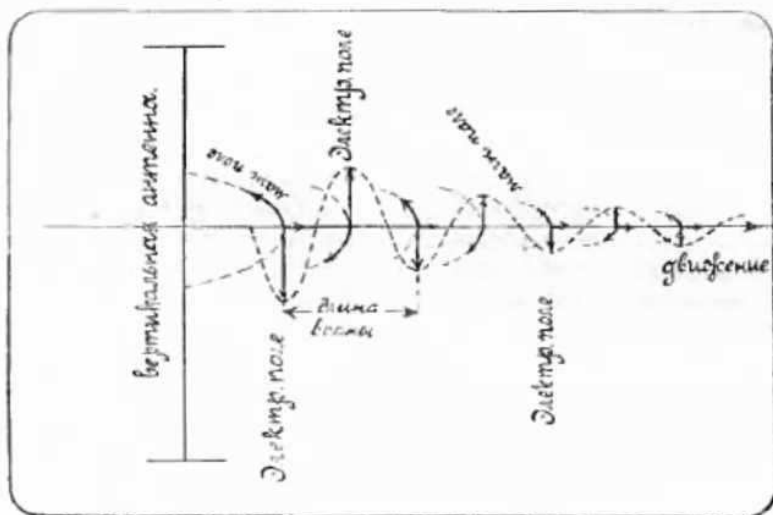
Коснувшись выше вопроса о мировом эфире, я указал на то, что сущность переноса энергии электромагнитными волнами остается по сию пору довольно туманной и не совсем вяжущейся с нашими обычными понятиями. До знаменитого опыта Майкельсона было бы легко вообразить себе безграничный океан некоего вещества, в котором возникают волны, распространяющиеся по всем направлениям из некоего источника и несущие в себе запас энергии. Что световые волны обладают энергией, конечно, не подлежит сомнению. Русский физик Лебедев показал, что световые волны могут производить химическое давление; почти весь запас энергии на земле переносится к нам от солнца волнами различной длины—световыми, тепловыми и химическими. Радиотелеграфный приемник улавливает часть, правда, ничтожную, энергии передающей станции, и, следовательно, волна, бегущая от передатчика к приемнику, в месте, занимаемом приемной антенной, отдает ей часть своей энергии. Итак, представление о некоем мировом океане весьма упрощает объяснение механизма радио-передачи. Дело становится много труднее, если отречься от этого представления—а этого, повидимому, требуют новейшие изыскания. Как же быть? Придется, как будто, несколько отвлечься от наших обычных механических представлений и просто принять явление, как оно есть, удовлетворившись простым утверждением, что электромагнитные волны существуют и что свойства их достаточно изучены. Постараемся, поскольку это возможно, нагляднее объяснить механизм радио-передачи, отнесясь от представления о носителе электромагнитных волн. Начнем с антенны передающей станции. В ней, тем или иным путем, возбуждаются электрические токи высокой частоты. Под высокой частотой здесь мы будем подразумевать среднюю радио-частоту, скажем—100.000 колеба-

ней в сек. Всякую передающую антенну, как бы сложна она ни была, можно заменить, в отношении ее способности излучения энергии, одним заземленным вертикальным проводом некоей высоты, называемой эффективной высотой антенны. Электрические токи, циркулирующие в такой антенне, вызывают вокруг нее электромагнитное и электростатическое поле одновременно, при чем эти два поля расположены между собой под прямым углом и изменяются по времени и по месту (фиг. 3). На одном и том же определенном расстоянии от антенны эти поля меняют свою величину и направление вместе с током в антенне; но возникновение их происходит не одновременно с появлением тока

в антенне, а через короткий промежуток времени, связанный с определенной скоростью, равной скорости света. Так, если ток в антенне имеет сто тысяч колебаний в сек., то эти поля колеблются с такой же частотой; по мере удаления от антенны сила этих полей ослабевает. В результате явление можно себе представить так, как если бы от передающей антенны двигались волны цилиндрической формы, при чем расстояние между гребнями этих волн, т. е. длина волны, будет соответствовать числу колебаний в сек. токов в антенне. Например, при 100.000 колебаний в сек. длина волны будет 3.000 метр. Переводя на другой язык, можно сказать: электрический ток в антенне излучает электромагнитные волны, отдавая им часть своей энергии. Распространяясь в виде цилиндров все увеличивающегося поперечника, волны могут встретить на своем пути какое-либо металлическое препятствие, напр., приемную антенну (которую тоже можно заменить неким вертикальным проводником), и как бы ее перерезают своим фронтом. Во всех местах такого фиктив-

ного перерезания возникают электрические напряжения, а также электрический, переменный ток, частота которого соответствует длине волны передающей станции, а следовательно—частоте тока в передающей антенне. Наведенные в приемной антенне приходящими волнами электрические токи воспринимаются теми или другими чувствительными приборами, и их энергия перерабатывается в энергию звуковую. Вот отвлеченная картина

механизма передачи, правда, не совсем наглядная, но зато не нуждающаяся в представлении о некоем промежуточном веществе. Нужно только до бавить, что, как мы выше указывали, на больших расстояниях электромагнитные волны искривляются,



Фиг. 3. Изображение электромагнитного поля в определенный момент времени.

ся, следуя кривизне земли.

Несмотря на мои старания дать представление о механизме передачи радиоволнами, я все же полагаю, что вообще требуются некоторые усилия для того, чтобы себе представить ясно, как описанное явление происходит. Нужна привычка мышления на эту отвлеченную тему, и лишь через некоторое время можно освоиться с этими представлениями так же, как мы привыкли к явлениям звуковой передачи. В этом последнем случае мы представляем себе волну, как разрежение и сжатие воздуха; в случае же электромагнитных волн мы должны себе представить изменение электромагнитного поля по времени и в пространстве. Привыкнув к такому представлению, мы не будем пока ощущать потребности в дальнейшем объяснении описанного явления.

Упомяну еще вкратце о так называемой направленной телеграфии и телефонии. Выше было сказано, что передающая вертикальная антенна излучает электромагнитные волны во все стороны, распространяясь, приблизительно, в виде



цилиндров все увеличивающегося диаметра, при чем осью всех этих цилиндров служит сама антенна. В плоскости, пересекающей антенну перпендикулярно, волну можно изобразить концентрическими кругами, как это мы наблюдаем на спокойной поверхности воды, если в нее бросить камень. Такие волны можно принимать в любом месте. Помощью особого способа приема, например, рамки Брауна, можно устроить так, что сигналы получатся от одного определенного направления. Такой прием называется направленным. При этом антенное устройство передатчика обычное, но приемное устройство специальное. Однако, можно устроить передающую станцию так, чтобы она предпочтительно посылала волну в одном определенном направлении. При этом не требуется специального приемного устройства, а любая, хотя бы вертикальная, антенна. Проще всего осуществить такую передачу при помощи той же рамки Брауна, но сила такой передачи будет слабая. Есть несколько систем излучателя волн преимущественно в одном направлении, так, например, Беллини и Този, Брауна и, наконец, для коротких волн, при по-

мощи особых зеркал (прожекторов) или особых решетчатых антенн в форме параболических зеркал. Такое устройство применял еще Герц, а в последнее время—Маркони. Преимущества посылки направленной волны очевидны: уменьшение необходимой энергии передающей станции, лучшее сохранение секрета передачи и большее избавление от помех со стороны атмосферных разрядов и посторонних станций. Такая система годится как для радио-телеграфии, так и для радио-телефонии.

Я надеюсь, что этот очерк будет содействовать более близкому знакомству интересующихся читателей с тем невидимым, тонким, неосоздаемым мостом, который каким-то чудесным образом соединяет передающие и приемные станции и по которому переносится мысль в форме сигналов или речи, а также пение и музыка любого инструмента. Воспроизводится музыка на одном пункте земного шара—воспринимается надругом; в промежутке с громадной скоростью, выражаясь поэтически, на крыльях эфира, летят эти неслышимые звуки, и несут их наши радио-волны.



Радиолобительство приняло грандиозные размеры!.. Нет уголка на земном шаре, где бы не было приемника.

(Из газет).



# ГРОМКОГОВОРТЕЛИ

и

## ГРОМКОГОВОРЯЩИЕ УСТРОЙСТВА.



Инж. В. М. ЛЕБЕДЕВ.

*(Продолжение).*

В предыдущей книжке журнала нами вкратце были рассмотрены общие принципы работы громкоговорящего устройства, а также подробно изучены свойства различных микрофонов и приспособлений, их заменяющих. Перейдем теперь к особенностям, представляемым следующим звеном нашей схемы,—трансформатору микрофонной цепи.

Между микрофоном (или аналогичным ему прибором) и первым каскадом промежуточного усилителя необходимо включение приспособления для подведения энергии микрофона к сетке первой лампы промежуточного усилителя в той форме, которая задается, так сказать, природой современной усилительной лампы. (См. статью инж. Зилитинкевича в № 2 „Друг Радио“).

Наиболее рациональное усилительное устройство должно работать в той схеме, при которой ток сетки совершенно отсутствует, другими словами—сопротивление цепи сетки близко к бесконечно большой величине.

Совершенно понятно, что замкнуть цепь микрофона через такое сопротивление не представляется возможным, да и, с другой стороны, колебания напряжения на зажимах микрофона даже при замкнутой цепи оказываются незначительными. Все это вызывает необходимость трансформировать тем или иным способом энергию микрофона с тем, чтобы подвести к сетке возможно большие колебания потенциала.

Простейшим средством для этой цели является включение микрофона в первичную обмотку особого трансформатора, вторичная обмотка которого, в свою очередь, включается на сетку и один из зажимов нити накала.

Коэффициент трансформации в этом случае необходимо сделать максимальным для того, чтобы всю энергию микрофона, так сказать, перевести в возможно высокое напряжение при возможно малом токе.

В подобных микрофонных устройствах этот коэффициент доводят до 20—30, т. е. отношение числа витков первичной обмотки микрофонного трансформатора к числу витков вторичной делают равным 20—30.

Существует, кроме того, другое соображение, подсказывающее необходимость введения между микрофоном и первой усилительной лампой какого-либо промежуточного передаточного звена.

Дело в том, что, по общим законам электротехники, при наличии источника энергии (генератора) и органа, расходующего эту энергию (приемника), необходимо, для получения возможно большей отдачи (коэффициента полезного действия), чтобы действующее полное внутреннее сопротивление генератора было близко к таковому же приемника (или, что все равно—наоборот).

Так как сопротивление микрофона, который в нашем случае является генератором, вообще говоря, незначительно (оно измеряется десятками, много сотнями омов), а, с другой стороны, сопротивление цепи сетки лампы (приемная цепь—в нашем случае), как это было выяснено выше, оказывается весьма большим (приближается к бесконечно большому), то существование промежуточного звена является неизбежностью при желании дать этому устройству более или менее высокий коэффициент полезного действия.

Включая трансформатор между микрофоном и первой лампой, мы легко выходим из указанных выше затруднений.

Первичная обмотка этого трансформатора является приемником энергии микрофона, и ее действующее сопротивление должно быть близко к сопротивлению микрофона, что всегда легко выполнимо.

Несколько труднее выполняется требование равенства внутреннего и внешнего сопротивлений для вторичной обмотки трансформатора, являющейся генератором для цепи сетки. С достаточным приближением это требование удовле-

творяется при изготовлении вторичной обмотки из очень большого числа витков.

В этом случае действующее сопротивление этой обмотки будет очень велико, так как мы уже имеем дело здесь с явлениями переменного тока, при которых действующее сопротивление зависит не только от обычного сопротивления прохождению электрического тока (так называемого „омического“ сопротивления), но и от коэффициента самоиндукции и частоты.

При достаточно большой частоте звуков (а значит и „разговорного“ тока) и значительной величине коэффициента самоиндукции вторичной обмотки, состоящей из большого числа витков, мы можем получить очень большие значения действующего сопротивления этой обмотки, что и даст удовлетворительное решение данной задачи.

Но, увеличивая в большой степени число витков вторичной обмотки микрофонного трансформатора, мы, выйдя из одного затруднительного положения, наталкиваемся на ряд других затруднений.

При большом числе витков (а значит и слоев обмотки) какой-нибудь катушки, мы получаем некоторую, иногда весьма значительную, емкость между отдельными витками и слоями обмотки, что дает в результате тот же эффект, если бы мы на зажимах этой катушки приключили конденсатор, по емкости равный собственной емкости катушки.

В нашем случае микрофонного трансформатора — мы получаем как бы дополнительную нагрузку ее вторичной обмотки емкостью, являющейся неизбежным следствием многослойной и многовитковой обмотки.

Эта емкость, шунтируя цепь сетки, с одной стороны, отнимает некоторую часть энергии трансформатора на диэлектрические потери (потери в изоляционных прокладках между слоями и в изоляции самих проводов обмотки), а с другой — может в значительной степени понизить напряжение на зажимах обмотки, что для нас является очень невыгодным.

Кроме того, для зарядки собственной емкости трансформатора появится во вторичной ее обмотке паразитный ток, который вызовет некоторую потерю на нагревание проводов этой обмотки.

Избавиться совершенно от этих потерь нет возможности, но можно свести их до минимума, применяя рациональные конструкции обмоток, уменьшающие их собственную емкость, например, применяя

секционированную обмотку, применяя для изоляции материалы с минимальными диэлектрическими потерями, наконец, устраивая так называемые „беземкостные“ обмотки (корзинка, сотовая, тангенциальная и др.), практически обладающие незначительной собственной емкостью.

Этими средствами мы можем как будто победить или значительно обезвредить одного врага — емкость обмотки.

Но существует другой враг, пожалуй, более опасный, особенно, если заботиться больше о чистоте и минимуме искажения в передаче к усилителю „разговорного“ тока.

Враг этот — резонанс (электрический) вторичной обмотки трансформатора, обладающий большой самоиндукцией и некоторой, даже хотя бы небольшой, собственной емкостью, — резонанс, проявляющийся при некоторой, вполне определенной частоте (обычно в этом случае довольно высокой).

А это значит, что из всей совокупности частот разговорного тока, представляющего в конечном итоге результат воздействия на микрофон такой же совокупности акустических частот, из которых составляются звуки нашего голоса, — выделятся и, так сказать, будут сильно подчеркнуты, усилены частоты собственных колебаний трансформатора (см. статью проф. Львовича во 2-м № нашего журнала).

Это обстоятельство может в некоторых случаях вызвать весьма большие искажения речи, которые в дальнейшем усилении очень трудно будет исправить и которые, следовательно, недопустимы.

Опять-таки, к сожалению, вполне действительного и надежного средства борьбы с этой неприятностью наша техника пока не знает, но в некоторой степени (иногда вполне достаточной для дела) парализовать данные искажения вполне возможно.

Немецкая техника почти во всех подобных устройствах применяет своего рода „глушители“ для затруднения появления свободных колебаний вторичной обмотки при определенной частоте.

Такого рода глушители представляют из себя не что иное, как сопротивления достаточно большой величины, приключенные к зажимам трансформатора (обычно вторичным).

Сопротивления эти должны быть сконструированы так, чтобы емкость их и коэффициент самоиндукции практически