

## ГЛАВА 1. Десять важных предупреждений

*Взяв в руки новую книгу, мы довольно часто не читаем предисловие или, в лучшем случае, быстро полистав его, начинаем всё же с основных разделов. Очень хочется, чтобы читатель отошёл от этой технологии — наше предисловие не случайно названо первой главой, оно само есть важный раздел книги, который должен облегчить знакомство со всеми последующими главами. Если, конечно, вы решитесь на это знакомство.*

*T-1. Очень может быть, что читателю эта книга совершенно не нужна.* Вряд ли найдутся в наше время люди, которые не сталкивались с электричеством, — куда ни помотришь, оно помогает нам, работает на нас. Электричество — это яркий свет в домах и тысячи разных станков на заводах, это телевизор и телефон, компьютер и электропоезд метрополитена. Если где-нибудь на далёкой планете тамошние астрономы наблюдают за нами в свои телескопы, то они видят, как на тёмной половине Земли появляются, а через какое-то время медленно гаснут загадочные световые пятна. Это наши города миллионами включённых электрических ламп встречают ночь и постепенно засыпают.

А ведь ещё каких-то сто лет назад электрическая лампочка считалась сложным физическим прибором, чудом науки и техники.

Несколько поколений исследователей и инженеров, приручивших электричество, сделали так, что пользоваться электроприборами легко и просто, — для этого не нужны какие-либо специальные знания. Тронул пластмассовый рычажок выключателя — и в комнате стало светло, включил телевизор — и по зелёному полю забегали футболисты в синих и оранжевых майках, нажал кнопку в лифте — и он послушно повёз тебя на нужный этаж. А что там при этом происходит, как работает электричество, что именно оно делает в телевизоре, в лифте или в электрической лампочке, — об этом можно и не задумываться. Наше дело простое: знаешь, какую кнопку нужно нажать, и достаточно.

Действительно, нельзя же объять необъятное. У нас на службе огромное многообразие аппаратов, приборов, машин, и совсем не обязатель-

но знать, как всё это устроено и как работает. Зашёл в самолёт, сел в кресло, пристегнул ремень — и лети спокойно, не спрашивай у стюардессы, чем отличается реактивный двигатель от поршневого или как называются страны, над которыми полетит самолёт. Научился нажимать на педали и управляться с рулем автомобиля — садись и двигай, нечего выяснять, как устроены дисковые тормоза или бензонасос. Даже на компьютере можно прекрасно работать, абсолютно не понимая, как именно он превращает лёгкое нажатие на клавиши в сложные преобразования рисунков, чисел или слов.

Эта книга сравнительно подробно рассказывает об электричестве, о том, как люди с ним познакомились, как изучили повадки электричества, заставили его работать на себя. Будет кое-что рассказано и о том, как устроены электрические приборы и машины, где и как добывают электрическую энергию, как передают её в наши дома и на заводы. А чтобы вы могли воспринимать всё это с пониманием сути дела, мы начнём с рассказов о физической природе электричества и его ближайшего родственника — магнетизма.

Вполне вероятно, что читатель не проявляет интереса ко всем этим подробностям и ему, возможно, не стоит тратить на них время. Так что подумайте, может быть, лучше из приличия полистать книжку и решительно отложить её в сторону, честно признавшись: это не для меня.

***Т-2. В то же время есть немало людей, которым не обойтись без знакомства с электричеством, и книга поможет сделать в этом деле первые шаги.*** Тот, кто выберет электрические процессы и машины своей профессией, непременно должен будет изучить электричество подробно, до мелочей, и сделать это можно только с помощью серьёзных учебников. Книги, подобные этой, могут оказаться полезным предисловием к учебнику — они начинаются с «нулевой отметки», то есть предполагают, что вы вообще ничего не знаете про предмет. Поэтому книга вводит вас в существо дела постепенно, рассказывает обо всём хоть не очень строго, но зато простым языком, приучает к терминам, готовит к будущему детальному изучению электричества.

***Т-3. Многие получают от знакомства с электричеством реальную пользу, хотя напрямую с ним не связаны.*** Книжка может оказаться полезной и для тех, кто не выбрал электричество основной профессией, с ним в своей работе наверняка столкнётся шофёр, сварщик, строитель, врач, геолог, космонавт, металлург, словом, люди самых разных профессий. Им книжка может дать некоторый объём основных знаний, позволяющих потом по мере надобности вникать в детали.

***Т-4. Кое-что об электричестве полезно знать даже тем, кто терпеть не может точные науки и совершенно не интересуется техникой.*** Вполне вероятно, что желание познакомиться с электричеством появится и у того, кому это знакомство вроде бы и не нужно. Психологи

экспериментально определили, что на шкале наших жизненных ценностей на очень высоком уровне находятся знания. Доказано, что потребность в знаниях связана с так называемыми безусловными рефлексами, которые передаются по наследству с древнейших времен. Знать окружающий мир — потребность столь же сильная, как жажда или чувство голода. Она наверняка появилась в далёком-далёком прошлом, когда сама жизнь человека зависела от его знаний — от того, как он умеет охотиться, добывать пищу, уходить от опасностей.

Вот почему мы чувствуем какой-то дискомфорт, какое-то явное неудобство, если не имеем хотя бы самых общих представлений об окружающем мире, об основах наук и технологий, об основах жизни общества. Человеку любой профессии, с любым уровнем образования нужна, как принято говорить, картина мира, пусть не очень подробная, но без серьёзных пробелов. Не случайно во многих американских университетах даже гуманитариям — будущим юристам, историкам, литераторам — в небольших дозах преподают точные науки. Для них даже специальные учебники есть, например «Физика для поэтов».

Книжка, которую вы сейчас держите в руках, позволит, как уже говорилось, почерпнуть наиболее важные сведения об электричестве и, хочется верить, поможет даже неподготовленному читателю ликвидировать «электрическое белое пятно» в его картине мира.

**Т-5. Предлагаемая читателю книга, так сказать, многоэтажна, в ней, в частности, есть тематические этажи, разные по уровню сложности.** Если вы решились на знакомство с электричеством и готовы дви-



ВК  
1

Человек с давних времён интересуется нашим миром, пытается понять, как в нём всё устроено. Много тысяч лет главной движущей силой этого интереса было применение новых знаний для

улучшения своей трудной жизни — изобретения тех времен, добывание огня, колесо, капканы, парусные лодки. Электричеством стали серьёзно заниматься лет 500 назад, а основные откры-

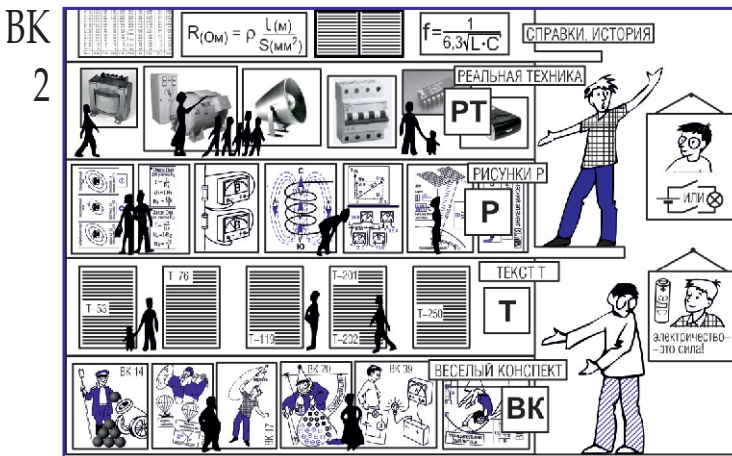
тия и их применение начались ещё через 300 лет. Сегодня мы знаем важнейшую роль электричества в природе и технике, без этих знаний не может быть создана никакая картина мира.

гаться дальше по страницам этой книги, то вам прежде всего полезно будет узнать, как она устроена.

Нужно сразу сказать — электричество для человека область непривычная: с механикой или с тепловыми процессами люди знакомы много тысячелетий, а электричеством всерьёз стали заниматься всего лет триста назад. Ко всему ещё основные электрические процессы скрыты от нас, чтобы судить о них, нужно понимать, что происходит в невидимых электрических мирах. Можно прекрасно собрать велосипед, не зная теории механизмов и машин, можно ловко пилить дрова, не зная теории резания, но вряд ли поймёшь, как работает какая-нибудь электрическая машина, если не знаешь основ электротехники, если не построил для себя хоть какой-то теоретический фундамент. Значительная часть книги как раз и посвящена построению такого фундамента.

Есть люди, которые к слову «теория» относятся с пренебрежением. А ведь это несправедливо. Теория — это сконцентрированный опыт миллионов исследователей, собранные, приведённые в систему правильные решения, отброшенные в сторону бесчётные ошибки. Теория — это молниеносные мысленные эксперименты вместо долгих и дорогостоящих опытов «в металле», быстрый выбор правильного ответа вместо бесконечного слепого перебора и гадания. Теория — это кратчайший путь к нужному практическому результату. Прекрасно сказал об этом великий итальянский физик Энрико Ферми: «Нет ничего практичнее хорошей теории».

В этой книге теоретический материал имеется во всех её главах. В каждой главе есть некоторое количество сравнительно небольших разделов, они имеют сквозную нумерацию по всей книге и обозначаются буквой «Т» — от слова «теория». Конечно же, эти разделы не очень похожи на теорию в истинном высоком смысле этого слова, теорию, насыщенную математикой, охватывающую весь комплекс вопросов,



Эту книгу в каком-то смысле можно назвать многоэтажной, в ней, по сути дела, три рассказа об электричестве, связанных и в то же время самостоятельных. Самый доступный, видимо, это «Весёлый конспект» (ВК), который вы сейчас смотрите. Следующий этаж — основной книжный текст, в котором 21 глава и 240 разделов Т, чаще всего объёмом 0,5—3 страницы каждый. Их дополняют рисунки Р со сравнительно подробными, как говорят редакторы, с расширенными подрисуночными подписями.

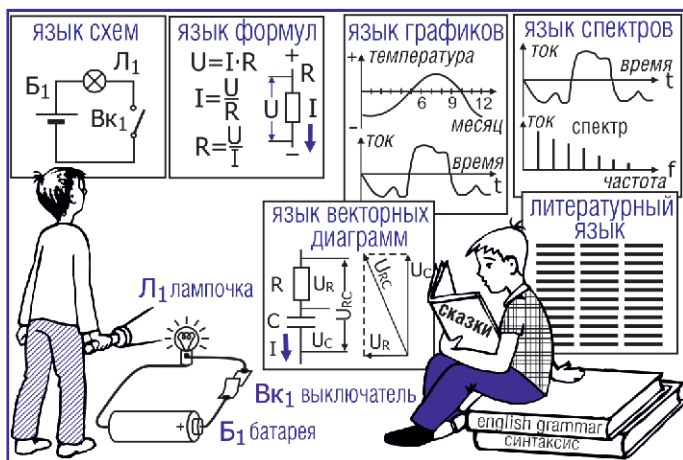
связанных с темой. Основной текст книги — это очень краткий и по возможности предельно упрощённый пересказ некоторых элементов теории, так что теорией его можно называть только условно. Более того, если слово «теория» пугает вас, то можно считать, что обозначение «Т» идёт от слова «текст».

В разделы Т входят рисунки, они обозначаются буквой «Р» и имеют свою собственную нумерацию, тоже сквозную, от начала книги до конца. На рисунке может быть несколько фрагментов с отдельными номерами, на них даётся ссылка в тексте подробной подписи к рисунку, а иногда и в основном тексте книги. Так, например, ссылка Р-18.2 означает «Второй рисунок-фрагмент на рисунке Р-18».

На рисунках помещены и формулы — как основные, так и расчётные, вспомогательные. Ссылка на формулу выглядит точно так же, как и ссылка на фрагмент рисунка. В формуле обозначение в скобках возле той или иной величины говорит о том, в каких единицах она в данном случае должна быть выражена. Заметьте: чтобы не пугать читателя, из основного текста почти все формулы перенесены на рисунки, так что текст можно читать спокойно, не прерываясь, а к формулам обращаться, когда захочется или когда это понадобится.

Чтобы помочь читателю при разборе рисунков, обозначенных буквой «Р», кроме обычных подробных подписей к ним на самих рисунках, в своего рода голубых рамках произвольной формы помещены пояснения к некоторым особо важным процессам и деталям. Рисунки Р подобраны и скомпонованы так, что они как бы образуют самостоятельную сюжетную линию книги, это своего рода сжатый конспект основного текста — просматривая эти рисунки, можно освежить в памяти уже прочитанные разделы. К сожалению, рисунки не удалось расположить так, чтобы они всегда находились в той части текста, который должны пояснять. Но, пользуясь ссылками и подробным оглавлением (в конце

Книга написана на нескольких разных языках: на привычном русском языке, на языке схем, на языке графиков, на языке простейших математических формул и других. Каждый из них по-своему рассказывает о важных и не всегда простых электрических процессах и объектах. Языки эти развиваются уже много лет и достигли высокого совершенства, в книге, разумеется, представлены простейшие их фрагменты. Понять хотя бы в общих чертах эти языки — значит сделать самый важный шаг в знакомстве с электричеством.



ВК  
3

ВК  
4

Одна из самых известных профессий электричества — оно создаёт свет, освещает наши жилища и улицы городов. Рядовая электрическая лампочка накаливания вот уже более ста лет выпускается и всё ещё продаётся, несмотря на низкий коэффициент полезного действия (к.п.д., иногда пишут КПД). Лампочка, видимо, прельщает своей простотой и надёжностью, но бывает, что в ней происходит короткое замыкание цепи обрывками сгоревшей нити.

ВК  
5

Так бывает нечасто, но всё же бывает: в вашей квартире неожиданно гаснет свет. Конечно, на этот случай надо бы иметь фонарик, получающий электричество от батарей, и самое главное, нужно знать, где его искать. Но и без него человек, знакомый с тем, как электричество вводится в квартиру, сумеет быстро определить, в какой комнате произошло короткое замыкание, заставившее сработать автоматы-выключатели.

ВК  
6

Пользоваться электрическими приборами и аппаратами широкого потребления (светильники, кофеварки, приёмники, телевизоры и др.) совсем просто, и для этого, вроде бы, не нужны какие-то знания о самом предмете — об электричестве. Однако многие люди, даже если их профессия напрямую не связана с электричеством, стараются понять, что представляет собой это скрытое от нас чудо природы и как можно наладить с ним хотя бы самые простые деловые отношения.

книги) разделов текста Т и рисунков Р, можно быстро находить рисунки Р, помогающие чтению основного текста, или, наоборот, просматривая эти рисунки, находить связанные с ними разделы текста.

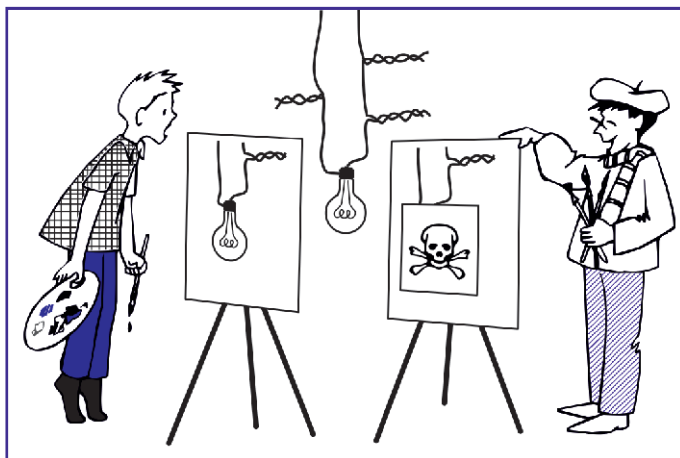
Работая над книгой, автор, как правило, прежде всего думает о том, кто её будет читать, строит, как принято говорить, модель читателя. В данном случае получилось несколько разных моделей, и автор пытался приспособить книгу для каждой из них. Тот, кто будет пользоваться книгой как учебником для самообразования, найдёт в основном тексте (разделы Т) последовательное изложение основ электротехники, по структуре оно близко к серьёзным учебникам. Этим разделам помогают основные рисунки (Р) со своими довольно подробными подписями, они делают каждый рисунок Р в значительной мере независимым рассказом, с которым можно познакомиться отдельно.

А ещё есть в книге около трёхсот особых рисунков (их можно назвать юмористическими) тоже с подробными подписями, все вместе они образуют своего рода весёлый конспект основного текста. Этот распределённый по всей книге самостоятельный раздел так и называется: «Весёлый конспект», он сокращённо обозначается ВК, и его рисунки также имеют свою нумерацию. Рисунки ВК помогают понять некоторые непростые электрические и магнитные явления, работу электрических машин, они будут полезны прежде всего тем, кому страшновато браться за сложное дело. Герои «Весёлого конспекта», как могут, стараются показать, что страшного ничего нет, что во всем можно разобраться и что не нужно бояться науки об электричестве.

И действительно — не нужно бояться.

**Т-6. Читатель может в различной последовательности знакомиться с разделами книги.** Лучше всего, конечно, действовать старым способом — начать книгу с начала и, последовательно продвигаясь, пройти её до конца. Но может случиться, что читатель не дотерпит до окончания

Электричество при определённых условиях может травмировать живой организм, изменить ход биохимических процессов, нарушить нормальную работу отдельных органов. Беспечное отношение к электричеству, незнание правил безопасности при работе с ним может привести к трагическим последствиям. Достаточно вспомнить, что ток всего в 50 миллиампер, попавший в область сердца, сбивает ритм сигналов, определяющих его работу, и через несколько секунд может привести к полной остановке сердца.



ВК  
7

«основного курса» и начнёт знакомиться с материалами, которые как-то связаны с реальными электрическими машинами и аппаратами. Или, предполагая трудности с освоением теории, начнёт с более лёгких иллюстративных материалов, например с рисунков Р. Или начнёт с того, что пройдёт с начала до конца весь «Весёлый конспект» (ВК) с его достаточно подробными поясняющими текстами. Все эти варианты вполне допустимы, как, впрочем, и любые другие, — был бы результат.

**Т-7. Книга написана на нескольких разных языках, освоить их — значит сделать самый важный шаг в изучении электричества.** Беседуя с друзьями, читая книгу или слушая радио, мы пользуемся обычным нашим разговорным языком и даже не думаем, какую огромную роль сыграл он в человеческой истории, как объединил людей для совместного труда, для борьбы со стихиями. Более того, придумав разговорный язык как средство связи, средство общения, человек стал мыслить словами, создавать на их основе общие понятия, оперировать ими, размышлять — стал человеком разумным. Если бы не язык, то мы с вами сейчас, скорее всего, прыгали бы с ветки на ветку где-нибудь в джунглях Экваториальной Африки.

Внимательно наблюдая за самим собой, нетрудно убедиться, что мы в основном мыслим словами. Стоит вам подумать: «Я иду в школу», — и где-то в глубине слышатся слова: «Я и-ду в шко-лу». Английский мальчик о том же самом подумает так: «Ай гоу ту тээ скул»; немецкий мальчик: «Их гее ин ди шуле»; вьетнамский: «Той ди хап».

Каждый человек думает словами, думает на том языке, на котором говорит. И не случайно преподаватели иностранных языков считают, что вы только тогда по-настоящему изучили язык, когда начали мыслить на нём так же, как и на своём родном. А физиологи установили, что человек решает житейские задачи, просто недоступные животным,

ВК  
8



Мы вначале признаём электричество как нечто реальное, когда оно начинает действовать, например, нагревает нить лампочки и заставляет её светиться или приводит в движение электропоезда. В этих примерах начинают действовать особые электрические силы, которые, как мы увидим, есть в каждом атоме, но часто себя не показывают. Следующий рисунок ВК напомнит о школьных опытах, заставивших действовать эти электрические силы.



и решает их только потому, что у него, у человека, есть разговорный язык, на котором он мыслит.

Итак, человек мыслит словами. Но вот шахматист, автоматически сделав несколько первых ходов, задумывается над сложной позицией. Неужели же и он в это время слышит слова: «Если я на-па-ду ко-нём на его сло-на, то он пой-дёт на по-ле цэ-че-ты-ре и, заб-рав мо-ю пеш-ку, по-па-дёт под у-дар мое-го фер-зя и тог-да...»?

Нет, конечно же, шахматист не думает звучащими словами разговорного языка. Он думает совсем на другом языке, на специфическом языке шахмат, оперирует в своём сознании готовыми образами фигур, без всяких слов двигает в уме эти фигуры с одной клетки на другую, думает на языке, где вместо слов — фигуры, позиции, ходы, комбинации. Точно так же, как механик, всматриваясь в сложную машину, мыслит на своём языке, «слова» которого — это образы конкретных деталей, их типичные взаимодействия, скажем, зацепление шестерён или сжатие пружины. И математик, читая свои математические тексты, тоже в основном обходится без разговорного языка, мыслит математическими символами и действиями, а композитор — мелодиями, аккордами, ритмами.

Нас окружает огромный мир, мир вещей и явлений. И наша вычислительная машина, наш мозг, по мере того как мы познаём этот мир, строит его модель, его упрощённое описание. Оно состоит из записанных в памяти слов, картин, элементов их взаимосвязи.

Самое универсальное средство для описания мира, для построения его модели — наш разговорный язык. На нём можно и о жизни поговорить, и историю вспомнить, и о достижениях медицины рассказать, а если постараться, то и математическую формулу пояснить. Но для некоторых областей, таких как устройство машин, шахматы, музыка,

Каждый человек стал-квивался с электричеством, пользовался им или даже изучал профессионально. Однако далеко не каждый возьмётся рассказать, что это такое, электричество. А вместе с тем это одна из важнейших важностей нашего мира, столь же важная, скажем, как гравитация. К ней мы привыкли, считаем её естественной и понятной, но на вопросы «что это такое?» и «откуда оно взялось?» можем лишь ответить: так устроен мир, в котором мы живём. Так же пока приходится отвечать на вопросы о природе электрических сил.



ВК  
9

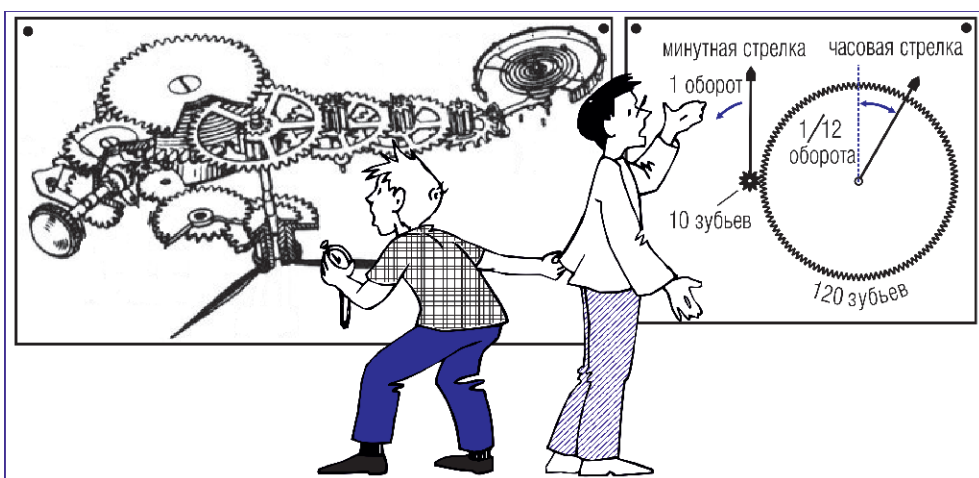
электрические аппараты, химические соединения, существуют специальные языки, более удобные, более экономные и оперативные.

Здесь может быть уместно такое сравнение: универсальный автомобиль для перевозки грузов — это грузовик с откидными бортами, на нём можно перевозить всё. Но для перевозки песка удобнее самосвал, для перевозки людей — автобус, для перевозки молока — автоцистерна. Мы пользуемся универсальным языком звучащих слов или осваиваем новые языки в зависимости от того, какую задачу нужно решить, что нужно описать — простую житейскую ситуацию «Я иду в школу», устройство машины или состав вещества. В первом случае удобен разговорный язык, во втором — язык чертежа, в третьем — язык химических формул.

Чтобы познакомиться с работающим электричеством, обязательно нужно освоить несколько новых языков. Чаще всего мы будем пользоваться языком электрических схем, которые с помощью условных обозначений могут детально описать самые разные электрические аппараты — от карманного фонарика до большой вычислительной машины. Освоив этот язык, вы будете легко и свободно манипулировать в уме электрическими схемами, не только понимая, но просто-таки чувствуя, что происходит в реальной электрической цепи.

Мы освоим также великолепный язык графиков, с его помощью удобнее всего рассказать о процессах, которые происходят в электрической системе. Очень удобен и язык простейших математических формул, он, в частности, помогает экономно и наглядно представить

ВК  
10



Многое в этой книге излагается упрощённо, очень упрощённо и, возможно, даже слишком упрощённо. Делается это для того, чтобы читателю легче было получить пред-

ставление о существе дела, об основных объектах, процессах и законах невидимого электрического мира. Иногда за этим первым упрощённым описанием следуют в основ-

ном тексте или на рисунках некоторые важные и более сложные подробности. Но, конечно, полную информацию нужно искать в серьёзных учебниках.

законы электрических цепей, показывает, от чего зависит та или иная характеристика и каким образом. Есть ещё язык спектров и язык векторных диаграмм, эти языки тоже окажут нам серьёзную помощь.

Вы сможете спокойно, без страха встретиться с любой незнакомой электрической техникой, если будете знать названные выше специальные языки, пусть не в очень большом объёме, но знать хорошо, мыслить на них. Освоение этих языков — задача не очень сложная, мы будем постепенно, шаг за шагом, решать её, всякий раз чувствуя себя увереннее и свободнее в электрическом мире.

*Т-8. Многое в книге излагается упрощённо, а кое-что очень упрощённо и, может быть, даже слишком упрощённо.* Известный астрофизик Иосиф Самойлович Шкловский, рассказывая о своей работе, заметил, что ему, наверное, никогда не удалось бы успешно развивать свою науку, если бы он постоянно думал о чудовищных космических расстояниях или гигантских интервалах времени, которыми измеряются космические события. Работая, он думал совсем иными масштабами, оперировал образами, крайне упрощёнными, но зато удобными, такими, которые легко себе представить. Ну, скажем, Солнце он представлял себе как некий шар размером поменьше футбольного мяча. А иногда и нашу Галактику считал однородным телом, приравнивал её к своего рода плоскому Солнцу, хотя в Галактике десятки миллиардов похожих на него звёзд, а сама она в тысячи миллиардов раз больше Солнца. Чтобы почувствовать масштабы всех этих упрощений, напомним, что Солнце — это огненный шар диаметром 1,5 миллиона километров, что примерно в 120 раз больше, чем диаметр нашей планеты.

В нашем рассказе об электричестве очень часто будут встречаться подобные упрощения истинной картины: изменение масштабов, использование образов искажённых, но более удобных для обдумывания.

Мы будем, например, представлять себе атомные ядра и даже сами атомы маленькими шариками, такими горошинами, песчинками или мельчайшими крупинками соли. А ведь всё это сложнейшие системы, собранные из множества разнообразных деталей, размеры которых невообразимо малы — в миллионы и миллиарды раз меньше той же пляжной песчинки.

Мы будем часто пользоваться простыми аналогиями, сравнивая, например, электромагнитные процессы с механическими: переменный ток с качелями или накопление электрических зарядов в конденсаторе с наполнением ведра водой. В то же время сходство между этими процессами чисто внешнее, их физическая сущность совершенно разная.

Мы, наконец, будем пользоваться привычными, житейскими словами, чтобы рассказать о сложных электрических или магнитных явлениях, будем, например, употреблять такие выражения, как «электроны быстро побежали», или «магнитное поле старается помешать нара-

танию тока», или даже «атомное ядро не хочет отпускать электроны». Подобные выражения в книге встречаются настолько часто, что пришлось отказаться от традиционных кавычек, иначе страницы были бы просто переполнены этим типографским знаком. Иногда, чтобы привлечь ваше внимание, в основном тексте будет напоминание (Т-8) об этом важном разделе предисловия.

Все упрощения и искажения в книге делаются только для того, чтобы можно было думать о вещах сложных и непривычных, пользуясь знакомыми и понятными словами, образами, сравнениями. Чтобы облегчить познание нового, опираясь на то, что уже известно. Встречаясь в тексте с грубыми механическими моделями электрических схем, с сильно упрощённым описанием структур или процессов, с разного рода прыжками электронов или стараниями магнитных полей, нужно помнить, что всё это, так сказать, военная хитрость, необходимая для штурма крепостей непонятного. И что упрощённое описание какой-либо физической сложности — это не более чем упрощённое описание.

**Т-9. Автор должен предупредить, что книга имеет серьёзный недостаток, его нельзя было избежать, но в будущем, надеюсь, удастся исправить.** Уже с самых первых набросков плана книги автору стало ясно, что в ней не удастся рассказать об электричестве всё, что хотелось бы. Электричество с давних пор имеет, образно говоря, две основные профессии — оно работает в энергетике и в информатике. Сегодня применение электричества в информатике превратилось в гигантскую область науки, техники, технологии, эту область обычно называют радиоэлектроника, или просто электроника, она объединяет радиосвязь, радиовещание, телевидение, электронную автоматику, вычислительную технику, медицинскую электронику, радиолокацию, робототехнику и много других уже давно самостоятельных научных и технологических направлений.

Чтобы не переходить на скороговорку и не превысить разумный объём книги, для неё была выбрана традиционная структура учебников электротехники: в книге рассказывается об электрических цепях постоянного и переменного тока и об использовании электричества в энергетике. О применении электричества в информатике в таких учебниках, как правило, рассказывают очень скупо, а случается, вообще не вспоминают. И в этой книге электронике отведено сравнительно немного места (одна глава из двадцати), и тема эта введена главным образом для того, чтобы напомнить о её существовании. Электричество в информатике — это настолько большая и многообразная сфера, что даже не очень детальный рассказ о ней потребовал бы отдельной книги побольше этой. Автор надеется в обозримом будущем подготовить такую книгу, завершив тем самым начатый рассказ об электричестве.

Здесь, пожалуй, уместно признаться, что и эта книга, и планируемая следующая берут своё начало из одного источника — из учебной книги для радиолюбителя «Электроника шаг за шагом». Некоторые её разделы (приёмники, усилители, высококачественное воспроизведение звука, транзисторные схемы) отдельными изданиями начали выходить еще в 1959 году, в полном объёме книга впервые вышла в 1979 году и затем с дополнениями и изменениями ещё три раза переиздавалась, последний раз в 2001 году. За прошедшие годы электроника, конечно, стала неузнаваемой, но основные, учебные разделы книги вряд ли нужно считать устаревшими — электрический ток, как и сто лет назад, мы измеряем в амперах, а устройство атома упрощённо рассматриваем в виде некоторого подобия Солнечной системы.

**Т-10. Читатель получает последнее и при этом самое важное предупреждение.** Независимо от того, какую вы выберете последовательность знакомства с книгой, вам просто необходимо в числе первых познакомиться с разделом Т-195. Он посвящён некоторым воздействиям электричества на человеческий организм и содержит несколько чрезвычайно важных правил.

Когда имеешь дело с электричеством — шутки в сторону, даже безобидный обычно электрический аппарат может стать источником серьёзной травмы. Да что там травма — может привести к гибели человека. Ежегодно при взаимодействии с электричеством в мире гибнет почти 20 тысяч человек — страшная цифра. И, как правило, люди гибнут по глупому: по неосторожности, по неграмотности или из-за неуместной удачи. В большинстве случаев несчастья могло бы не быть, если бы соблюдались очень простые правила — правила техники безопасности.

Познакомьтесь с этими правилами, вникните в их суть, запомните их и неукоснительно соблюдайте — здесь лучше перестараться, чем недосмотреть.

На этом позвольте закончить наше несколько затянувшееся предисловие. Всё, что хотелось в нём сказать, сказано, все предупреждения сделаны, и можно отправляться в путь.

## ГЛАВА 2. Где живёт и как действует янтарная сила

*Многие читатели решили познакомиться с электричеством, имея среди прочих желание получить какие-то практически полезные сведения. Может быть, даже научиться ремонтировать утюг или заряжать автомобильный аккумулятор. Но в электротехнике любые практические навыки ты набираешь спокойней, уверенней, если понимаешь суть дела, понимаешь его основы и истоки, иногда, казалось бы, совсем далекие от практики. Полезно, например, задуматься о том, почему греется розетка, в которую включён телевизор, и почему щёлкает выключатель при включении и выключении света. Или задуматься о том, что Вселенная родилась миллиарды лет назад в результате Большого взрыва, от которого наш мир получил нечто такое, что мы сейчас называем электричеством.*

*T-11. Каждый человек встречался с электричеством, но далеко не каждый решится объяснить, что это такое. Вопрос «Что такое электричество?», как правило, вызывает затруднение не только у тех, кто всего лишь пользуется электрочайником или ездит на электричке. Даже в учебных книгах обычно уходят от этого вопроса, либо в открытую, скажем, так: «Ответить на этот вопрос пока еще нельзя», либо закрываясь не очень понятными фразами типа: «Электричество — одна из форм движения материи» или «Электричество — совокупность явлений, в которых проявляются электрические заряды». После этого последнего сообщения первоначальный непростой вопрос автоматически превращается в не менее сложный: «Что такое электрический заряд?» — и, как говорится, опять проклятая неизвестность.*

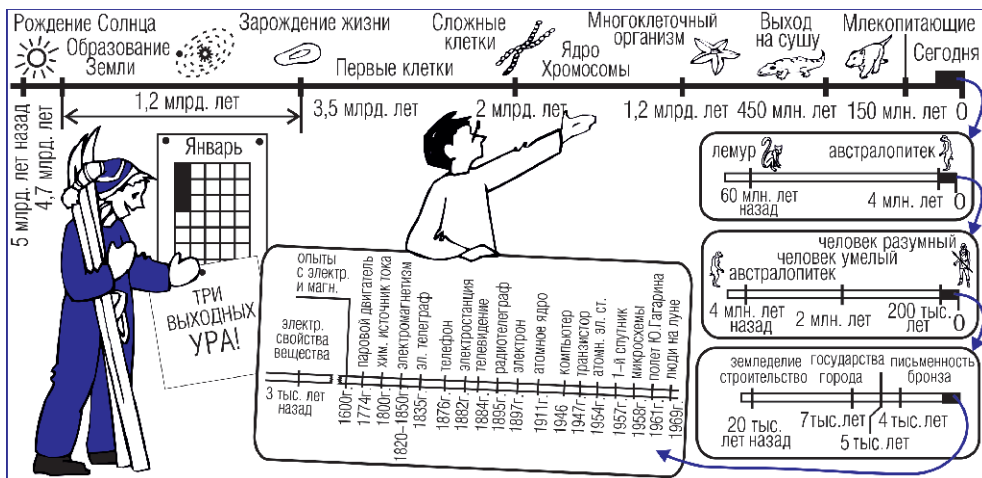
Конечно, электричеству нельзя дать простое объяснение такого, например, типа: «Электричество — это синего цвета жидкость с запахом керосина и вкусом огуречного рассола». Но к какой категории понятий относится электричество, где его место в нашей картине мира, на что оно похоже, как обнаруживается, на какие порции делится, почему может быть полезным — обо всём этом можно сказать и обязательно будет сказано. Но чуть позже.

**T-12. Мир, в котором мы живём, устроен намного сложнее, чем кажется с первого взгляда.** Если раздобыть где-нибудь машину времени, проехаться на ней в далёкое прошлое и побеседовать с тамошним жителем, то он нарисует вам картину мира довольно-таки простую. В ней будет плывущий над нами потолок-небосвод, на котором закреплены звёзды, будет небольшой раскалённый шар, который каждый день перекатывается по небосводу от одного его края до другого, будет трение, рождающее огонь, и холод, превращающий воду в лёд. И ещё будут некоторые твёрдо установленные истины, по нынешней терминологии, законы природы. Например, такие: «Дерево, пожираемое огнём, даёт тепло», «В воде дерево не тонет, а камень тонет», «Всякое тело стремится к земле, тянется к ней по своей собственной воле».

Не торопитесь, пожалуйста, выводить своему далёкому предку двойку по природоведению. Таким же, наверное, виделось бы окружающее любому из нас, если бы он вырос где-нибудь на необитаемом острове без квартиры с водопроводом и паровым отоплением, без магазинов «Гастроном» и без школьных учебников, которые вобрали в себя тысячелетия исследований природы и размышлений. Так что запас знаний человека древнего необученного был для того времени не таким уж скудным, у него, единственного из всех земных обитателей, была своя картина мира.

И всё-таки...

И всё-таки это была картина мира, созданная всего лишь первобытным собирателем плодов, охотником, имевшим в своём арсенале палку и камень. Эту картину, конечно же, не сравнишь с тем, что знает со-

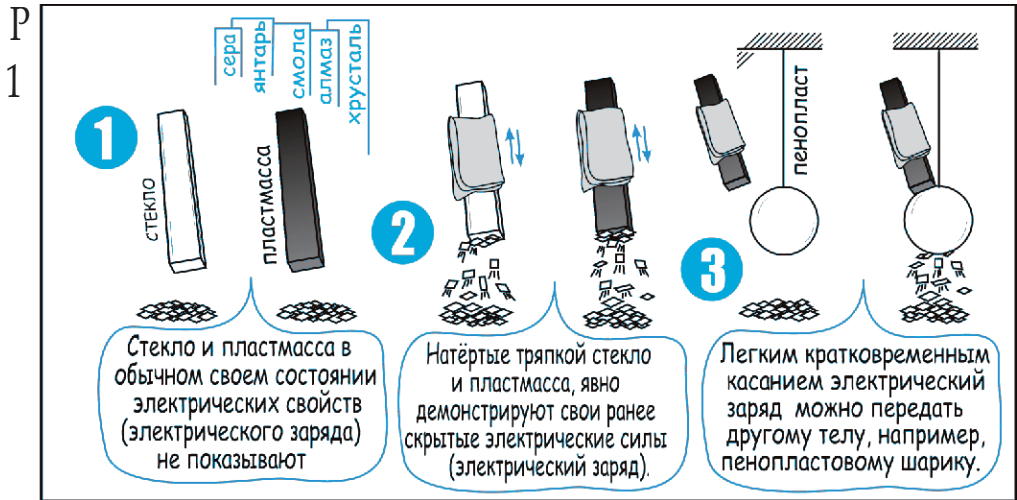


БК  
11

Возраст нашей Вселенной примерно 13 миллиардов лет, Солнца — около 5 миллиардов и планеты Земля — 4,8 миллиарда лет. Земля довольно долго остывала и бурно фор-

мировала свою поверхность. А примерно 3,5 миллиарда лет назад на ней возникли первые живые клетки, и после 2,5 миллиарда лет их эволюции стали появляться про-

стейшие животные. История человека разумного — примерно 200 тысяч лет, а широко использовать электричество люди научились вообще каких-то 200 лет назад.



ВОТ ОНО, ЭЛЕКТРИЧЕСТВО, — УБЕДИТЕСЬ САМИ! Для этих опытов мы выбрали два вполне доступных и широко известных материала — оконное стекло и пластмассу, из которой делают гребёнки или корпуса дешёвых шариковых ручек. В обычном своём состоянии стеклянная и пластмассовая палочки никаких особых свойств не имеют (1), и об этих материалах мы пока можем говорить лишь то, что известно человеку уже много лет, к чему он привык: о массе стекла и пластика, о их форме, размерах, цвете, твёрдости и т. п. Но вот мы натёрли стеклянную и пластмассовую палочки обычной тканью (2), и у них появилось какое-то совершенно новое свойство — у палочек как бы появилась новая сила, которая притягивает лёгкие клочки бумаги. Эта сила преодолевает силу тяжести клочков бумаги (пусть немного, но бумага что-то весит!) — в соответствии с известными законами природы кусочкам бумаги

следовало бы падать вниз, а они поднимаются вверх, движутся к натёртым стеклянной и пластмассовой палочкам. Эту силу мы теперь называем «электричество», от греческого слова «электрон», что в переводе означает «янтарь»: почти четыре тысячи лет назад, а может быть, и раньше, загадочные электрические силы были обнаружены при натирании янтаря. Силы эти начинают действовать потому, что в натёртых стекле и пластмассе появляются скрытые ранее особые электрические свойства, или иначе — электрический заряд.

Для подготовки к очень важной второй части нашего опыта отметим, что электрические свойства (электрический заряд) с натёртой стеклянной палочки или с натёртой пластмассовой палочки можно простым касанием частично передать другому предмету, например подвешенному на нитке пенопластовому шару (3)

временный человек, пассажир реактивного лайнера, владелец сотового телефона, ровесник электрического изобилия и лунных экспедиций.

**Т-13. История человека и человечества в семи абзацах.** Историю человечества можно отсчитывать от разных событий, в том числе и от Большого взрыва, в результате которого появилась наша Вселенная. Совершенно непонятно, что было до этого, и не очень понятно, что происходило сразу после Взрыва, хотя некоторые следы последующих событий сохранились до наших дней. Первое время Вселенная, скорее всего, представляла собой гигантское и быстро расширяющееся облако атомных частиц, затем простейших атомов — водорода и получающихся из них чуть более сложных атомов гелия. Через какое-то время в этом газовом облаке стали возникать сгустки, из которых в итоге получались звёзды. Менялось и само вещество Вселенной, в звёздных процессах ста-



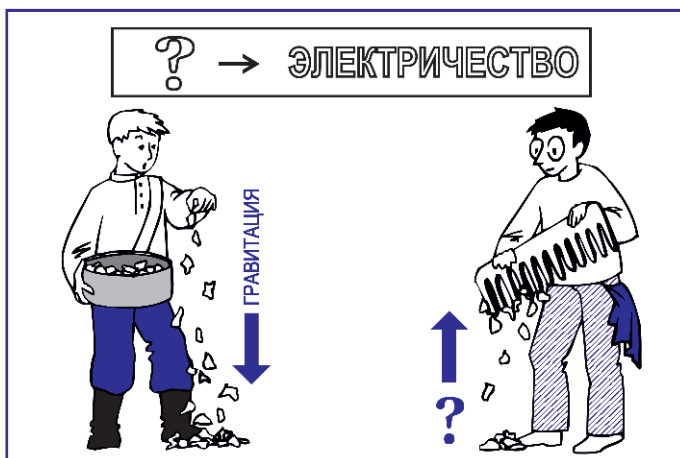
ли появляться всё более сложные атомы — сегодня их уже около 100 разновидностей. А звёзд в нашей Вселенной сейчас, по грубым, разумеется, расчётам, чуть ли не триллион триллионов — это число, у которого после единицы 24 нуля.

Сначала только у одной из всех известных звёзд — у нашего Солнца — были надёжно обнаружены вращающиеся вокруг этой звезды большие космические тела — планеты. Планета — удобное место для возникновения жизни, и на одной из планет Солнечной системы — на той, которую мы сейчас называем Земля, — жизнь действительно возникла. Сначала появились простейшие одноклеточные организмы, потом, спустя примерно 2 миллиарда лет, многоклеточные, всё более сложные, разделившиеся в какой-то момент на мир растений и мир животных.

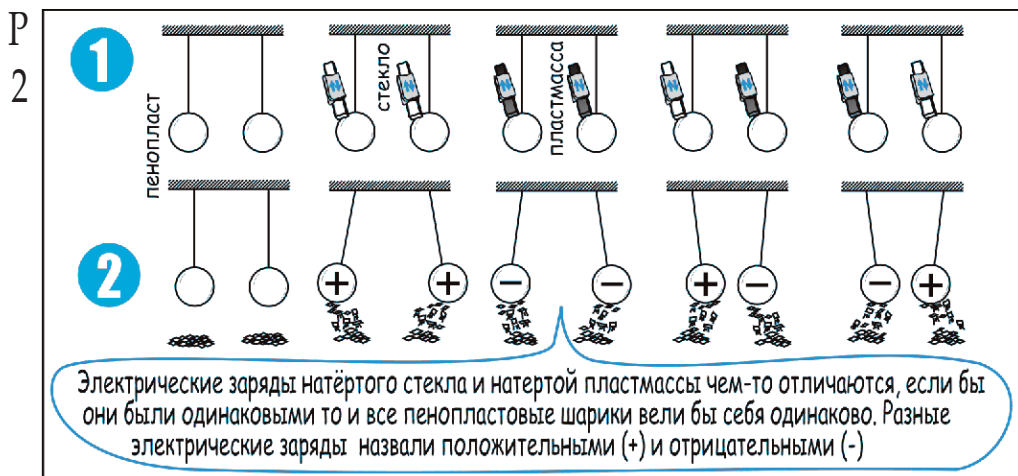
Биологическая эволюция — процесс медленный и долгий, и лишь через 4 миллиарда лет после образования первых жизнеспособных структур появилось наиболее совершенное творение живой природы — человек разумный. Он выделился из мира животных благодаря тому, что умел ловко работать, придумал замечательное средство общения — разговорный язык, и, главное, благодаря умению мыслить, соображать, что к чему.

Научившись думать, человек, естественно, прежде всего подумал, как улучшить, облегчить свою нелёгкую жизнь. Размышляя об этом, он всматривался в окружающий мир, давал названия предметам и явлениям, образно говоря, наклеивал на них этикетки со словами-названиями. Так со временем появились слова, о значении которых мы уже и не задумываемся, такие, скажем, как «пространство», «время», «вес», «движение», «масса», «сила», «температура». Все эти слова — всего лишь названия того, что мы получили вместе с миром, в котором живём.

Человек не воспринимает электричество, не чувствует его, как, например, тепло и холод, шероховатость, влажность или вес. Убедиться в том, что электричество существует, можно в простейшем эксперименте: натрите тряпкой пластмассовый предмет, например расчёску, и она начнёт притягивать клочки бумаги. Они должны падать вниз, но какие-то новые свойства натёртой расчёски заставляют бумажки двигаться вверх. Эти долго скрытые от людей свойства были в своё время названы электричеством.



ВК  
12



ДВА ОДИНАКОВЫХ, НО В ЧЁМ-ТО РАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА. Натирая тканью стекло и пластмассу, можно выявить скрытые в них до этого особые электрические свойства (заряды), которые тут же начнут действовать — одинаково хорошо притягивать мелкие клочки бумаги. Из этих опытов можно сделать вывод: при натирании стекла и пластмассы в них появляются совершенно одинаковые электрические заряды.

Во второй части опыта мы на всякий случай проверим этот очевидный факт, для чего используем несложную установку — доску, к которой подвешены четыре пары совершенно одинаковых пенопластовых шариков (1). Имея две наэлектризованные натиранием палочки, мы передадим этим четырём парам пенопластовых шариков четыре возможные комбинации двух электрических зарядов — с натёртого стекла и

с натёртой пластмассы. И самостоятельно придём к выводу, сделанному почти 300 лет назад: электрический заряд бывает двух разных сортов, один из них появился на натёртом стекле, другой — на натёртой пластмассе. Если бы эти заряды были одинаковыми, то пары пенопластовых шариков во всех случаях вели бы себя одинаково.

Две разновидности электрического заряда были названы положительным (появляется при натирании стекла, обозначение «+») и отрицательным (появляется при натирании пластмассы, обозначение «-»). Вывод из этого нашего эксперимента можно сделать очень простой: предметы с одноимёнными электрическими зарядами («плюс» и «плюс» или «минус» и «минус») отталкиваются друг друга (1, 2), а предметы с разноимёнными зарядами («плюс» и «минус» или «минус» и «плюс») притягивают друг друга (3, 4).

История человечества, начиная с самых первых его шагов, это в значительной мере история изучения мира, история открытий и изобретений. Главная движущая сила — природные инстинкты, навеки записанные в наследственную память, их называют безусловными рефлексами. В числе этих безусловных рефлексов есть такие, которые управляют жизненно важными процессами: дыханием, пищеварением, работой сердца, мышц, системой равновесия и движения. К безусловным рефлексам относится и исследовательский инстинкт, он помогает человеку выжить и передать эстафету следующему поколению. Заметив, что при ударе камнем о камень появляются искры, человек придумал, как добывать огонь и, сжигая дрова, согреться в зимнюю непогоду, освещать жилище, употреблять варёную пищу, огнём отгонять хищников. Присмотревшись к падающему с уступа ручью, человек придумал водяную мельницу, заставил работать силу земного

притяжения. Изучая поведение водяного пара, он в итоге создал паровую машину, мощнейший заменитель своих мускулов. Поднявшись на исключительно высокий уровень исследований и экспериментов, человек открыл навсегда, казалось бы, скрытый от него источник энергии — ядерные силы. Невозможно без волнения думать о том, как изменил жизнь вечно голодного и замерзающего пещерного жителя его исследовательский инстинкт — его природная пылкость, потребность изучать и изобретать.

Как учит энциклопедический словарь, история — это процесс развития общества, развития отношений между людьми, между государствами, партиями, нациями. Мировая история сплетена из сложных и очень разных процессов и событий, таких, как освоение новых территорий, новых торговых путей, накопление богатств, жестокие войны, благородные поступки, обман и предательство, противодействие стихиям. Скорее всего, выявленный физиологами безусловный рефлекс экономии сил был первопричиной захватнических войн, позволявших разбогатеть, не утруждая себя работой, а также подвёл какого-нибудь пещерного штурмбанфюрера к идее рабского труда. Но, видимо, этот же рефлекс экономии сил надоумил наших далёких предков переложить часть тяжёлой работы на волов, лошадей и осликов, а позже научил человека придумывать машины, помогающие ему работать.

В сложную ткань истории человечества вплетена история научных открытий и изобретений, которую многие политики считают чем-то второстепенным. Но посмотрите, как изменило мир, как повернуло историю изобретение бензинового двигателя, автомобиля и самолёта, открытие цепной реакции деления урана, за которым вскоре последовали атомная бомба и атомные электростанции. И попробуйте представить себе, каким был бы наш мир, наша история, если бы несколько энтузиастов лет двести назад не взялись за изучение электриче-

Электрические свойства натёртой пластмассы (такие же примерно свойства появляются у натёртого тканью стекла, ВК-16) научились оценивать количественно. Как, например, в метрах оценивают длину и в килограммах массу. И название у этих свойств теперь строгое и определённое — «электрический заряд». Тот, кто придумал его, видимо, считал, что при натирании в пластмассу или в стекло вталкивают носители электричества, подобно тому, как, заряжая старинную пушку, в неё вталкивали ядро.



ВК  
13

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)