
ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

Радиолитература у нас вообще не может пожаловаться на отсутствие внимания со стороны читателей. В особенности это относится к массовой литературе, рассчитанной на широкого читателя. Поэтому неудивительно, что такая книга, как «Занимательная радиотехника», претендующая на несколько необычный подход к подбору материала и способу его изложения, вызвала большой поток откликов.

В подавляющем большинстве эти отклики были положительными.

Выбранный авторами уровень изложения большинство читателей признало правильным.

Поэтому общий характер второго издания «Занимательной радиотехники» не изменился. Книга переработана, из нее изъято более трети материала и заменено новым, более современным. В оставленный от первого издания материал внесены оказавшиеся нужными коррективы и дополнения.

Материал для второго издания подбирался и обрабатывался по-прежнему так, чтобы книга оказалась подходящей по уровню наиболее широкому кругу читателей.

СПИСОК ПРИНЯТЫХ В КНИГЕ СОКРАЩЕНИЙ

<i>а</i> — ампер	<i>мес.</i> — месяц
<i>а · ч</i> — ампер-час	<i>мин</i> — минута
<i>в</i> — вольт	<i>Мг</i> — мегагерц
<i>вт</i> — ватт	<i>мк</i> — микрон
<i>г</i> — грамм	<i>мка</i> — микроампер
<i>гн</i> — генри	<i>мкв</i> — микровольт
<i>гц</i> — герц	<i>мкф</i> — микрофарада
<i>дб</i> — децибел	<i>мм</i> — миллиметр
<i>кал</i> — калория	<i>млрд.</i> — миллиард
<i>ккал</i> — килокалория	<i>млн.</i> — миллион
<i>кв</i> — киловольт	<i>мм²</i> — квадратный миллиметр
<i>квт</i> — киловатт	<i>мм³</i> — кубический миллиметр
<i>кг</i> — килограмм	<i>Мом</i> — мегом
<i>кгц</i> — килограмм	<i>м/сек</i> — метр в секунду
<i>км</i> — километр	<i>пф</i> — пикофарада
<i>км/сек</i> — километр в секунду	<i>сек</i> — секунда
<i>ком</i> — килоом	<i>см</i> — сантиметр
<i>к. п. д.</i> — коэффициент полез- ного действия	<i>см²</i> — квадратный сантиметр
<i>к</i> — кулон	<i>см³</i> — кубический сантиметр
<i>л</i> — литр	<i>УКВ</i> — ультракороткие волны
<i>м</i> — метр	<i>ф</i> — фарада
<i>м²</i> — квадратный метр	<i>ч</i> — час
<i>м³</i> — кубический метр	<i>э. д. с.</i> — электродвижущая сила
<i>ма</i> — миллиампер	<i>°С</i> — градус Цельсия
<i>мв</i> — милливольт	

СОДЕРЖАНИЕ

От авторов	3	Длина волны и частота . .	83
Предисловие ко второму изданию	5	Цифры комариного писка	85
Коротко об электроне . .	9	Летучая мышь — живой локатор	87
Из чего состоят все тела	16	Почему мы понимаем друг друга	92
Один грамм электронов . .	21	Здрафтуйте, Седор Феменич	94
Скорость движения электронов	23	1/16 секунды	96
Четыре вида электрического тока	30	Минимальная продолжительность тона	98
В какую сторону течет электрический ток . . .	35	Границы полосы пропускания	99
Когда I не равна $10 \times 0,1$	37	Динамический диапазон	101
Что такое отрицательное сопротивление	38	Почему работает электродинамический громкоговоритель	103
Преобразование энергии в радиоаппаратуре	43	От чего зависит мощность громкоговорителя?	106
Механические, электрические и электромагнитные колебания	46	От телефонных трубок до ионофона	108
Что такое вакуум	52	Почему в комнате слышно громче, чем на открытом воздухе	111
Сколько же молекул воздуха остается в лампе	54	Беззвучный громкоговоритель	114
Почему перегорает нить накала	56	Это не мой голос	116
Предохранители перегорают при включении	57	Радиоприемник и глаз . .	117
Где скрыто сопротивление электронной лампы . . .	60	Во сколько раз усиливает приемник	119
Почему лампа усиливает	63	Усиление в 15 млрд. раз	121
Размеры электронных ламп и их параметры	66	Хватит ли у человека силы питать радиоприемник	122
Возрождение двухсетки	68	Мощность приемника и площадь комнаты	125
Почему греются аноды . .	71	Почему прикосновение к сетке вызывает гудение	127
Что дает чернение анодов	74	Трансформатор вместо лампы	129
Голубое свечение электродов	75		
Куда деваются электроны?	77		
Сколько названий было у электронной лампы . .	80		
Длина звуковых волн . .	81		

Растянутые или сжатые диапазоны	131
Суперный шум и мурашки	132
Антенна с сердечником . .	136
1 000 в в антенне	138
Заземление в цветочном горшке	141
Два „окна прозрачности“	143
Почему атмосфера поглощает радиоволны . . .	147
Рабочий день импульсного передатчика	148
Раскрытая тайна	149
Фотоснимок с экрана телевизора	152
Тысячи километров по экрану телевизора	156
Телевизор как радиолокатор	159
Самолет создает замирания	162
Как надо понимать синхронность	164
Быстрее света	167
Число строк и полоса частот	169
Ладонь на расстоянии вытянутой руки	173
Телевизионные параметры глаза	176
Четверть копейки в год	179
Светящееся пятно на экране телевизора	182
Телевизионные передачи на магнитной ленте	186
Трубки с черным экраном	191
Невидимое становится видимым	192

В 25 раз тоньше волоса	195
Еще в 4 раза тоньше . .	195
Полоса частот	196
Полоса частот и частота передачи	201
Что движется быстрее: звукосниматель или игла	202
Эволюция детектора . . .	204
Тайна кристаллического детектора	208
Конкуренты электронной лампы	211
Еще один конкурент . . .	216
Почему усиливает транзистор	219
Параметрические усилители	222
Молекула конкурирует с радиолампой	225
Парамагнитные усилители	229
Усилители с использованием эффекта Холла . . .	231
Провод из непроводника .	233
Металлический изолятор .	235
Телефон без проводов и без радио	237
Кристалл стреляет светом	238
Биологическая радиосвязь	240
Связь на волнах тяготения	244
Говорит межзвездный водород	246
Новый метр, рожденный радиотехникой	249
Застывшие заряды	250
Нагрев в холодной спирали	258
Как разогреть котлету . .	259
Чудо-печь	263



Многие из современных приборов и устройств имеют в своем названии слово электронный: электронная лампа, электронное телевидение, электронный микроскоп, электронное реле. Примеров можно привести множество. Особенно часто слово электронный связывается с радиотехническими терминами. И даже само название радиотехника все чаще заменяют другим — радиоэлектроника.

Чем же это объясняется?

Мы знаем, что электроны являются важнейшей составной частью вещества. Если бы название «электронный» присваивалось на этом основании, то без него оставалось бы не так-то много слов.

Не может ли иметь значение то, что все электронные устройства, приборы и системы являются по сути дела электрическими, а электрический ток представляет собой упорядоченное перемещение электронов? Нет! Ответ может быть только отрицательный. Никому не придет в голову назвать электрический утюг или электровоз электронным, хотя не подлежит сомнению, что в основе их работы лежат электронные процессы.

Термин «электронный» в современной науке и технике применяют по отношению к тем приборам и устройствам, которые являются электрическими и в основу которых положено управление электрическими зарядами. Оно весьма значительно отличается от управления движением зарядов в проводниках и обладает многими важнейшими особенностями.

Что же мы знаем об электроне?

Мы привыкли читать и говорить, что молекула мала, но мы никогда не представляем себе, насколько она в действительности потрясающе мала. У нас нет для этого масштабов. Молекула — это не кирпич в сравнении с огромным зданием и даже не пылинка, сопостав-

ленная с величайшим небоскребом. Это «еще гораздо меньше».

Возьмем каплю воды. Капля — практически наименьшая мера жидкости, которой мы пользуемся в обиходе. Считать на капли нам приходится разве только при отмеривании лекарств. Но в капле воды заключено невообразимо большое количество молекул. Только море может позволить нам постигнуть его.

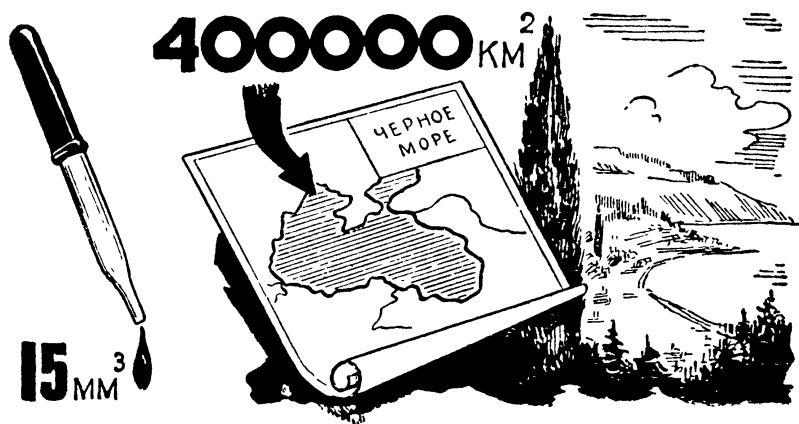
На благодатном юге нашей Родины раскинулось теплое Черное море. Его площадь равна примерно $400\,000\text{ км}^2$, а глубина его в среднем достигает 750 м.

Много ли капель в Черном море?

Конечно, подобный вопрос кого угодно поставит в тупик. Нескоро сообразишь, сколько капель, скажем в стакане воды, а тут целое море! Больше чем тысяча километров отделяет его восточные берега от западных. Неоглядные дали, покрытые водой.

Не будем пытаться угадать, сколько капель в Черном море. Возьмем карандаш и бумагу и попробуем найти интересующее нас число. Примем, что объем капли воды равен 15 мм^3 . Тогда, исходя из площади поверхности моря и его глубины, найдем, что в нем содержится что-то около $2 \cdot 10^{22}$ капель воды.

Это число огромно. Оно послужит нам для перевода одного масштаба в другой, потому что в одной капле воды содержится примерно столько же молекул, сколько капель в Черном море. Закройте глаза и представьте себе бесконечное множество капель, из которых оно состоит. Столько же молекул в одной капле. Как же мала



должна быть эта самая молекула, чтобы в маленький объем капли воды их вместились такое баснословно большое количество.

Этот пример поможет, пусть с трудом, но все же представить себе, сколь ничтожны размеры молекулы и как непомерно много молекул даже в невидимой пылинке.

И в то же время молекула далеко не «самое маленькое». В ультрамикроскопическом мире тех «кирпичиков», из которых построен мир, молекула может считаться гигантом. Ее структура сложна, часто даже очень сложна. Молекула сама состоит из более простых образований — атомов.

Вот булавочная головка. Мы часто приводим ее в пример, когда хотим подчеркнуть малые размеры чего-нибудь. Тогда мы говорим: «с булавочную головку».

Булавочная головка меньше капли воды, но в ней все же заключено 10^{19} атомов железа.

С чем можно сравнить это число? От Земли до Солнца 150 млн. км. Переведем километры в миллиметры, получим $1,5 \cdot 10^{14}$ мм. Это число грандиозно, но все же, если мы распределим атомы из булавочной головки на пути от Земли до Солнца, то на каждом его миллиметре оказалось бы... по полмиллиона атомов. Представьте себе бесконечную вереницу кучек по полмиллиона атомов от Земли до Солнца и все эти атомы из одной булавочной головки. Вот как мал атом!

Но ведь это все еще не электрон. Это сложное образование — атом. Электрон еще меньше. В атоме железа, из которого сделана булавочная головка, 26 электронов. Если все электроны булавочной головки растянуть цепочкой с интервалом 1 мм, то такая цепочка электронов протянется от Земли в безбрежные дали космического пространства на такое расстояние, какое свет пролетает за 26 световых лет. Это далеко даже в космических масштабах. Ведь ближайшая звезда (Проксима в созвездии Центавра) находится от Земли на расстоянии всего в четыре световых года. А 26 световых лет — это расстояние, на котором находится от Земли яркая и красивая звезда Вега из созвездия Лиры.

Вот в какие страшные дали завела нас булавочная головка!

Что же представляет собой электрон и какие число-

вые характеристики определяют его физические свойства?

Электрон является частицей, имеющей наименьший электрический заряд. Заряд электрона считается наименьшим возможным количеством электричества только потому, что до сих пор ни разу не приходилось наблюдать меньшего заряда, хотя современная техника эксперимента позволяет обнаружить и измерить меньшие заряды. Заряд электрона измерен много раз разными способами. Он оказался равным $4,8 \cdot 10^{-10}$ абсолютных электростатических единиц, или $1,6 \cdot 10^{-19}$ кулона.

Эта величина представляет для радиотехников особый интерес, так как им постоянно приходится иметь дело с электрическими потенциалами и электрическим током. А электрические потенциалы связаны со скоплением электронов (или других зарядов) в одном месте и их недостатком в другом. Что же касается электрического тока, то он представляет собой движение зарядов. При токе 1 а за 1 сек через поперечное сечение проводника протекает 1 к электричества, т. е. $6,3 \cdot 10^{18}$ электронов.

Число электронов в кулоне баснословно велико. Если зарядить какое-нибудь тело отрицательным зарядом 1 к и потом начать снимать с него электроны по 1 миллиону в секунду, то снимать их придется... 200 тыс. лет.

Электрон имеет массу.

Остроумные и изумительные по своей тонко-



26 СВЕТОВЫХ ЛЕТ

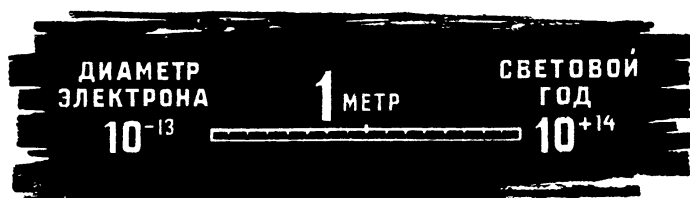
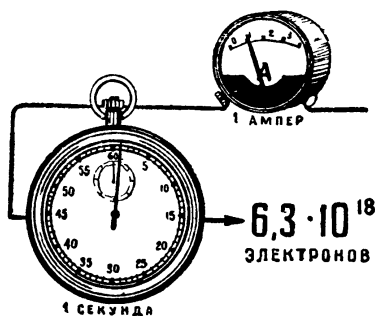


сти эксперименты позволили физикам не только измерить заряд электро-

на, но и определить его массу. Она оказалась равной $9,1 \cdot 10^{-28}$ г. Эта величина чрезвычайно мала. Но все же масса электрона не равна нулю, и, помножив число электронов в кулоне на только что приведенную величину, получим, что кулон имеет массу $5,7 \cdot 10^{-9}$ г. Кулон нельзя «взвесить» даже на самых лучших микроаналитических весах, чувствительность которых равна миллионным долям грамма.

Интересно получить хотя бы какое-нибудь представление о величине электрона. Нельзя примитивно считать электрон каким-то подобием шарика или телом какой-либо иной формы. Но все-таки некоторые цифры, характеризующие размеры электрона, имеются. Следует только правильно понимать их. Под размерами электрона понимают не его границы, как какого-то твердого тела, а тот объем, в пределах которого сильно проявляются свойства электрона и приближение к которому уже можно считать соударением с электроном. Такой объем имеет поперечник около 10^{-5} ангстрема, или $1,2 \cdot 10^{-13}$ см [ангстрем ($\text{\AA}$) = 10^{-8} см]. Как и всегда, эту величину нельзя представить себе без сопоставления. Есть огромная единица — световой год. Расстояние от Земли до Солнца всего только 8,5 световой минуты. Так вот: диаметр электрона примерно во столько же раз меньше метра, во сколько раз метр меньше светового года.

Мы считаем электрон частицей вещества, одной из наименьших элементарных частиц. Такие характеризующие электрон величины, как масса, размеры, по своей сути подтверждают представление о том, что электрон является каким-то микроскопическим «тельцем». Но са-



мые тщательные исследования показали, что в некоторых случаях «поведение» электрона таково, что его приходится считать не частицей, а волной со всеми присущими ей свойствами, в том числе и длиной. Длина волны электрона зависит от скорости его движения. При тех скоростях, с какими фактически приходится иметь дело, длина волны электрона примерно такая же, как у рентгеновых лучей, т. е. 0,005—0,000005 мк.



Следует предостеречь от одной ошибки, которую часто делают, считая, что волны электрона являются электромагнитными волнами. Это не электромагнитные волны, это волны иного порядка, природа которых пока неясна. Они носят название дебройлевских волн (по имени французского физика Де-Бройля). Волновыми свойствами обладают не только электроны, но и все другие элементарные частицы и даже все вообще движущиеся тела. И Вы, читатель, если идете, то приобретаете волновые свойства, однако длина Вашей волны крайне мала, так как длина дебройлевских волн тем меньше, чем больше масса движущегося объекта и чем меньше его скорость.

Однако электрон может быть также источником и электромагнитных колебаний. Это происходит, например, при его торможении. Энергия электрона тем больше, чем быстрее он движется. Указанная выше масса электрона есть масса его покоя. Масса движущегося электрона возрастает со скоростью. Если электрон тормозится, то его энергия уменьшается. Излишек энергии может быть отдан в виде излучения электромагнитных колебаний.

Несколько слов о взаимодействии электрона с полями. Электрон имеет массу и поэтому взаимодействует