

П. КЧЦЫЙ



МОЛНИЙ
ПОВЕЛИТЕЛИ

Наш современник, рожденный в век искусственных спутников, космических полетов, мощных ядерных ускорителей, не представляет себе технического прогресса без электричества. Да, без него немыслима любая сфера современной жизни.

От простейшего громоотвода до сложных машин и приборов — таков путь человека в освоении электричества. Ученые многих стран и разных эпох посвятили свою жизнь раскрытию тайн этого явления. Их изобретения послужили основой для гигантского развития науки и техники. Об этих скромных тружениках науки, неутомимых искателях, научившихся повелевать электричеством, наша книга.

Ее интересно будет прочесть электротехникам, учащимся средних школ, студентам вузов и техникумов в дополнение к курсу по электричеству, а также всем тем, кто увлекается историей открытий.

*Посвящаю жене и другу
Нине Антоновне Губской
Автор*

ИЗ ИСТОРИИ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

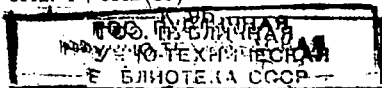
П. КУЦЫЙ

ПОВЕЛИТЕЛИ МОЛНИЙ



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«КАЙНАР»
АЛМА-АТА
1965 •

Куцый П. Ф.
Повелители молний.
Алма-Ата, «Кайнар», 1965.
с с плл.
6П2. 1+6П2(09)



371 $\frac{Y}{66}$

$\frac{51}{5610}$

Оформление художника
Ю. Сапожникова

Светлая, залитая солнцем физическая лаборатория. Одну из ее стен целиком занимает большой щит с приборами, которые контролируют работу огромного циклотрона, находящегося вне этой комнаты, за толщей бетонных стен.

В лаборатории двое ученых. Физики сосредоточенно наблюдают за приборами. Все стрелки, циферблаты и контрольные лампы стоят, как солдаты на посту, и каждый четко докладывает о том, что происходит на вверенном ему участке... А там, в недрах циклотрона, при почти полном вакууме колоссальной силой электричества разгоняются до космических скоростей мельчайшие частицы.

... Не правда ли, это напоминает фантастические рисунки, публиковавшиеся когда-то на страницах журналов «Техника молодежи», «Знание — сила» и др..?

Еще лет десять тому назад такая картина показалась бы многим из нас загадочной, непостижимой. А сегодня — это будни физиков. Человеческий гений овладевает самыми сокровенными тайнами природы — тайнами атома и ставит их себе на службу. И все это стало возможным благодаря электричеству.

В наш век электричество является основой, на которой развивается технический прогресс, источником индустриальной мощи страны и неотъемлемой частью нашего

быта. Электричество всюду вокруг нас: оно нас отапливает, освещает наши дома, движет наш транспорт, станки и машины на фабриках и заводах, без него нет радио, телефона, телевидения, кино, без него невозможно рассчитать орбиту космических кораблей и вывести их на нее.

Как далеко ушел бы технический прогресс, не будь электричества? Он остановился бы на уровне петровских времен. Ни освещения, ни связи, ни одного электробытового прибора... Ничтожное производство металлов...

Мы освещали бы и до сих пор свои жилища свечами, ездили бы на лошадях, связь поддерживалась бы только через пеших или конных курьеров. И до сих пор не постигли бы тайн атома, не запустили бы ни одного спутника...

Без всякого преувеличения можно сказать, что электричество является основой цивилизации. Оно снабжает человека механической энергией, необходимой для выполнения различных работ, оно дает нам тепло и свет. Оно дает лучистую энергию для всевозможных целей: связи, локации, для медицины и т. п.

В чем же причина такого широкого использования электроэнергии во всех областях человеческой деятельности? Дело в том, что электричество — самый дешевый и самый удобный вид энергии. Ее относи-

тельно легко можно преобразовать в другие виды энергии, например в механическую, тепловую, световую; можно передавать на дальние расстояния, что практически невозможно сделать с механической или тепловой энергией; можно дробить, то есть можно производить ее, а равно и потреблять и в огромных и, напротив, в ничтожно малых количествах (сравните, например, мощность электродвигателей, приводящих в движение шагающий экскаватор, и микродвигателей, движущих механизм ручных электрических часов).

Везде и всюду электричество оказывает нам массу больших и малых услуг. Оно стало столь обычным явлением нашей жизни, столь привычным, будничным для каждого из нас, что мы подчас не замечаем его, не отдаем себе отчета в том, что оно — величайшее завоевание человеческого ума. Ежедневно пользуясь им, мы даже не вникаем в суть электрических явлений, не вспоминаем первооткрывателей электричества и изобретателей различных электрических приборов и машин.

Кто же они, эти первооткрыватели? Кто те ученые и изобретатели, которые раскрыли тайны электричества и научили пользоваться им? Их имена вписаны в историю. Они открыли законы электричества, построили машины, производящие и потребляющие электроэнергию, придумали точ-

ные приборы, без которых не может быть современной техники. Это о них наша книга. Прочтите ее. Вы узнаете много интересного о скромных тружениках науки, неутомимых искателях, о которых с полным правом можно сказать, что они повелители могучей энергии.

Материалы в книге подобраны в хронологическом порядке. Вы сможете проследить, как шло развитие электротехники от простого к сложному, от одного изобретения к другому.

В основу книги автор положил различные сведения, почерпнутые из архивных материалов, из периодической печати, а также из специальной технической литературы. Среди архивных материалов найдены любопытные сведения об использовании человеком электрических явлений в глубокой древности. Некоторые материалы, являющиеся находкой автора, публикуются здесь впервые, например документальный очерк об изобретателе Ф. И. Барщевском, который разработал конструкцию электрической лампы, пригодной для освещения. Свои отзывы и пожелания направляйте по адресу: Алма-Ата, Кашгарская, 64, Издательство «Кайнар».



ПОВЕЛИТЕЛИ МОЛНИЙ

●
Величественное явление природы — гроза! С детства знакома она каждому из нас. Слегка волнует ее приближение, тревожит ожидание, радует наступающая после грозы свежесть, обновление природы.

Но древние люди, повинуясь инстинкту самосохранения, спешили укрыться в каменных пещерах от бушующей стихии, обрушивавшейся на них слепящими вспышками света, громовыми ударами, ливнями и градом.

Считая грозу явлением, посланным небом в наказание за грехи, славяне, например, приносили жертвы богам: Перуну — богу грома, а позднее — Илье-пророку, «громыхающему по небу на своей колеснице». Древние греки

сложили много мифов о своем боге — Зевсе, которого уважительно называли громовержцем. В одних мифах рассказывалось о том, что, гневаясь на человека, Зевс мечет на землю свои «огненные стрелы» — молнии. По другим мифам, молодой Зевс ведет борьбу со старыми богами с помощью грома и молнии.

Религия ловко использовала суеверия и страх людей перед грозой для упрочения своего влияния.

... Представьте себе древний египетский храм. У огромного деревянного столба, обитого медными листами и называемого «огненным», застыла притихшая толпа. Перед ней жрец, облаченный в торжественный церемониальный костюм. Он выглядит всемогущим повелителем, люди смотрят на него со страхом и восхищением. Осанка, плавные движения рук жреца исполнены достоинства и значения. Сейчас он сам вызовет молнию. Толпа темная, неведающая. Люди боятся молнии, они не знают, что грозное явление природы столь же естественно, как и они сами. Гром, молния обожествлены в их сознании.

А жрец уже знает истинную причину грозových явлений, но держит ее в секрете. Он совершает обряд жертвоприношения, потому что считает его одним из самых утонченных способов воздействия на верующих.

Вот под песнопения и молитвы обреченного человека подводят к «огненному столбу». От его нижнего

медного листа свисает узкая полоска из этого же металла. Жрец возносит хвалу богу и просит о ниспослании милости и благ для народа. Он простирает руки над жертвой, а затем берет точеную деревянную палку и приближает ею к голове приговоренного медную полоску. Сраженный электрическим ударом, несчастный падает к ногам жреца. Толпа неистовствует. Свершилось! Бог принял жертву людей и теперь непременно вознаградит их за нее.

Примерно такого содержания рассказ был напечатан в 1914 году в журнале «Вселенная и человечество», который издавался Обществом любителей естествознания. Насколько велика его достоверность и научная ценность, сказать трудно. Дело в том, что, по данным статистики, в Египте с его засушливым климатом гроза — чрезвычайно редкое явление. Возможно, что три тысячи лет тому назад, то есть во время, к которому относится приведенный рассказ, климат был более влажным.

Во всяком случае факт этот чрезвычайно любопытен. Он говорит о том, что жрецы имели некоторое представление об электричестве. Как упоминает И. С. Стекольников в книге «Молния и гроза», жрецы умели воспользоваться теми скудными научными открытиями, которые сделали первые ученые древности. Жрецы получали «небесный огонь» на вполне научной основе. «Огненный столб» — как раз один из

древних громоотводов, вернее молниеотводов, о существовании которых мы находим сведения во многих древних письменах. Они-то и свидетельствуют о том, что египетские жрецы защищали свои храмы и жилища, используя свойство металлов проводить атмосферное электричество. Жрецы знали также, что наибольшей проводимостью обладает медь. К тому времени (XV век до н. э.) и относится создание первых громоотводов. Уже тогда обычное устройство храмов отличалось тем, что вход представлял собою большие ворота, ограниченные с обеих сторон двумя высокими колоннами (называемыми пилонами). В каждой из этих колонн сверху донизу проходили желоба, в которые помещались высокие мачты. Например, у храма Эдфу мачты возвышались над землей на 30 метров.

Старинная надпись времен Птолемеев (323—320 годы до н. э.¹), найденная на развалинах одного из таких храмов, гласит: «Вот высокий пилон бога Эдфу на главном месте сверкающего рога, пара мачт стоит на своем месте, чтобы разрезать грозу в небесной вышине». Далее мы читаем: «Мачты пилона, чтобы исполнить свое назначение, обиты медью». Согласно другим надписям, отдельные обелиски оби-

¹ Птолеми, или Лагиды — эллинистическая династия, правившая в Египте в 305—330 г. до н. э. Была основана полководцем Александра Македонского — Птолемеем, сыном Лага.

вались листами из позолоченной меди и также служили громоотводами.

Именно эти высокие мачты, обитые медью, заряжались от атмосферного электричества и использовались в египетских храмах для похищения «небесного огня». Столбы собирали заряд, достаточный для того, чтобы убить животное или человека.

В те далекие времена желание использовать энергию гроз ограничивалось религиозными корыстными целями жрецов, в руках которых концентрировались первые, пусть примитивные, но все же научные открытия.

А современная наука? Как она использует атмосферное электричество? Ведь его ресурсы, казалось бы, колоссальны. А что, если поставить их на службу человеку? Увеличит ли это, как говорят ученые, его энерговооруженность?

Над проблемой использования энергии гроз работали и работают сотни крупных ученых. В настоящее время установлено, что количество энергии, освобождающееся при грозовых разрядах, совсем не так велико, как кажется. Огромная мощность этих разрядов объясняется тем, что заключенная в ней энергия освобождается в очень короткий срок, она как бы концентрируется во время разряда.

Поэтому сооружение дорогостоящих установок для получения электроэнергии из грозовых разрядов

не окупается да и получать эту энергию непрерывно, когда она потребуется, невозможно. Современная наука и техника располагают более надежными и дешевыми источниками электрической энергии — гидростанциями и тепловыми электростанциями. Повелители молний наших дней ведут изучение явлений грозы не для того, чтобы пополнить свои энергетические ресурсы из атмосферы, их достаточно и на земле, а с тем, чтобы защитить высоковольтные установки и линии электропередач от атмосферных разрядов. Они ищут возможности управлять грозами для того, чтобы по своему усмотрению распределять осадки и, следовательно, везде и всегда получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур. Они идут «на грозу», вооруженные научными знаниями и опытом.

В нашей стране по плану, разработанному Энергетическим институтом Академии наук СССР, проводится изучение молнии. Организована лаборатория молнии. Изучение ведется с помощью точных приборов. Для записи молний используются фотографические аппараты с вращающимся зеркалом, а для измерения токов молнии применяется устройство, называемое магнитным регистратором. Он позволяет устанавливать вероятность появления токов молнии той или иной силы и, таким образом, оценивать опасность, вызываемую грозовыми разрядами. Со-

временная наука может предсказать возникновение гроз, их интенсивность и пути перемещения.

Любопытно, что многие великие открытия, сделанные в области электричества, прямо или косвенно связаны с изучением гроз. Пример этому — изобретение радио. Первый в мире грозоотметчик построил великий русский ученый Александр Степанович Попов. Этот грозоотметчик был применен метеорологической обсерваторией Лесного института в в Петербурге. Он звонком оповещал о приближении грозы. Как известно, после дальнейшего усовершенствования грозоотметчик лег в основу устройства беспроволочного телеграфа и радио.

СЕКРЕТ ЯНТАРЯ



Хороши прозрачные бусы цвета свежего меда, выполненные искусными мастерами из янтаря. Граненные броши, изящные статуэтки, пуговицы и другие изделия из него выглядят теплыми, солнечными, но, любясь ими, редко кто из нас вспоминает, что замысловатыми фигурками из ископаемой смолы хвойных деревьев третичного периода восхищались и наши далекие предки. Забыта и великая минута, когда какой-то древний человек потер янтарный предмет о шерстяную ткань и заметил, что он после

трения приобрел способность притягивать мелкие легкие тела или отталкивать их.

Существует мнение, что это свойство янтаря обнаружили древние финикийцы. Широко развивая ремесла, они вели оживленную торговлю со многими другими народами. Их суда доплывали до берегов Балтийского моря. Отсюда финикийцы и привозили янтарь, который пользовался большим спросом как драгоценное украшение.

Открытое свойство янтаря было для финикийцев загадочным. Они не могли объяснить его природу, так как и не подозревали, что во время натирания янтаря его частицы заряжаются отрицательными или положительными зарядами и поэтому притягивают противоположные по заряду другие предметы и отталкивают одноименно заряженные. Это знает теперь каждый ученик. А для финикийцев секрет янтаря так и остался нераскрытым.

Есть у янтаря и другой «секрет», который и в наши дни знают не все. Произнося слова «электрон», «электричество», многие из нас и не представляют, что они происходят от слова «янтарь». А ведь это именно так, по-гречески слово «янтарь» пишется „ηλεκτρον“ (электрон). Этим словом финикийцы называли янтарь с тех пор, как между ними и Грецией завязались тесные торговые сношения. Любопытно, что впервые свойства янтаря за 600 лет до

н. э. описал Фалес Милетский, древний греческий ученый.

Однако в современном понимании греческое слово «электрон» стало применяться значительно позднее. Термин «электричество» ввел английский физик Уильям Гильберт (1540—1603). Он пришел к выводу, что притягивать легкие предметы после натирания может не только янтарь. Этим свойством обладают и другие тела, например стекло и опал, горный хрусталь и другие. Вот их-то Гильберт и назвал «электрическими».

А вот еще один примечательный факт. Принцип трения, которое применялось для того, чтобы янтарь стал притягивать легкие предметы, был позднее положен в основу первых электрических машин.

ДРЕВНИЙ АККУМУЛЯТОР

При археологических раскопках вблизи Багдада в 1936 году обнаружен оригинальный сосуд. Вот как описывает его австрийский художник Кениг: «Высота вазы не превышала 15 сантиметров. Внутренний медный цилиндр с доньшком имел диаметр 25 миллиметров и высоту около 9 сантиметров. В медном цилиндре находился полностью окисленный железный стержень, закрепленный асфальтовой пробкой,

причем верхний конец стерженька возвышался на 1 сантиметр над асфальтовой пробкой и был покрыт сероватым, полностью окисленным тонким слоем металла, который по своему внешнему виду напоминал свинец. Нижний конец железного стержня не достигал дна медного цилиндра, на котором находился слой асфальта толщиной 3 миллиметра».

Такие же сосуды найдены и при раскопках у реки Тигр. «Белый глиняный сосуд с горлышком был наполнен асфальтом, в котором помещались рядом железный и медный стерженьки, концы которых значительно возвышались над асфальтовой пробкой» — так описывают эту находку ученые-археологи.

Немецкий инженер Винклер определил, что этой находке около 5 000 лет, и предположил, что она является древним аккумулятором. Чтобы проверить свою гипотезу, он сделал такой опыт. Взял в качестве электролита 10-процентную уксусную кислоту и наполнил ею сосуд, являющийся точно воспроизведенной копией находки. Опыт показал, что подобный аккумулятор дает электродвижущую силу 0,5 вольта. При силе тока в 1 миллиампер напряжение падало через 5 минут до 0,44 вольта.

Трудно что-либо сказать относительно целей, с которыми применялся древний «аккумулятор». Им мог пользоваться либо фокусник, либо лекарь. Но

это еще требует серьезных доказательств: а ими современная наука не располагает. Белый глиняный сосуд со стерженьками, найденный у реки Тигр, продолжает оставаться загадкой.

ЧУДЕСНЫЕ КАМНИ



Видеть случалось мне, как прыгают в медных сосудах Самофракийские кольца с железа опилками вместе, Бурно бушуя, когда под сосудом камень магнитный,—
Словно скорей убежать они жаждут от этого камня.

Эти строки написал великий римский ученый Лукреций Кар в своей бессмертной поэме «О природе вещей». Слова восхищения поэт обращает к чудесному «магнитному камню», загадочное свойство которого — притягивать к себе железные предметы — волновало людей с давних пор.

Кто первый обнаружил магнитную руду и заметил ее замечательное свойство? К сожалению, достоверных исторических данных об этом интересном открытии нет. Известно лишь следующее.

В VII — VI веках до нашей эры у жителей богатого города Магнезии, расположенного недалеко от Эгейского моря, были предметом торговли обыкновенные на вид камешки. Магнезийцы находили эти камешки в горах, окружающих их город. Нам теперь понятно, что удивляло древних людей. Стоило при-

близить к такому камню какой-либо железный предмет — он с силой притягивался к нему. Требовалось иногда большое усилие, чтобы оторвать предмет от камня.

Столь необычное явление так поражало воображение людей, что об этих камнях складывались легенды и фантастические рассказы, которые были одновременно и своеобразной рекламой в торговле. Всем известна легенда о пастухе, ноги которого, обутые в сандалии с железными гвоздями, прилипли к скале. Он не мог сойти с места, пока не догадался разуться. Среди моряков было распространено поверье, якобы в море есть скала, мимо которой опасно проходить кораблям с обшивкой, скрепленной железными гвоздями. Стоит только неосторожно приблизиться к этой скале, как гвозди и все железные предметы с силой вырываются и летят к скале, а судно распадается на мелкие кусочки.

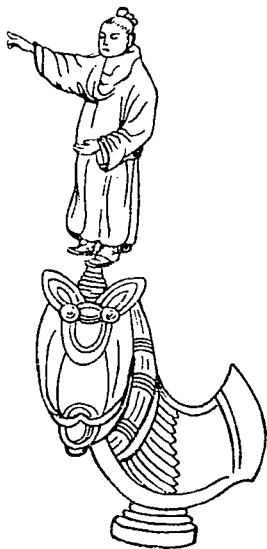
То, что находили греки, конечно, не было камнем. Это был магнитный железняк. Между прочим, гора, содержащая магнитный железняк, есть и у нас на Урале — гора Магнитная. Но поскольку «чудесные» камни попадались в то время только в окрестностях города Магнезии, их и стали называть магнитами.

Необыкновенные свойства магнита казались волшебными египетским и древнегреческим мыслите-

лям. Платон и Аристотель пытались найти им объяснение и в своих произведениях посвятили магниту немало поэтических строк.

Пока греческие философы пытались осмыслить столь чудесные свойства магнита или просто развлекались им, в древнем Китае магнит, оказывается, уже использовали в качестве компасной стрелки, и по ней мореплаватели и путешественники в любое время правильно определяли север и юг. Именно от китайцев узнали арабы о магнитном компасе, а уже от них и европейцы.

Вот что сообщает по этому поводу древняя китайская летопись от 1110 года до нашей эры: «Путь до китайской столицы Ло И был далек, лежал через горы и реки, и правитель страны Юе Чан (так в древности назывался Вьетнам), желая засвидетельствовать свое уважение императо-



Эта маленькая фигурка — самый древний китайский компас — помогла посланцу Юе Чана найти обратный путь на родину.

ру Срединного государства Чеу Куну, решил направить в Ло И не одного, а трех послов. Кто-нибудь из трех должен был достичь цели и передать Чеу Куну белых фазанов. До Ло И добрались все три посла, и фазаны были преподнесены. Но на обратном пути послы Юе Чана заблудились и снова приехали в Ло И. Тогда Чеу Кун подарил им необычные колесницы: на ящике, укрепленном в передней части каждой колесницы, стоял «чжинань» — маленькая деревянная фигурка китайца, вытянутая рука которого всегда показывала на юг.

«Чжинань» по-китайски и означает «указатель юга». Послы уверенно отправились в путь и через год благополучно вернулись на родину.»

Так люди стали использовать «чудесные камни» для практических целей.

ЗАГАДКИ МАГНИТНОЙ СТРЕЛКИ



Первые сведения о применении компаса в Европе относятся к XII — XIII векам. Компас тех времен представлял собой магнитную стрелку, укрепленную на пробке, которая плавала в воде. С тех пор, как компас стал находить широкое применение в мореплавании, он привлекал к себе пристальное внимание многих исследователей.

Важные исследования в области магнетизма провел английский философ и естествоиспытатель Роджер Бэкон (ок. 1214—1294 гг.). Он ставил самые разнообразные опыты с магнитом. Бэкон даже проверял, могут ли магнитные силы оказывать влияние на растения. Но он не заметил свойства компасной стрелки отклоняться в разных широтах от своего обычного положения.

Многие мореплаватели обратили внимание на то, что стрелка в различных частях земли не совсем точно указывает направление север — юг, отклоняясь от него на определенную величину. Теперь-то мы знаем, что стрелка своими концами строго направлена к магнитным полюсам земли, которые не совпадают с географическими. Однако для пионеров мореплавания это было загадкой.

Позднее, в 1544 году, была замечена еще одна особенность магнитной стрелки. Оказалось, что она имеет склонение или, как еще говорят, наклонение к горизонту.

В конце XVI века английский моряк Роберт Норман обстоятельно изучил склонение магнитной стрелки к горизонту и впервые определил его величину для многих точек земли. Он построил прибор для измерения величины магнитного наклона.

Почему же магнитная стрелка указывает север и юг, какая сила заставляет ее делать это, почему она

в разных широтах отклоняется на разную величину географических полюсов земли, почему она имеет наклонение к горизонту? Все эти таинственные свойства магнитной стрелки требовали научного объяснения. Его дал английский физик, лейб-медик королевы Елизаветы Уильям Гильберт. Он сделал верный вывод из своих исследований магнетизма, заявив, что земля представляет собой огромный магнит. В подтверждение своих выводов он демонстрировал такой опыт. Брал железный шар величиной с мяч и намагничивал его. Поднесенная к нему магнитная стрелка стремительно поворачивалась своими концами к полюсам шара. Он ошибся лишь в том, что считал географические (южный и северный) и магнитные полюсы совпадающими.

Гильберт открыл также, что сталь под действием земного магнетизма становится магнитом. Он был первым, кто для постановки своих опытов пользовался магнитной стрелкой, подвешенной на тонкой нити. Гильберт выдвинул также новую идею, что планеты удерживаются на своих орбитах магнитным свойством притяжения.

Интересно, что Гильберт обнаружил существенную связь между магнетизмом и электричеством, которая была прочно установлена лишь в XIX столетии. Это заставило его обратить пристальное внимание на электрические явления. Находя притя-

гивающее свойство магнита и такое же свойство натертого янтаря очень похожими, ученый пытался установить, существует ли связь между притягательной силой магнита и той же силой янтаря. Но установить это ему не удалось. Однако он открыл другое, а именно: что такие вещества, как стекло, опал, горный хрусталь, после натирания так же, как и янтарь, способны наэлектризовываться и что другие тела — мрамор, известь, металлы, — наоборот, этим свойством не обладают. По существу Гильберт впервые различил проводники и изоляторы. Он также изучил влияние воздуха, влажности и других условий на электрические свойства тел. Более того, ученый дал перечень всех тел, которые наэлектризовываются от трения.

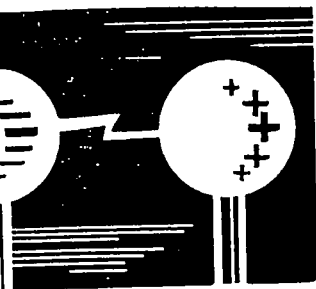
Исследования Гильберта по электричеству в то время вызвали мало интереса; к ним обратились лишь впоследствии. Так, магнитом заинтересовался итальянский ученый Галилео Галилей. И ему удалось верно объяснить причину усиления естественного магнита, оправленного в сталь. Ведь она под влиянием естественного магнита намагничивается сама. Один из таких магнитов в стальной оправе хранится во Флорентийском музее.

Интересно отметить, что после расширения торговли и открытия Америки исследованию явления магнетизма стали придавать особое значение, так

как магнитную стрелку уже широко применяли в мореплавании. Правители тех городов, которые вели обширную морскую торговлю, всячески поощряли изыскания, полезные для мореплавания. Совет города Венеции, например, назначил премию за исследования в области магнетизма.

Словом, исследования магнитных явлений расширили представления человека о природе, дали в его руки компас. Магнитная стрелка указала мореплавателям верные пути в океане, а ученым — в науке. Ученые того времени уже пытались установить, связь магнитных явлений с электрическими. Однако это было сделано позже, после появления электрических машин, позволивших поставить самые разнообразные опыты по изучению связи между магнетизмом и электричеством.





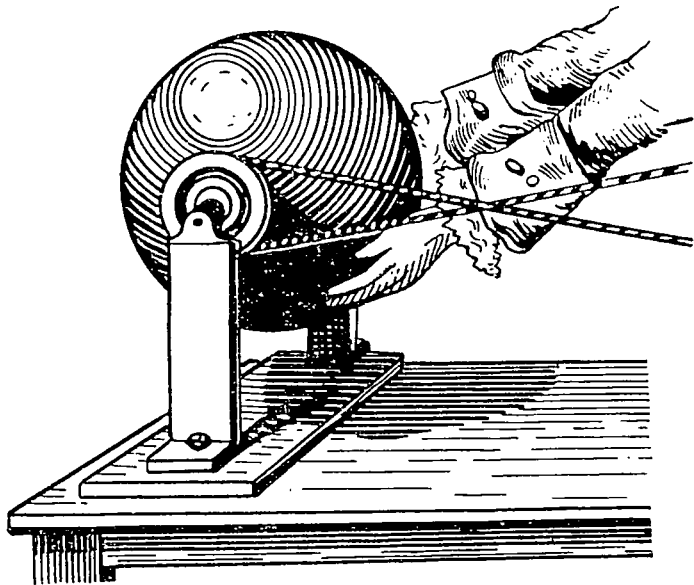
СЕРНЫЙ ШАР

«Если кто хочет, возьми стеклянный шар, так называемый «фиола», величиной с детскую головку и, бросив внутрь ее истолченную в ступе серу, положи все на огонь, пока вся сера не расплавится, а затем дай всему этому остыть, и разбей шар; таким образом получится шар из серы, который сохраняй в сухом месте». Такую своеобразную рекомендацию оставил для изучающих электричество бургомистр города Магдебурга исследователь-любитель Отто фон Герике (1602—1686).

Шар из серы Герике укреплял на оси, чтобы можно было вращать его и создавать интенсивное трение о различные предметы, приближаемые к нему. Герике натирал шар руками. Во время трения шар

сильно наэлектризовывался. В нем как бы накапливалось электричество. Оно могло некоторое время сохраняться в шаре. Такое электричество мы называем статическим, то есть неподвижным.

С помощью этого примитивного прибора Герике производил многочисленные опыты, которые в какой-



Герике натирал шар из серы руками, который в результате наэлектризовывался. Это и была первая электростатическая машина.

то мере способствовали выяснению сущности электричества. Так, впервые производя наблюдения над электрическим отталкиванием, он заметил, что обрезки золота, серебра, бумаги, маленькие бобы и другие мелкие тела сначала притягиваются натертым шаром, а через некоторое время отталкиваются от него.

Герике попробовал также приближать к серному шару пушинки: они оттолкнулись от шара и тут же были притянуты другими телами. Но после того как исследователь прикасался к пушинкам льняной ниткой, они снова «потягивались» к шару. Приближая ухо к серному шару, Герике слышал легкое потрескивание и видел в темноте слабые искры, сверкающие, подобно сахару, когда его колют.

Таким образом Герике установил в самом примитивном виде законы электрического притяжения и отталкивания. Он первый наблюдал истечение электричества и электрическую искру. При помощи доступных по тому времени измерений он точно установил, что электрическая сила (или, как он называл ее, «экспульсивная сила») распространяется по льняной нитке на длину одного локтя.

Прибор, описанный Герике, является, по существу, первой электрической машиной, прообразом современной электростатической машины, которая в наши дни широко применяется как наглядное по-

сobie в школьных физических кабинетах. Между прибором Герики и ею большая разница, внешне оба прибора не похожи друг на друга, но принцип работы у них общий. Поэтому небезынтересно проследить, как совершенствовалась электрическая машина Герики позднейшими исследователями.

В 1743 году исследователь Христиан Август Гаузен насадил на ось вместо серного стеклянный шар. Вскоре машина была усовершенствована в Виттенберге профессором физики Георгом Матиасом Бозе. Ученый собирал скоплявшиеся на шаре электрические заряды посредством латунной трубки, чем значительно усиливал их. Бозе был, по существу, изобретателем кондуктора электростатической машины. Кондуктором в те времена называли изолированный проводник, имевший вид шара или цилиндра, который служил для накопления электрических зарядов.

Лейпцигскому же профессору Винклеру мы обязаны изобретением подушки для электростатической машины. Исследователь прижимал подушку к стеклу сначала винтом, а потом пружиной, тогда как до него трение производилось просто руками.

Чтобы сделать машину более производительной, физик Гордон из Эрфурта заменил стеклянный шар продолговатым стеклянным цилиндром.

Современная форма электростатических машин, состоящих из большого стеклянного диска, соеди-

ненного с подушкой для трения и кондуктором, была изобретена примерно в 1755 году Мартином Планта в Гольденштейне. Однако его машина долго не привлекала внимания, и лишь после того, как ее усовершенствовал в 1766 году англичанин Джесси Рамсен, ею стали пользоваться более широко.

Так научная мысль пытливо искала пути улучшения электростатической машины для добывания большого количества электричества. Физики получили прибор, при помощи которого они могли предпринять обстоятельное изучение сущности электрических явлений. Стремление познать природу электричества стало настолько захватывающим, что вскоре почти все исследования в области физики сосредоточились исключительно на проблемах электричества.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО . . . ● ЧТО ЭТО?

Научные эксперименты физиков даже в начале XVIII века не отличались сложностью. Многие ученые лишь описывали, какой длины были искры, получаемые, например, при натирании стеклянных трубок, было ли замечено при этом свечение и т. д.

Их интересовали главным образом различные особенности атмосферного электричества. Наблюдая

грозу, некоторые исследователи отмечали, что искры и треск при приближении руки к натертому янтарию можно сравнить с молнией. Почти до конца XVIII века многие европейцы думали, что молния представляет собой серные или селитряные пары, которые внезапно зажигаются.

Несмотря на примитивность, эти сообщения свидетельствуют о поиске, о стремлении научно объяснить электрические явления.

Известную систематизацию накопленных к тому времени сведений об электричестве проделал английский ученый Стефан Грей (1670—1736). Он пришел к выводу, что одни вещества способствуют дальнейшему распространению электричества, другие же, наоборот не обнаруживают этого свойства, и верно определил, что проводимость электричества зависит от материала, из которого изготовлен проводник. Грей нашел также, что различные тела, как, например, волос, смола, стекло, долгое время сохраняют сообщенное им электричество. В этом он убедился на опыте: ему удалось сохранять электрический заряд в этих телах в течение тридцати дней. Этот опыт позднее натолкнул его на мысль о том, что есть возможность создать различные приборы, накапливающие и сохраняющие электрические заряды.

Опубликование результатов опытов Грея побудило французского физика Шарля Дюфе (1698—1739)

тоже приняться за эксперименты. Этот ученый был первым, кто извлек электрические искры из наэлектризованного тела человека, находившегося на изолированной подставке. Опыт Дюфе для того времени был настолько необычен и смел, что аббат Нолле, тоже изучавший явления электричества, ужаснулся, когда своими глазами впервые увидел этот эксперимент.

На основании своих многочисленных и обстоятельных опытов Дюфе установил первые законы электрических явлений, законы, которые были изложены очень ясно и правильно и до сих пор имеют большое значение.

Прежде всего он объяснил, что наэлектризованные тела притягивают ненаэлектризованные и что, как только ненаэлектризованные тела после прикосновения к наэлектризованным получают электрический заряд, они отталкиваются друг от друга.

Второй закон Дюфе устанавливает наличие двух родов электричества, которые затем стали называть положительным и отрицательным. Дюфе называл их так: стеклянное электричество и смоляное электричество. Назвал он их так потому, что первое обнаруживается в стекле, драгоценных камнях, волосах, шерсти и т. д., а второе — в смоле, янтаре, шелке и других телах. Дюфе также установил, что тела с одинакового рода зарядом отталкиваются, а с заря-

дом различного рода, наоборот, всегда взаимно притягиваются.

Одновременно с Дюфе французский ученый Деэзюлье своими опытами установил, что одни тела обладают ничтожной электропроводностью, а другие, наоборот, проводят электрический ток хорошо. Первые не принимают никакого электричества от другого тела, и сами не отдают сразу весь свой заряд, а лишь с тех частей, к которым прикасаются другие тела; между тем вторые, наоборот, отдают весь заряд сразу, стоит лишь к ним прикоснуться хотя бы в одном только месте.

Так впервые все тела были подразделены на два класса: проводники и изоляторы. Теперь установлено, что проводники обладают большим количеством свободных электронов, которые могут передвигаться под влиянием электрического поля. Изоляторы же имеют очень мало свободных электронов и потому не проводят электричество.

Дальнейшее изучение свойств электричества показало, что электрические искры не холодные, они обладают способностью зажигать горючие вещества. Это впервые открыл в 1744 году немецкий физик Людольф. На одном из заседаний в Берлинской Академии наук он зажег с помощью электрической искры эфир. Этот опыт вскоре был повторен и с другими телами, например со спиртом, фосфором и т. д.

Так постепенно электричество раскрывало свои тайны перед пытливыми умами. Ученые от опыта к опыту накапливали все новые и новые сведения и обогащали ими теорию об электричестве.

СТАРИННЫЙ КОНДЕНСАТОР

Свойство тел долгое время находится в наэлектризованном состоянии, о котором сообщал Грей, было использовано Эвальдом Георгом Клейстом из Каммина в Померании. Он придумал прибор, который оказался очень полезным для дальнейших исследований свойств электричества. В первоначальном виде прибор представлял собой медицинскую склянку, наполненную небольшим количеством ртути или спирта, в которую вставлялся гвоздь. Но с помощью этого простого прибора Клейсту удалось получить очень сильную электрическую искру.

В 1746 году появилось сообщение о том, что в Голландии в городе Лейдене произведен «страшный» опыт, авторы которого не согласились бы повторить его «даже за французскую корону». Физики Мушенбрук и Кюнеус пытались наэлектризовать воду, нашедшуюся в стеклянном сосуде, соединяя его проволокой с натертой шелком или кожей стеклянной трубкой. Когда Кюнеус, держа в руке сосуд, случай-

но прикоснулся к трубке, он испытал сильный удар и боль в груди и руках.

Опыт голландских исследователей заинтересовал всех физиков того времени. Повторяя и видоизменяя этот эксперимент, ученые обнаружили, что, если воды в сосуд не наливать, а оклеить его стенки оловом, можно получать заряды, по силе намного превосходящие те, которые возникают в электрической машине от трения.

Что же это за прибор, привлечший внимание ученых после опытов в Лейдене? Это не что иное, как самый старинный конденсатор, названный позже лейденской банкой. В настоящее время конденсаторы широко применяются в электротехнике.

Лейденские банки сыграли важную роль на заре электрохимии: в XVIII веке это был единственный прибор, с помощью которого можно было получить сравнительно большие количества электричества, особенно в том случае, если параллельно соединялось несколько банок в батарею. Такими батареями и пользовались физики, изучая действие электричества на различные химические вещества.

В наше время лейденскую банку можно встретить только в школьных физических кабинетах, где она служит для демонстрации опытов по электричеству. Но в XVIII веке это изобретение явилось настоящим событием, весть о нем быстро распространилась, и

физики всего мира долгое время занимались исключительно опытами с лейденской банкой.

Ко времени изобретения лейденской банки в 1745 году надо отнести и первые сведения о физиологическом действии электрического разряда. Почти все публикации того времени содержат сообщения о сильных электрических ударах, которые получались при прикосновении к этим банкам. Так как не очень приятно разряжать заряженные банки «через себя», то вскоре в Лейпциге был изобретен разрядник, благодаря которому экспериментатор не подвергался электрическому удару.

Лейденскую банку улучшил физик Гралат, а позднее — доктор Бевис. Они стали наполнять банку не ртутью или водой, а дробью. В середину дроби теперь уже вставлялась проволока, оканчивающаяся наверху шаром. Но это не все. Вскоре же Бевис открыл, что для накопления электрических зарядов вовсе нет надобности употреблять стеклянную банку, а с таким же успехом можно применять стеклянную пластинку, покрытую с обеих сторон листовым оловом. Такая пластинка и явилась прообразом наших плоских конденсаторов, которые, как известно, состоят из двух обкладок, разделенных изоляционным материалом.

С помощью электрической машины и лейденской банки большие исследования провел аббат Жан Ан-

туан Нолле (1700—1770). Он обстоятельно исследовал физиологическое действие электричества. Прежде всего ученый показал, что электричество может проходить сквозь большое число людей. Он провел очень убедительный опыт: «заставил» электричество пройти через цепь, состоящую из 180 человек. Проводя опыты на маленьких животных, Нолле впервые показал, что сильный электрический удар может действовать смертельно, а слабым электрическим разрядом он советовал пользоваться для лечения некоторых недугов.

Нолле установил также, что электричество стекает с острия скорее, чем с шара или с поверхностей иной формы. Эти опыты были очень неточны, но без внимания они не остались. Предложение Нолле о том, что можно использовать электричество для медицинских целей, вскоре подтвердилось. В те времена оно стало широко применяться для лечения параличей. В современной медицине физиолечение прочно базируется на электричестве.

МОЛНИЕОТВОД ФРАНКЛИНА



Мужчина средних лет держит в руке тонкую бечевку, на конце которой высоко в небе трепещет цветастый змей. Обыкновенный змей, каких немало

запускают дети. Грозовые тучи плывут низко. Свежие порывы ветра бросают змей из стороны в сторону. А человек, взрослый солидный человек, рад надвигающейся грозе, рад своей детской забаве и, кажется, ничего больше не замечает вокруг. Каждому прохожему такое поведение взрослого человека показалось бы странным. Да, будь это простая забава, она выглядела бы даже смешно. Но давайте уточним некоторые детали.



Выдающийся американский физик Б. Франклин.

Это было 13 июня 1752 года. Человек со змеем — Бенджамен Франклин, выдающийся американский физик. Запуск змея — очередной его опыт по изучению атмосферного электричества. В чем же ценность этого опыта?

Еще за полвека до того, как Франклин поставил этот опыт, многие исследователи, изучавшие электричество, высказывали мнение, что электрические разряды очень напоминают треском и светом гром и молнию. Об этом писал англичанин Уолл в своем письме секретарю Лондонского королевского обще-

ства (Английская Академия наук). Позже к этой мысли пришел другой английский ученый, Стефан Грей. После изобретения лейденской банки уже многие исследователи поддерживали такое мнение. Однако это были только предположения, не подкрепленные опытом. Гипотеза оставалась недоказанной. Подтвердить живым экспериментом мысль о том, что природа искусственных электрических разрядов и молнии одна и та же,— означало не только сделать научное открытие, но и нанести сокрушительный удар по религии, утверждавшей, что гром и молния — оружие бога, которым он наказывает верующих.

С этой задачей блестяще справился Б. Франклин. О результатах своих опытов он не писал научных трактатов, а излагал их в письмах, адресованных секретарю Лондонского королевского общества. Вот как он описывает свой опыт в одном из таких писем:

«Делается небольшой крест из двух легких кедровых палочек такой длины и ширины, чтобы его концы достигали углов расправленного шелкового платка. Углы платка привязываются к концам креста, и получается некоторое подобие бумажного змея. К нему приделывают хвост, петлю и веревку и поднимают в воздух, как обыкновенного бумажного змея. Так как он из шелка, то не рвется от сырости и порывов ветра. К концу вертикальной палочки

креста прикрепляется очень тонко заостренная проволока, выдающаяся над деревом на фут и более. К концу веревки, около руки, привязывается шелковая лента, и в месте соединения прикрепляется ключ. Змей поднимают в воздух, когда надвигается грозовой вихрь. Лицо, держащее веревку, должно находиться в доме около двери или окна или в другом каком-либо закрытом помещении, чтобы не намочла шелковая лента. Необходимо следить за тем, чтобы веревка змея не коснулась рамы двери или окна. Как только грозовое облако надвинется на змей, заостренная проволока извлечет из него электрический огонь, весь змей с веревкой наэлектризуется, и все волокна веревки станут во всех направлениях и притянутся к подставленному пальцу. Когда змей и веревка намокнут от дождя и вследствие этого станут проводить свободно электричество, то поток его обильно исходит из ключа при приближении суставов пальцев. От него можно зарядить банку (лейденскую). Электрическим огнем, полученным таким образом, можно зажечь спирт и сделать все электрические опыты, совершаемые обычно с натираемым шаром или трубкой. Этим полностью доказывается тождество электрического вещества с веществом молнии».

Убедившись, что с атмосферным электричеством можно экспериментировать так же, как и с лейден-

ской банкой, Б. Франклин пришел в выводу, что от него можно и с успехом защищаться. Для него стало очевидно, что чем выше поднята заостренная проволока, тем скорее она собирает атмосферное электричество, и если отвести его затем в землю, то тем самым можно обезопасить свое жилище от удара молнии. Так Франклин подошел к изобретению молниеотвода, который в народе до сих пор называется громоотводом, хотя «отводит» он не гром, а молнию.

В сентябре 1753 года он предложил приспособлять к зданиям железные стержни, заканчивающиеся сверху шпильями, и соединять их с землей. Громоотвод с большим трудом пробивал себе дорогу. Церковники и ханжи всячески порочили это изобретение, из-за чего оно внедрялось с большим трудом.

Надо отметить, что в то время, когда экспериментировал Франклин, изучением электричества занимались многие ученые. Поэтому нередко были случаи, когда одно и то же открытие делали почти одновременно несколько ученых. Так было с лейденской банкой, так было и с громоотводом.

В Европе первый громоотвод, не считая громоотвода, устроенного Ломоносовым в его доме, был сооружен в 1754 году приходским священником Прокопом Дивишем в Моравии. Первым городом в Европе, в котором устроили громоотвод на общественном здании, был Гамбург, где в 1769 году Рей-

марусом была снабжена таким громоотводом башня Якова. Только значительно позже стали входить в употребление громоотводы в Италии.

Важной заслугой Б. Франклина является и то, что он впервые попытался объяснить причины возникновения и распространения атмосферного электричества.

В то время единственным способом получения электрических зарядов было натирание стеклянных палочек и шаров шерстяной тканью. Трение вызывало образование электрических зарядов. Основываясь на этом, Б. Франклин высказал мысль, что и в природе причиной накопления электрических зарядов является трение. Он считал, что атмосферное электричество образуется в результате трения водяных паров и воздуха. Еще один источник образования электричества в природе — это океан. Он, как известно, состоит из частиц воды (проводник) и солей (изолятор). От трения их между собой и получалось, по мнению Франклина, электричество. Одним из своих опытов он показал, что если наэлектризовать океанскую воду, то и пары ее тоже сохраняют электрический заряд. Вот почему испарения океана и являются крупным источником пополнения атмосферного электричества.

Пожалуй, самой важной заслугой Франклина является создание им теории электричества, которой

он объяснял все электрические явления. Он считал, что электричество состоит из «чрезвычайно тонких частиц», а потому может проникать во все вещества, в том числе и металлы. Частицы «электрического вещества», по мнению Франклина, взаимно отталкиваются, а обыкновенного — притягиваются, причем частицы «электрического вещества» сильно притягиваются всеми другими веществами. Для сравнения Франклин приводит такой пример. «Обыкновенное вещество является своего рода губкой в отношении электрической жидкости. Губка не впитывала бы воду, если бы частицы последней не были бы меньше пор губки; даже при наличии последнего условия всасывание происходило бы очень медленно, если бы не существовало взаимного притяжения между этими частицами; губка впитывала бы еще быстрее, если бы этому не препятствовало взаимное притяжение между частицами воды, так как для их отделения необходима известная сила, и, наконец, всасывание происходило бы всего скорее, если бы вместо притяжения между частицами воды существовало взаимное отталкивание. Такое же соотношение мы имеем между электрическим и обыкновенным веществом.»

Эта теория Франклина (подробнее см. рассказ «Сомнения, поиски, гипотезы»), получившая название жидкостной, оказала большое влияние на разви-

тие электротехники. Ею пользовались долгое время многие исследователи. Ученый Милликэн считает, что Франклин, формулируя теорию о положительных и отрицательных электрических зарядах, фактически заложил основание современной теории об электронах, утвердившейся в 1900 году, после 150-летнего господства в физике других теорий об электричестве.

СОМНЕНИЯ, ПОИСКИ, ● ГИПОТЕЗЫ

Мы уже говорили, что первые, пусть даже примитивные открытия в области электричества заставили многих исследователей задуматься над сущностью этого явления.

Что же такое электричество? Какова его истинная природа?

Ответ на эти вопросы могла дать теория, суммировавшая все имевшиеся к тому времени факты и наблюдения над электрическими явлениями. И такие теории возникали. О чем же рассказывают ранние толкователи теории электричества?

Одним из первых и менее всего достоверных было мнение о происхождении электричества от огня. Ныне каждому очевидно, что эта теория основывалась лишь на поверхностном сходстве огня и электриче-

ских разрядов и потому не представляла никакой научной ценности.

В начале второй половины XVIII века возникли еще две гипотезы о происхождении электричества. Автором первой был выдающийся американский физик Бенджамен Франклин. Его жидкостная теория стала очень популярной, и многие поколения ученых при изучении электротехники пользовались ею. И сейчас часто при исследованиях и экспериментах ученые прибегают к сравнению электричества с жидкостью.

Гипотеза Франклина допускает существование некой невесомой жидкости, молекулы которой действуют друг на друга отталкивающе и имеют свойство притягивать невесомое вещество. Такое предположение приводит к заключению о существовании в природе еще одной, невесомой материи, называемой электричеством, которая находится во всех телах в количестве, определенном самой природой. Если по какой-либо причине тело приобретает большее количество электричества, чем при нормальном состоянии, то говорят, что оно наэлектризовано положительно; наоборот, если количество электричества меньше нормы, тело считается наэлектризованным отрицательно.

Франклин объяснял воздействие наэлектризованных тел на тела, находящиеся в нейтральном состоя-

нии, следующим образом. Когда одно тело, обладающее зарядом электричества, находится вблизи нейтрального, то живые силы первого уничтожают равновесие второго, производя перераспределение электричества.

Гипотеза Саймера предполагает существование двух невесомых жидкостей, разлитых во всей вселенной, одной — положительно заряженной, другой — отрицательно. Тела, которые содержат ту и другую жидкости в равных пропорциях, находятся в состоянии безразличия; если же по каким-либо причинам одной жидкости больше, чем другой, говорят, что тело наэлектризовано положительно или отрицательно, смотря по тому, какая из жидкостей в избытке. Этот избыток и составляет свободное электричество рассматриваемого тела. Частицы одного и того же вещества отталкиваются, а противоположного — притягиваются; силы притяжения и отталкивания тел пропорциональны квадрату расстояния между ними.

Распространению этой гипотезы содействовал своими опытами и математическими обоснованиями французский физик Кулон.

Любопытно отметить, что единственно правильное понимание природы электричества обнаружил в своих работах великий русский ученый М. В. Ломоносов (1711—1765) еще во второй половине XVIII века. На основе проведенных опытов он пришел к

выводу, что электрическая энергия есть особое состояние материи (см. «Громовая машина»). Можно уверенно сказать, что по взглядам на природу электричества М. В. Ломоносов опередил своих современников минимум на полтора столетия.

„ГРОВОЯ МАШИНА“



В одном из своих произведений Михаил Васильевич Ломоносов очень поэтично описал сходство между слабой, бледной искрой, получаемой от натертого сукном стеклянного шара, и могучими атмосферными разрядами-молниями:

Вертась, стеклянный шар дает удары с блеском,
С громовым сходственным сверканием и треском.
Дивился сходству ум, но, видя малость сил,
До лета прошлого сомнителен в том был.
Внезапно чудный слух по всем странам течет,
Что от громовых стрел опасности уж нет!
Что та же сила туч громящих мрак наводит,
Котора от стекла движением исходит,
Что, зная правила, изысканы стеклом,
Мы можем отвлечь от хранилищ наших гром...

М. В. Ломоносов проводил много опытов по изучению электрических явлений. В 1752 г. в Петербурге

он и его друг профессор Г. В. Рихман начали исследования грозových разрядов. Опыты ставились в доме М. В. Ломоносова на Первой линии Васильевского острова. На крыше был установлен шест, от которого в дом спускался провод. Конец провода прикреплялся к металлическому аршину, соединенному с шелковой нитью. Вся эта «установка» называлась «громовой машиной» и служила не только для наблюдений за искровыми разрядами, но и для измерения величины атмосферного электричества. Эту величину ученые определяли по степени отклонения шелковой нити.



Русский ученый
Г. В. Рихман.

Важно отметить, что Ломоносов и Рихман впервые применили измерительные приборы для исследований атмосферного электричества. По литературным источникам известно, что Г. В. Рихманом был сконструирован электроскоп, который назывался «электрическим гномом». В сущности это был первый в мире электроизмерительный прибор, применяемый для практических целей.

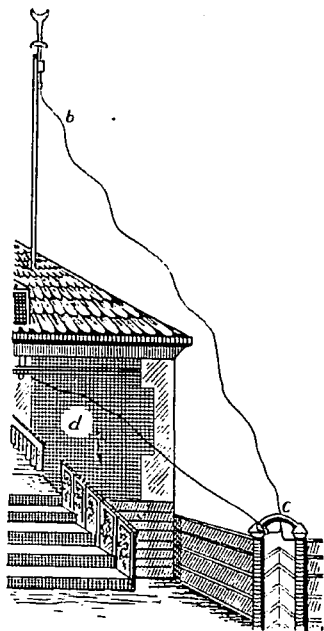
Изучение атмосферного электричества без надеж-

ных защитных средств было рискованным, вот почему М. В. Ломоносов упоминает о том, что «чинил электрические воздушные наблюдения с немалой опасностью». Академик Г. В. Рихман погиб 26 июля 1753 года во время эксперимента от удара молнии.

Но домашние опыты не удовлетворяли Ломоносова. Тогда ученый устроил первую в мире лабораторию по исследованию атмосферного электричества в деревне. Вот что она собой представляла. На высоком дереве был укреплен шест, а к нему присоединен длинный железный стержень. От стержня в недостроенное помещение через окно была протянута проволока и укреплена на выступающей из стены балке. Проволока соединялась с железным аршином, висящим на блоке, с прикрепленной к нему нитью. О своем опыте, произведенном в 1753 году, М. В. Ломоносов писал следующее:

«В 12 число июля в первом часу пополудни взошла темная туча, частыми блистаниями и тресками сильная, для наблюдения перемен стоял я близ аршина и, не имея в близости других инструментов, употребил прилучившийся топор, который к сему делу довольно был пристроен, ради трехгранных углов, и что сухое топорище при великой электрической силе вместо шелковой или стеклянной обыкновенной подпоры служить могло. Между прочими наблюдениями сии два примечания достойны быть кажутся.

Первое выскакивание искры с треском непрерывно, как некоторая текучая материя, из самых углов, на расстоянии неполного дюйма, когда топор, приводя рукой, держал за железо, но когда к нему не прикасался, тогда конический шипящий огонь на два дюйма к оному простирался. Второе, в сем состоянии внезапно из всех углов, неравных бревен, бок окна составляющих, шипящие конические сияния выскочили и к самому аршину достигли и почти вместе у него соединились. Продолжение времени их не было больше одной секунды, ибо великим блеском с громом почти соединенным, все, как бы угаснув, кончилось.»



«Громовая машина»

М. В. Ломоносова. Установка служила не только для наблюдения за искровыми разрядами, но и для измерения величины атмосферного электричества.

Из этого описания следует, что М. В. Ломоносов прекрасно знал, какие тела являются проводниками и какие изоляторами: сухое топорщище такой же изолятор, как и стекло или шелк. Электрическую силу великий ученый рассматривал, как «текучую материю».

После опытов, проведенных летом в своей лаборатории в деревне, М. В. Ломоносов 25 ноября 1753 года от имени Русской Академии наук поставил задачу перед учеными всего мира: «Сыскать подлинную электрической силы причину и составить точную ее теорию.»

В 1756 году он сам же ответил на этот вопрос: «Электрическая сила есть действие». Свои воззрения он изложил в труде «Теория электричества, математическим способом разработанная автором Ломоносовым».

Это произошло в то время, когда среди физиков-исследователей господствовали неправильные представления о происхождении электричества от «флюидов» (от огня) или «невесомых жидкостей». Вся литература о М. В. Ломоносове говорит о том, что он первый из исследователей считал электричество одним из состояний материи. Великий ученый указал на возможность передавать по проводам «электрическую силу на великое расстояние, до тысячи сажен и далее».

Кроме того, в своем замечательном труде «Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих», Ломоносов указал на связь между электрическими и механическими явлениями. Он определил электрическую силу как «действие, состоящее в отталкивательных и притягательных силах, а также в произведении света и огня».

Так, благодаря первым измерительным приборам, сделанным русскими учеными, удалось приоткрыть новые тайны электричества.

ЧУДЕСНАЯ СИЛА



Постановка различных опытов по изучению электричества получила во второй половине XVIII века широкий размах. Изучалось не только атмосферное электричество. Ученые интересовались и проблемами применения его в различных областях знания, в частности в технике, в биологии. Особенно было популярно в то время исследование возможности лечения болезней электричеством. Итальянский ученый Пиватти пытался вводить лекарственные препараты в тело пациента электрохимическим путем сквозь кожу. Позднее, в 1809 году, русский ученый Ф. Ф. Рейсс установил, что частицы вещества (коллоидные) в растворе под влиянием электрического

поля передвигаются. Это явление, называемое катэфорезом, и было использовано впоследствии в медицине для ввода лекарств в организм больного.

Незнание законов электрических сил и отсутствие хороших приборов нередко становились причиной гибели исследователей. Так, 1 декабря 1750 года профессор математики благотворительной гимназии в Нюрнберге Иоганн Допельмаер был убит во время проведения физиологических исследований с лейденской банкой. Сила, которую он хотел применить как лекарство, неожиданно стала грозным убийцей.

Из-за подобных несчастных случаев все ученые того времени обращали внимание, главным образом, на усовершенствование электрических приборов и аппаратов. Эта работа требовала детального изучения отдельных электрических явлений, тонких наблюдений, постановки большого количества экспериментов, что, в свою очередь, способствовало появлению новых открытий. Так были открыты две чудесных силы — пирозлектричество и электростатическая индукция. Их сделал современник М. В. Ломоносова, петербургский академик, физик Франц Эпинус (1724—1802), посвятивший много лет изучению электричества. В 1757 году он вместе со своим учеником И. К. Вильке установил, что минерал турмалин, который в обыкновенном состоянии не обнаруживает никаких электрических свойств, на самом

деле электризуется, если равномерно нагревать или охлаждать его. Во время нагревания и охлаждения на поверхности кристалла накапливаются электрические заряды. Это открытие русского академика явилось первым шагом необычайно развившейся ныне области термоэлектричества. В наши дни инженерам и ученым служат десятки приборов, основанных на способности тепла рождать электричество.

Явление электростатической индукции, открытое Эпинусом, состоит в том, что тело, электрически заряженное, заставляет электризоваться тела, не соприкасающиеся с ним. Оно действует на них на расстоянии.

Сделав это открытие, Ф. Эпинус первый наметил и пути теоретического истолкования обнаруженного им явления. Принцип электростатической индукций был положен в основу действия множества электрических приборов и аппаратов: электрофоров, конденсаторов и т. д.

Используя свое открытие, ученый сделал выдающееся изобретение — электрофор, необычайно простой прибор для накопления статического электричества. Он представлял собой стеклянный диск, помещенный на ось. Во время вращения к нему прижимали мех или кусок сукна, и от трения диск наэлектризовывался. После этого второй диск, изготовленный из металла и снабженный изолированной

ручкой, приближали к стеклянному, и электрический заряд передавался ему. И хотя величина полученных таким путем зарядов была невелика, прибор давал возможность ставить различные опыты. Электрофор Эпинуса сыграл большую роль в пору становления науки об электричестве. Он верно служил исследователям и был неизменной принадлежностью каждой физической лаборатории. И сейчас, в дни расцвета электротехники, принцип, лежащий в основе электрофора, используется строителями гигантских генераторов, создающих напряжение в миллионы вольт.

Ко времени открытия электростатической индукции относится и изобретение ряда важных приборов другими исследователями. Кантон (1718—1772), директор школы в Лондоне, в одно время с русским ученым Рихманом изобрел и построил измерительный прибор — электроскоп, которым и теперь в несколько измененном виде пользуются в школах. Первоначально электроскоп состоял из двух бузиновых шариков, подвешенных на шелковых нитках. Когда к шарикам прикасались заряженным электрическим телом, они расходились, и по расстоянию между ними Кантон делал заключение о количестве имевшегося в заряженном теле электричества. Благодаря измерительному прибору Кантон произвел множество наблюдений и установил, что электриче-

ство может передаваться шарикам и без прикосновения с ними заряженного тела. Обнаружилось чудесное свойство электричества распространяться через воздух (часто на довольно большое расстояние) и возбуждать такое же электричество в других телах. То есть, Кантон, по существу, наблюдал то же явление, которое позже было названо электростатической индукцией.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО



НА ВЕСАХ

Исследователь вошел в свою лабораторию и подошел к столу, на котором стоял нехитрый прибор. Он представлял собой штатив, к которому вертикально подвешивалась тонкая нить. К ней был привязан строго посередине небольшой рычаг с шариками на концах, который занимал горизонтальное положение и мог относительно свободно поворачиваться вокруг своей оси.

Приспособление несложно, но оно плод долгих раздумий и поисков. Вот оно, наконец, готово, и экспериментатор может приступить к давно задуманным опытам.

Он сильно натер кусочек янтаря и приблизил его к одному из концов рычага. Рычаг быстро отклонил-

ся от заряженного тела, закручивая нить. Тогда он наэлектризовал янтарь слабее, но прибор «чувствовал» и слабый заряд. В зависимости от силы заряда он закручивал нить на определенный угол, который можно было измерить.

Это были крутильные весы — изобретение французского физика Шарля Огюстена Кулона, которое позволило ему впервые «взвесить» электричество, то есть установить зависимость сил взаимодействия между двумя покоящимися электрическими зарядами от их величины и от расстояния между ними. Любопытна история этого открытия. Расскажем подробно о нем и о его первооткрывателе.

Кулон родился в 1736 году в Ангулеме. Сначала он учился в Париже, а затем поступил на военную службу в инженерные войска. Уже здесь ясно определились его научные наклонности. Он написал фундаментальную работу по практической механике, за которую Парижская Академия наук присудила ему премию и в 1771 году избрала своим членом.

Основные его работы в области механики связаны с изучением законов кручения. Вначале он изучал кручение волос, затем шелковых нитей, а позднее и металлических проволок. Исследования показали, что угол закручивания нитей зависит от приложенной силы. Впоследствии это натолкнуло исследователя на мысль, что угол закручивания может

служить мерой силы электрических зарядов, а также магнитных притяжений и отталкиваний.

От исследований в области механики Кулон обратился к изучению законов электричества. Практическим стимулом для таких исследований послужило то, что в это время была очень ощутимой и насущной потребность в наиболее эффективных методах использования явлений земного магнетизма для навигации. Расширились торговые связи, были открыты Новый свет и множество островов. Для мореплавателей нужны были надежные магнитные карты, а также более совершенный компас. И вот изучение законов кручения нитей Кулон творчески перенес на электричество и магнетизм.

Он доказал, что электричество распространяется исключительно по поверхности проводника. Подобно тому, как основные силы при кручении нитей прилагаются к их поверхностям, так и электрические силы, которые мы называем напряженностью, зависят от плотности тока на поверхности проводника.

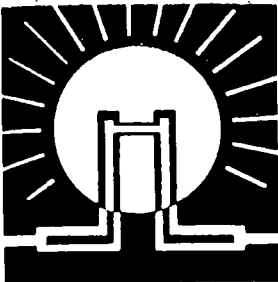
Для постановки своих опытов Кулон и построил крутильные весы, о которых упоминалось выше. Благодаря им он установил вполне четкие количественные закономерности электричества.

Закон Кулона гласит: сила отталкивания двух одноименно заряженных тел или притяжения разноименных прямо пропорциональна произведению ве-

личин этих зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

Кулон поднял на новую высшую ступень технику физического эксперимента. Его опыты послужили толчком для дальнейшего развития как теоретических, так и практических исследований в области электротехники.

Но самое большое событие в истории электротехники конца XVIII века связано с именами итальянских ученых Луиджи Гальвани и Алессандро Вольта. Ими был открыт постоянный электрический ток, после чего стало возможным проводить множество сложных опытов и применять электричество на практике. Ведь до тех пор электричество не выходило за пределы лабораторий ученых.



„ЖИВОТНОЕ ЭЛЕКТРИ- ЧЕСТВО“?... НЕТ!

Профессор анатомии Болонского университета Луиджи Гальвани (1737—1798) изучал нервную систему лягушек. Он ставил в лаборатории один опыт за другим. Однажды (а было это 26 апреля 1786 года) его помощник, препарируя нервы лягушечьей лапки, заметил странное явление: лапка вздрагивала каждый раз, когда он касался ножом нерва в момент появления искры из электрической машины, на которой работал в другом конце комнаты не подозревавший об этом Гальвани. Разумеется, оба ученых заинтересовались странными «судорогами лягушек» и стали внимательно изучать явление.

Были проведены специальные опыты. Препарированная лягушка, подвешенная к желез-

ному стержню на медном крючке, воткнутом в ее спинной мозг, время от времени производила мышечные движения. Из наблюдений Гальвани сделал правильный вывод: эти движения вызваны появлением в нервно-мышечной ткани лягушки кратковременных электрических токов. Сначала ученый предположил, что появление токов объясняется изменениями электрического состояния атмосферы. Поэтому он решил проверить, производит ли подобное же действие на мышцу лягушки и «естественная электрическая искра» — молния?

С крыши дома ученый спустил длинную проволоку и присоединил ее к нервам задних лягушечьих лапок, назвав проволоку «нервным кондуктором». К мышцам лапок Гальвани присоединил другой проводник — «мышечный кондуктор» и опустил его в колодец с водой, то есть заземлил. «Как только появились молнии,— писал в своем «Трактате о силах электричества при мышечном движении» Гальвани в 1791 году,— тотчас же мышцы приходили в сильные сокращения, которые совпадали по времени с молнией и предшествовали грому. Согласованность явлений была настолько велика, что сокращения происходили и в том случае, когда мышечного кондуктора не было или нерв был изолирован».

Дальнейшие опыты над лягушками показали, что токи возникают каждый раз, когда воткнутый в

спинной мозг лягушки металлический крючок соприкасается с другим металлом. Не придав должного значения этому обстоятельству, Гальвани ошибочно заключил, что главная причина возникновения токов — так называемое «животное электричество», которое есть в нервах и мышцах лягушки и которое при разряде производит мышечное движение. Металлу Гальвани отвел только «скромную» роль разрядника.



Итальянский ученый
Л. Гальвани.

Изучением явлений электричества в животном организме Гальвани начал заниматься еще в 1771 году. В то время он был известен как физиолог и автор работ по анатомии: «Кости, их природа и их образование», «О почках и мочеточнике у птиц», «Об ухе у птиц». Трудно сказать, почему профессор анатомии вдруг принялся за эксперименты с электричеством. Возможно, он хотел объяснить ряд загадочных явлений, наблюдаемых им в организме животных. Кроме того, ему, наверное, было известно замечание древних ученых Аристотеля и Плиния о своеобразных «электрических свойствах» рыбы скат.

Кстати сказать, в 1772 году англичанин Джон Уэльм действительно обнаружил у рыбы скат источник электричества. Оказалось, что скат может производить очень сильный электрический удар. Эту необыкновенную силу Уэльм объяснил только тем, что рыба скат обладает особенным органом, который делает ее способной наносить электрические удары.

До Гальвани делались попытки объяснить причины движения и сокращения мышц животных. Например, швейцарский естествоиспытатель Альбрехт Галлер (1701—1777) объяснял это явление особым свойством раздражимости, присущим всякой живой материи.

После долгих поисков Гальвани в 1784 году нашел условия опыта, при которых мышцы препарированной лягушки сокращаются без прикосновения металлов: если перерезанный седалищный нерв набросить на одну из мышц задней лапки, то в этот момент она сокращается. Опыт окончательно убедил Гальвани в том, что в мышцах есть собственное так называемое «животное электричество».

Ошибку Гальвани суждено было исправить другому итальянскому ученому Алессандро Вольты (1745—1827).

Имена Гальвани и Вольты очень часто называют вместе. И не потому, что есть совпадения в их биографиях (оба они родились в Италии во второй чет-

верти XVIII века, оба были естествоиспытателями). Научная деятельность этих ученых, их знаменитый спор о происхождении электродвижущих сил в последнем десятилетии XVIII века принесли им всемирную славу и известность.

Алессандро Вольта был на 8 лет моложе Гальвани. Он родился в маленьком городке северной Италии Комо, расположенном в Ломбардии у живописного озера, недалеко от Милана. Уже в школьные годы Вольта обнаружил большие способности и редкое трудолюбие. Его юношеские годы проходили в ту пору, когда в научных кругах проявлялся большой интерес к электричеству. Увлекался физикой и семнадцатилетний Вольта. Он оживленно переписывался с известным парижским физиком аббатом Нолле по поводу разнообразных физических вопросов.

Первые научные статьи Вольта посвящены различным проблемам физики. Это — работа «О притягательной силе электрического огня», посланная физiku Беккариа, опубликованная в 1769 году, описание новой конструкции электрической машины, напечатанное в 1771 году.

В двадцать девять лет Вольта получил место профессора физики в Комо, а через 5 лет — в университете в Павии.

По свидетельству многочисленных биографов, Вольта обладал совершенно исключительным экспе-



Итальянский ученый
А. Вольта.

риментаторским талантом. Современников восхищала логическая последовательность его многочисленных опытов.

Долгое время Вольта занимался опытами по выяснению причин сохранения зарядов на стеклянной пластинке электрической машины. Он доказал, что это явление объясняется электростатической индукцией. Вольта пользовался изобретенным им в 1772 году смоляным электрофором. Тогда же ученый высказал мысль, что электричество не уничтожается и не зарождается, а присутствует в мире в неизменном количестве. Кроме того, в 1781 году ученый построил чувствительный электроскоп и ввел его в практику точных измерений.

Очень интересны эксперименты Вольта по расширению газов. В 1776 году он обратил внимание на появление пузырьков газа со дна озера, установил его горючесть. Потом он обнаружил горючий газ в угольных копях и, заметив взрывчатые свойства, использовал его в конструкции так называемого пистолета Вольта.

«Трактат о силах электричества при мышечном движении» Гальвани заинтересовал Вольту, и в 1792 году он начал свои классические исследования «животного электричества».

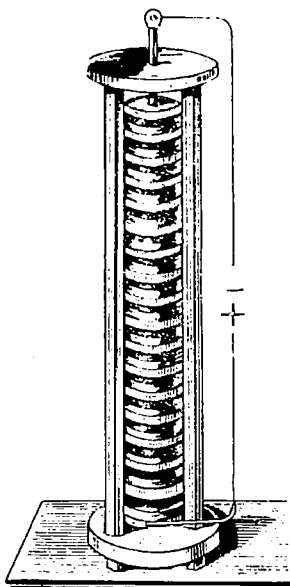
На первых порах Вольту повторил все опыты Гальвани и поддержал его точку зрения. Но дальнейшие собственные эксперименты привели его в 1794 году к утверждению, что так называемое «животное электричество», наблюдаемое Гальвани, содержится не в самом организме животного, а возникает вследствие соприкосновения двух разнородных металлов (медь — железо) и жидкости, находящейся в животных тканях. Это было открытие величайшего значения для науки. И авторами его справедливо считают Гальвани, впервые проделавшего электрические опыты над лягушками и заметившего интересное явление, и Вольту, который правильно объяснил природу так называемого «животного электричества». В честь Гальвани электрический ток, возбуждаемый химическими реакциями, позже был назван гальваническим током.

В 1783 году Вольту усовершенствовал уже упомянутый электроскоп, соединив его с конденсатором. Это дало возможность во время опытов обнаруживать даже слабый электрический ток. С помощью этого аппарата — электрометра — Вольту твердо установил, что бедро лягушки электризуется только

потому, что оно приведено в соприкосновение с двумя металлами. Этим опытом была открыта новая область электричества, которую позже называли гальваническим, а мы называем постоянным током.

В 1799 году Вольта напечатал в одном научном журнале статью, в которой уверенно писал: «Что вы думаете о так называемом «животном электричестве?» Что касается меня, то я уже давно убедился, что все действия исходят из металлов».

Опыты Вольта, поставленные, как мы видим, с определенной целью — доказать происхождение электрического тока от соприкосновения разнородных металлов, и его открытие гальванического тока как бы логически завершились постройкой в 1800 году так называемого вольтового столба. Это было тоже величайшее событие в истории науки. Как говорит знаменитый биограф Вольта Араго, вольтов столб



Вольтов столб, построенный А. Вольта в 1800 году и явившийся первой гальванической батареей — источником постоянного тока.

был «самым замечательным прибором, когда-либо изобретенным людьми, не исключая телескопа и паровой машины». В самом деле, был открыт источник постоянной электродвижущей силы, и это знаменовало собой начало новой эпохи в науке об электричестве.

Изобретение Вольта было основано на том же принципе, на котором в настоящее время устроены все наши гальванические элементы. Это был высокий столб, составленный из круглых пластинок, которые лежали одна на другой так, что две пластинки из различных металлов (одна медная, другая цинковая) разделялись суконкой, смоченной соленой водой.

То есть первоначальная гальваническая батарея состояла из последовательного ряда элементов — из 20 пар кружков: медного, суконного, затем цинкового, снова медного, суконного, цинкового и т. д. Пластика из меди служила положительным электродом, а из цинка — отрицательным. При замыкании внешней цепи положительные ионы цинка переходили в раствор, выделяя из него ионы водорода, которые отдавали свой заряд медному электроду. Разности потенциалов элементов складывались и давали электрический ток большого напряжения (в сотни и более вольт¹).

¹ Вольт — единица напряжения и электродвижущей силы. Принята как практическая единица и названа в честь Вольта на Международном конгрессе электриков в 1881 году.

К обеим сторонам своего столба Вольта присоединил провода, по которым и проходил образующийся в нем электрический ток.

Это был постоянный ток. Впервые в истории электротехники появилось устройство, вырабатывающее в течение длительного времени электричество. До этого было известно только неподвижное распределение электрических зарядов на телах и удавалось получать лишь кратковременные электрические разряды. А электричество вольтова столба постоянно текло по проводам!

Вольтов столб долгое время оставался лучшим из известных источников электрического тока. Это изобретение открыло дорогу к широкому экспериментированию с электрическим током. Так, в 1802 году русский академик В. В. Петров построил вольтов столб, состоявший из 4 200 пар медных и цинковых кружков, который дал возможность ученому открыть электрическую дугу, названную впоследствии в честь Вольта «вольтовой дугой» (о батарее В. В. Петрова см. в следующем рассказе).

Изобретение вольтова столба, способного непрерывно вырабатывать электричество, резко изменило характер всех последующих опытов. С этого времени было окончательно установлено, что по проводам, соединяющим медную и цинковую пластинки столба,

что-то непрерывно «течет», это «что-то» способно нагреть и даже расплавить тонкую металлическую проволоку. Ученые догадывались, что электричество, как и тепло, обладает энергией, способной совершать определенную работу. Но какова величина этой энергии — оставалось не ясным.

Разработанные еще Ломоносовым и Рихманом, а также англичанином Кантоном электрические указатели позволяли начинать измерения этой новой и еще мало изученной силы. В физике одно за другим появляются новые понятия. Электрическая энергия, вырабатываемая вольтовым столбом, как бы текла, подобно жидкости, почему эту энергию и называли током. Следом появились и такие понятия, как величина тока, сходная с силой потока воды; напряжение электрических зарядов, подобное высоте напора воды; сопротивление, оказываемое току проводниками из различных материалов и различных сечений, схожее с сопротивлением труб водопровода... Такие «жидкостные» сравнения надолго укоренились в теоретической физике. И хотя современные физики и не говорят о вольтовой жидкости, но еще и сейчас при объяснении природы электрического тока многие из них пользуются сравнениями с гидравлическими явлениями.

Постройка вольтова столба произвела и на современников большое впечатление. В 1801 году по при-

глашению Наполеона Вольта демонстрировал свои опыты со столбом в Парижской Академии наук. Вольта буквально был осыпан почестями. Еще в 1791 году он стал членом английского королевского общества. В честь Вольта в Париже была выбита медаль, он получил ордена; Академия включила его в список своих иностранных членов. Этому примеру последовали и другие академии. Русская Академия наук приглашала Вольта приехать в Петербург, но на все подобные предложения ученый отвечал отказом.

Бонапарт проявлял свое внимание и милость к Вольта неоднократно. Когда в 1804 году Вольта собирался отказаться от своей должности профессора в Павии, Наполеон сказал: «Я не могу согласиться на отставку Вольта. Если профессорские обязанности его утомляют, их нужно облегчить. Пусть он читает, если угодно, хотя бы одну лекцию в год. Но Павийский университет был бы поражен в самое сердце в тот день, когда я позволил бы столь знаменитому имени исчезнуть из списка его членов. Впрочем, хороший ученый должен умереть на поле чести». Все же в 1819 году Вольта окончательно оставил профессию и поселился в Падуе. В эти годы он плодотворно занимался физиологическими опытами, которые имеют большое значение в истории физиологического эксперимента.

Последние годы своей жизни он безвыездно про-
вел в своем родном городе.

Характеризуя его умственный и душевный облик, биограф Араго говорит: «Смелый и быстрый ум, большие и верные мысли, мягкий и искренний характер — таковы были основные качества знаменитого профессора. Никогда честолюбие, жадность к деньгам, дух соперничества не повелевали его действиями. Единственная страсть, которую он испытал, была любовь к исследованиям». Другой биограф отмечал: «Никто не мог бы вывести его из его размышлений, в которые он был погружен с такой силой, что всякая другая мысль казалась в нем угасшей».

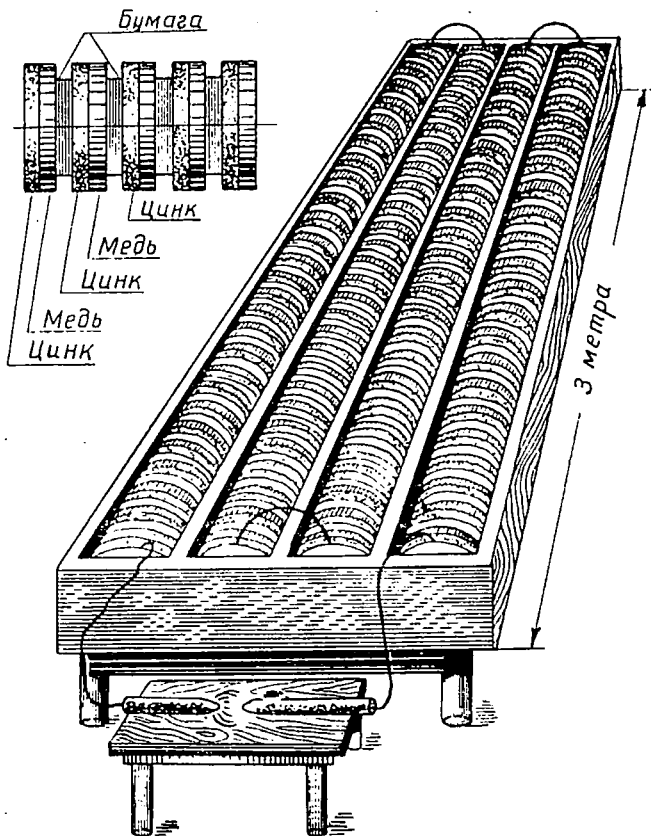
После пожара, уничтожившего выставку в память столетия изобретения вольтова столба, на частные средства было воздвигнуто на берегу озера Комо здание в виде храма неоклассического стиля. В залах, оформленных художественно, торжественно открытых 15 июля 1928 года, хранятся предметы, относящиеся к научным трудам и жизни Вольты, в том числе модели сгоревших оригинальных приборов и немногие из уцелевших. В честь Вольты присуждается премия за лучшие работы по электричеству. Рукописи Вольты собраны в Милане в библиотеке его имени при Ломбардском институте науки и литературы, в 1927 году с особой торжественностью отметившем столетие со дня смерти великого ученого.

„ОГРОМНАЯ НАИПАЧЕ БАТАРЕЯ“

В Петербурге в 1803 году вышла книга под названием «Известия о гальвани-вольтовских опытах». На титульном листе сообщалось, что опыты производил профессор физики Василий Петров «посредством огромной наипаче батареи, состоящей из 4 200 медных и цинковых кружков».

Это был период расцвета научного дарования выдающегося русского ученого. «Известия о гальвани-вольтовских опытах», — несомненно, классический труд, имевший для своего времени исключительную ценность. Эта работа и сейчас оценивается как крупный вклад в мировую научную литературу, она является гордостью русской науки.

А между тем в течение почти целого столетия, прошедшего со дня смерти В. В. Петрова, его имя почти не упоминалось среди крупных деятелей русской науки начала прошлого века. Изучением его богатого научного наследия занялись лишь после Октябрьской революции. Отряхнув вековую пыль с многочисленных книг, статей и научных заметок В. В. Петрова, исследователи обнаружили в них богатейший научный материал, чрезвычайно оригинально и глубоко разработанный, посвященный разным проблемам, представляющий собой ценность для



Вот та самая «огромная наипаче батарея» из 4 200 медных и цинковых кружков. Она построена в Петербурге русским электротехником В. В. Петровым в 1803 году.

науки. Перед нами предстал образ большого ученого, вышедшего из народа, выросшего до крупного исследователя и всем своим творчеством способствовавшего подъему науки на еще более высокую ступень.

Василий Владимирович Петров родился в 1761 году в г. Обояни Курской губернии. Учился он в детстве дома и в церковной школе. Затем поступил в Харьковский коллегиум — высшую школу, которую не окончил, так как переехал в Петербург. В столице В. В. Петров продолжал учение в учительской семинарии.

По окончании семинарии В. В. Петров был назначен учителем физики и математики в Колыванско-Воскресенское горное училище в г. Барнауле. А через пять лет он получил назначение в Медико-хирургическое училище при Главном хирургическом госпитале в Петербурге, где и проработал 41 год до конца жизни.

В 1795 году училище было преобразовано в Медико-хирургическую академию (ныне Военно-медицинская академия). Здесь русский ученый в течение нескольких лет создал большой физический кабинет. По существу, он был одной из лучших физических лабораторий мира.

В. В. Петров был широкообразованным человеком.

Зная хорошо латинский, английский, французский и немецкий языки, он постоянно находился в курсе всех достижений мировой научной мысли и передовых идей своего времени. Ученый сделал много важных открытий в области электротехники, физики, химии.

Одна из больших его работ посвящена исследованию природы свечения тел — люминесценции. Вопросом «холодного свечения» он занимался 40 лет. Кроме того, ученый провел немало химических исследований и результаты их постоянно публиковал в научной литературе. В. В. Петров много лет посвящал также изучению действия статического и гальванического электричества на организм человека.

Василию Владимировичу Петрову принадлежит честь закладки одного из первых камней в великое здание электротехники. Об этом свидетельствует его труд «Известия о гальвани-вольтовых опытах».

Первый в истории человечества генератор постоянного электрического тока, изобретенный Вольта, привлек внимание В. В. Петрова. Израсходовав около 200 рублей, ученый создал грандиозный вольтов столб, вряд ли имевший в то время равный себе по мощности во всем мире. Вольтов столб Петрова состоял из 2 100 гальванических пар: 4 200 медных и цинковых кружков и прокладок из бумаги, пропитанной раствором электролита. В апреле 1802 года

«гальвани-вольтовая батарея» Петрова была готова. Соорудив генератор гальванического электричества невиданных размеров, русский исследователь получил возможность произвести много опытов, приведших к важным открытиям.

В своих опытах В. В. Петров впервые применил изоляцию проводов. Вот как он писал об этом: «Напоследок между новостями, относящимися к сей же материи, можно почитать и выдуманное мною употребление металлических проволок, покрытых сургучом или воском, кроме одного только кончика».

В «статьях» (главах) своей книги он дал сведения, понятные и доступные для самых широких кругов исследователей. Ясно и просто он описал оборудование, чтобы каждый мог сам изготовить батарею. В первой же «статье» он рассмотрел во всех подробностях вопрос «О составлении и употреблении гальвани-вольтовых батарей».

Ученый детально описал технику сооружения вольтова столба и сопровождал это описание практическими указаниями. Он отметил, что есть известное неудобство при установке большого столба вертикально, и указал, что для таких батарей придумано «употребление параллельного их с горизонтом расположения». Видимо, русский исследователь знал, что в 1801 году физик Крюикшенк придумал вольтову столбу форму «ящичкового столба».

Опираясь на мировой опыт, Петров отлично решил задачу создания и больших, и малых батарей. Следуя правилу открывать доступ к научным делам всем желающим, Петров написал вторую главу книги: «О средствах чищения составных гальвани-вольтовой батареи металлических частей, превращающихся в оксид на поверхности». Очень часто ученый производил опыты в присутствии многочисленных зрителей.

«Статьи» III и IV рассматриваемой книги содержат описание опытов, произведенных В. В. Петровым для изучения «гальвани-вольтовой жидкости», то есть электрического тока, а также его действия. Особенно важна глава VII «О расплавлении и сжигании металлов и многих других горючих тел, а также о превращении в металлы некоторых металлических оксидов посредством гальвани-вольтовой жидкости». Содержание этой главы, написанной еще в 1802 году, показывает, что наша страна стала родиной важных открытий. Самое замечательное из них описано в первых же строках:

«Есть ли на стеклянную плитку или на скамеечку со стеклянными ножками будут положены два или три древесных угля, способные для произведения светящихся явлений посредством гальвани-вольтовой жидкости, и есть ли потом металлическими изолированными направителями (*directores*), сообщенными

с обоими полюсами огромной батареи, приближать оные один к другому на расстоянии от одной до трех линий¹, то является между ними весьма яркий белого цвета свет или пламя, от которого оные угли скорее или медлительнее загораются и от которого темный покой довольно ясно освещен быть может». Четко и точно описаны в этом отрывке два замечательных открытия: первое — электрическая дуга, ставшая затем известной под названием вольтовой дуги, и второе — «весьма яркий белого цвета свет и пламя» электрической дуги как источника электрического освещения.

До В. В. Петрова были известны только электрические искры, проскакивающие между электродами при их сближении. Он же открыл в 1802 году принципиально иное: постоянное пламя, устанавливающееся между двумя углями, находящимися под током. Не ограничиваясь открытием этого явления, он указал на возможность использовать электрическую дугу для освещения.

За рубежом электрическая дуга получила известность только после того, как ее описал в «Элементах химической философии» в 1812 году английский химик Гэмфри Дэви. Он применил в практических целях то, что открыл В. В. Петров.

¹ Линия — старинная русская мера длины: 1 дюйм = 10 линиям = 25 мм.

Открытие В. В. Петровым электрической дуги дало толчок для новых исследований и было впоследствии применено в различных отраслях техники.

В. В. Петров изучил явление, происходящее с металлами в пламени электрической дуги. Он установил, что между электродами «является больше или меньше яркое пламя, от которого сии металлы иногда мгновенно расплавляются». Так была впервые доказана возможность плавки металлов при помощи электрической дуги, что в дальнейшем было использовано в металлургии.

Вместе с тем ученый установил возможность превращения металлов в пламени электрической дуги в их окислы: «...можно собрать большее или меньшее количество оксида, свойственного каждому металлу цвета».

В. В. Петров впервые открыл возможность получить при помощи электричества металлы из руд. Изучая действие электрической дуги «при употреблении огромной батареи, он установил следующее: «...пытал я превращать красные свинцовый и ртутный, также и сероватый оловянный оксиды в металлический вид: следствия же сих опытов были такие, что упомянутые оксиды, смешанные с порошком древесных углей, салом и выжатыми маслами, при сгорании сих горючих тел иногда с пламенем, принимали настоящий металлический вид».

Можно сказать, что В. В. Петров занял мировое первенство как зачинатель электрометаллургии, имеющей теперь огромное значение.

В. В. Петрову принадлежат первые опыты, последующее развитие которых привело к созданию электрической сварки. В 1803 году он опубликовал отчет о своих экспериментах, в котором было сказано следующее: «Когда тонкая железная, согнутая в спиральную фигуру и притом изолированная проволока... и сообщенная с одним полюсом огромной батареи, будет употреблена для опыта... и поднесена к углю, сообщенному с другим полюсом батареи, то между ними является также больше или меньше яркое пламя... конец проволоки, почти во мгновение ока, краснеет, скоро расплавляется и начинает гореть с пламенем и разбрасыванием весьма многих искр по различным направлениям». Это важное открытие и легло в основу электросварки.

Изучая свечение газов в разреженном пространстве и другие «светоносные явления», вызываемые электрическим током, В. В. Петров выяснил, что «огнем, сопровождающим течение гальвани-вольтовой жидкости», то есть огнем, получаемым при помощи электрического тока, можно «весьма удобно» зажигать водород, вызывать выстрелы «электрического пистолета», «медной электрической пушечки». При помощи того же огня он зажигал винный спирт,

серный и селитряный эфиры, мятные и эфирные масла. Он изучал при различных условиях зажигание электричеством этих веществ, а также писчей бумаги, графита и иных материалов.

Русский ученый сделал много важных открытий, легших в дальнейшем в основу учения об электро-материалах. В 1804 году вышла из печати книга «Новые электрические опыты профессора Василия Петрова». Вплоть до начала XIX века общепринятым было мнение, что существуют «тела электрические» (изоляторы), могущие электризоваться, и «тела неэлектрические» (проводники), неспособные электризоваться при трении.

В. В. Петров доказал своими опытами, что «все металлы могут соделываться электрическими, без сообщения их с другими наэлектризованными телами, ... если над ними будет произведено стегание»¹, то есть он доказал способность всех тел электризоваться.

Труд «Новые электрические опыты» богат и многими другими сведениями о его открытиях. Например, В. В. Петров открыл образование окиси азота воздуха при электрических разрядах. Это явление было в дальнейшем использовано для развития в конце XIX века новой отрасли промышленности, производящей связанный азот и его соединения — важ-

¹ Стегать — по-древнерусски означает натирать.

нейшее сырье для производства взрывчатых веществ, удобрений и пр.

В «Собрании физико-химических новых опытов и наблюдений» В. В. Петров скромно писал в 1801 году: «Я — природный россиянин, не имевший случая пользоваться изустным учением иностранных профессоров физики и доселе остающийся в совершенной неизвестности между современными нам любителями сей науки». Несмотря на это, В. В. Петров сумел овладеть научным опытом, накопленным во всем мире. По его высказываниям можно судить, что в царской России обращали мало внимания на его научную работу. В 1803 году он с надеждой писал, завершая свое «Известие о гальвани-вольтовых опытах»: «Я надеюсь, что просвещение и беспристрастные физики по крайней мере некогда согласятся отдать трудам моим ту справедливость, которую важность сих последних опытов заслуживает».

В наше время его заслуги перед русской и мировой наукой оценены по достоинству.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ , ● ЭКСПЕРИМЕНТЫ ...

Есть имена в истории науки, о которых мало знают наши современники и которые, может быть, еще более скромной известностью пользовались при жиз-

ни. Но эти люди внесли свой посильный вклад в развитие науки, сделали много экспериментов, наблюдений, теоретических обобщений, благодаря которым стали возможными дальнейшие открытия. И мы расскажем об этих тружениках, в частности о тех из них, кто занимался решением проблем электричества.

Прежде всего назовем современников В. В. Петрова. Это немецкий физик Т. Зеебек, прибалтийский физик и химик Х. Гротгус, русские ученые А. Т. Болотов, В. Н. Каразин, А. Воинов и многие, многие другие.

Х. Гротгус (1785—1822) создал первую теорию электролиза. В 1805 году он обнаружил, что электрический ток, проходя через раствор, разлагает растворенное в нем вещество на составные части. Еще в первых своих опытах он обратил внимание на то, что выделение продуктов разложения происходит не во всем объеме электролита (раствора, через который проходит электрический ток), а лишь на тех металлических пластинках или проволоках, которые соприкасаются с электролитом и по которым ток входит в электролит или выходит из него. Электрическое поле, а также и ток во время электролиза направлены внутри электролита от анода к катоду, но выделение вещества происходит только у самих электродов. Он наблюдал это явление много раз и, наконец, вы-

двинул гипотезу о том, что молекулы растворенного вещества состоят из двух частей, из которых одна заряжена положительно, другая же — отрицательно. Положительно заряженные частицы под действием электрического поля электродов двигаются от анода к катоду, отрицательно заряженные — в противоположную сторону.

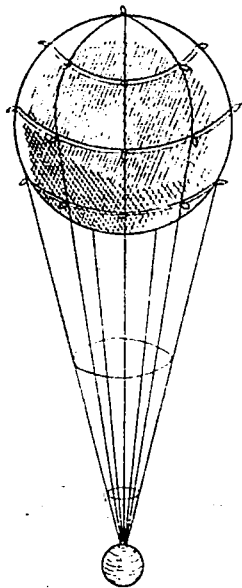
Другой ученый Т. Зеебек (1770—1831) в 1823 году заметил, что если спаять концы двух металлических проволок из висмута и меди и нагреть один из спаев, оставляя другой холодным, то в цепи получается электрический ток. Рождающийся под действием тепла электрический ток был назван термоэлектрическим током, а комбинация проводников, дающая такой ток, — термоэлементом.

Термоэлементы в наше время широко используются как источники энергии для питания радиоаппаратуры в местностях, где нет других источников электроэнергии. Термоэлементы применяются и в измерительной аппаратуре, в различных областях науки и техники.

Русских ученых интересовали и проблемы физиологического действия электричества, они стремились найти практическое применение электричества в медицине и других областях. Одним из таких исследователей и энтузиастов электротехники был Андрей Тимофеевич Болотов (1738—1833), широко извест-

ный теперь как один из основоположников агрономической науки. Это был ученый и писатель. Его автобиографические записки «Жизнь и приключения Андрея Болотова», написанные им для своих потомков, дают замечательную и разностороннюю картину русского общества XVIII века. Болотов изучал также возможности применения электричества в медицине. В 1803 году вышла из печати его книга: «Краткие и на опыте основанные замечания о электрицизме и о способности электрических машин к помоганию от разных болезней». В первой части книги он изложил общие сведения об электричестве. Затем дал обстоятельное описание «о электрических машинах вообще и о устройении простейшей особенно». В частности, интересно рассказано об оригинальной машине, созданной А. Т. Болотовым. Она была проще и надежнее известных в то время электрических машин, о чем автор писал: «взамен того была так проста и делание оной сопряжено с толь малым искусством и изживением, что весьма многим можно снабжать себя таковыми». Машина А. Т. Болотова оказалась на практике «так тверда, так для многова действованиа прочна и действия ее ко врачеванию столь достаточны, что она в состоянии была выдержать, ни мало не раскачавшись и не требуя починки, более десяти тысяч раз предпринимаемого ею для лечения больных действованиа».

А. Т. Болотов стремился сделать общим достоянием свои знания, открытия и изобретения. Он дал



Так выглядел по проекту В. Н. Каразина аэростат для подъема «электроатмосферных снарядов», собирающих в верхних слоях атмосферное электричество и доставляющих его на землю.

подробное описание всех деталей своей машины, принципа ее работы и использования с тем, «чтобы в случае оказавшейся полезности можно было по примеру моему многим и другим у себя дома, без прибежища к махинистам, а при помощи простейших мастеровых, как, например, столяра и слесаря, их делать и без больших издержек снабжать себя оными».

В возможности технического применения электричества убедился на опытах русский ученый Василий Назарович Каразин (1773—1824). Его научная деятельность относится к концу XVIII и началу XIX века. Он является основателем Харьковского университета и инициатором множества замечательных начинаний в науке и технике.

В. Н. Каразин продолжил в России дело, начатое В. В. Пет-

ровым. Внимание ученого, немало сделавшего для развития сельского хозяйства и промышленности страны, привлекла возможность получения при помощи электричества азотистых соединений для хозяйственных нужд за счет неисчерпаемых запасов азота в атмосфере. Однако он понимал, что при помощи такого источника электричества, как вольтов столб, вести промышленное производство невозможно. Единственным источником, где уже имелось «готовое» электричество больших мощностей, была природа.

Если М. В. Ломоносов и его современники положили начало изучению атмосферного электричества, разгадывая сокровеннейшие тайны природы и исследуя молнию своими «громовыми машинами», то В. Н. Каразин решил «заставить» молнию служить практическим целям человека. В 1818 году он написал труд: «О возможности приложить электрическую силу верхних слоев атмосферы к потребностям человека», в котором предлагал использовать новинку того времени — аэростаты — для подъема «электроатмосферных снарядов», собирающих в верхних слоях атмосферное электричество и доставляющих его на землю для практического использования. Проект В. Н. Каразина рассматривался в комиссии Академии наук Петровым, Фусом, Шуманом и Шубертом. Три последних члена комиссии написали на

немецком и французском языках отзывы, порочащие проект В. Н. Каразина. Только В. В. Петров поддержал предложение Каразина, но и он выдвинул свой контрпроект — извлекать из атмосферы электричество при помощи «электрического изолированного змея».

Изумительный по смелости мысли проект В. Н. Каразина и предложение В. В. Петрова не были осуществлены. Их замыслы так далеко опередили свое время, что даже современная техника не располагает такими средствами, чтобы извлекать электричество из верхних слоев атмосферы для промышленных целей. Но «электроатмосферные снаряды», поднимаемые на высоту при помощи аэростатов и воздушных змеев, как предлагали В. Н. Каразин и В. В. Петров, привлекали и ныне продолжают привлекать внимание многих новаторов в нашей стране и за рубежом.

Начиная с первых лет XIX века, в России очень многие ученые занимались изысканием практического применения электричества. В 1814 году Александр Воинов разработал диссертацию о молнии и громе, в 1818 году Василий Телепнев опубликовал работу «Рассуждения о способах возбуждения электричества в телах». Известный физик того времени Афанасий Иванович Стойкович издал в 1826 году труд «О соломенных и разных других отводах мол-

нии и града». Немало других работ, опубликованных в русской печати в те годы, было посвящено теории электричества.

Дальнейший успех в развитии электротехники стал возможным благодаря открытию, сделанному в 1820 году датским физиком профессором Копенгагенского университета Хансом Кристианом Эрстедом. Этот ученый, помещая магнитную стрелку возле проводника с током, заметил, что она отклоняется от своего первоначального положения и всегда стремится стать перпендикулярно к плоскости, проведенной через проводник и центр стрелки.

Х. К. Эрстед открыл действие электрического тока на магнитную стрелку. Оказалось, что полюса стрелки не притягиваются и не отталкиваются от проводника с током, а ток отклоняет полюса магнита в стороны. Причем отклонение полюсов магнитной стрелки зависит от величины тока и положения магнитной стрелки по отношению к проводнику.

Проще говоря, явление, открытое Эрстедом, доказывало наличие магнитного поля вокруг проводника с электрическим током. Это открытие сыграло важную роль в развитии науки об электромагнетизме.

Явлением Эрстеда первоначально воспользовались для устройства измерительного прибора типа гальванометра. Современные гальванометры, приме-

няемые для самых точных измерений, значительно усовершенствованы.

Открытие Х. К. Эрстеда заставило всех ученых того времени повторять опыты с магнитной стрелкой и электрическим током. Такие опыты ставились в Лондоне, Париже, Мюнхене, Гейдельберге, во Флоренции, Женеве, Петербурге. Это привело впоследствии к постройке первых в мире электромагнитных телеграфов.

От эксперимента к эксперименту ученые накапливали знания о свойствах электричества. Раскрытие смысла опытов Эрстеда положило начало электродинамике — науке о движении электрических зарядов. Родоначальником этого раздела физики был французский ученый А. М. Ампер.

„ТАК ЖЕ ПРОСТ, ● КАК И ВЕЛИК“

В комнате у стеллажей с книгами сидит подросток и увлеченно читает «Энциклопедию» под редакцией Дидро и Д'Аламбера. Не первый раз он уже перелистывает эту толстую книгу. Он знает даже целые отрывки и цитаты наизусть: он будет часто вспоминать их потом, глубоким стариком. Этот мальчик — Андре Мари Ампер, тот, который в XIX веке стал знаменитым физиком (род. в 1775 г.).

Раннее чтение книг пробудило в мальчишке любознательность. Он еще совсем юным почувствовал интерес к философии, физике, химии, математике.

Позже, пользуясь библиотекой Лионского колледжа, Андре Мари познакомился с книгами выдающихся ученых, в том числе с работами Эйлера и Бернулли. Их труды были написаны на латинском языке, и, чтобы прочитать их, Андре Мари овладел этим языком. Ампер изучил также классиков математики XVII и XVIII веков и уже к четырнадцати годам имел большие познания в математике.

Андре Мари жил на средства от уроков. Он преподавал математику, физику и химию. После поисков рекомендаций для поступления на работу его, наконец, пригласили в Центральную школу в город Бург, где он прошел аттестационную комиссию. Постановление, скрепленное подписью префекта, гласило: «Согласно протоколу жюри народного образования от сего числа, из коего следует, что, подвергнув экзамену гражданина Ампера, означенное жюри убедилось в том, что упомянутый гражданин Мари Ампер обладает всеми данными, необходимыми для занятия места профессора...»

В 1807 году Ампер был назначен профессором Политехнической школы.

Не было такой отрасли науки, которой Ампер не интересовался бы и не занимался со собственными

ему глубиной и самостоятельностью мысли. Его работы касались не только наук математических и физических. Он много занимался также химией, живой природой и философией. Ампер был гениально одаренным естествоиспытателем.

Новости науки распространялись в то время не скоро. О явлении, открытом Эрстедом, Ампер узнал только 11 октября 1820 года на очередном еженедельном заседании Французской Академии. Известный физик, член Французской Академии Д. Ф. Араго прочитал на этом заседании записку Эрстеда и продемонстрировал его опыт. На следующее же заседание, через неделю, Ампер явился с готовым докладом о произведенных им открытиях. Еще через неделю, 25 октября, он представил собранию академиков вполне разработанное сообщение об установленных им основных законах взаимодействия электрических токов. До этого физики говорили только о положительном и отрицательном зарядах. Происходило это от того, что ученые изучали электричество преимущественно в виде неподвижных зарядов в наэлектризованных телах. Ампер же стал исследовать те электрические явления, которые происходят в проводнике, пропускающем через себя электрический ток гальванической батареи.

Ампер установил, что два проводника, через которые проходят электрические токи, оказывают друг

на друга механическое действие: притягиваются и отталкиваются. Два параллельных проводника, по которым токи текут в одном и том же направлении, притягивают друг друга. Если в тех же проводниках токи текут в противоположных направлениях, то проводники отталкиваются. Из этих явлений Ампер вывел математический закон взаимодействия двух электрических токов. Этот закон позволяет определить силу, с которой действуют друг на друга два любых электрических тока.



Французский ученый
А. М. Ампер.

Теория Ампера положила начало новой отрасли науки об электричестве, которую он назвал электродинамикой, то есть электричеством в движении. Разработанное до него учение об электрических зарядах Ампер назвал электростатикой, то есть электричеством в покое.

Основные законы электродинамики Ампер сформулировал так точно, что за 100 лет, прошедших после его смерти, они не изменились и сохраняют свое значение в теории электричества.

Размышляя о причине, которая заставляет магнитную стрелку изменять свое положение вблизи проводников с электрическим током, Ампер нашел объяснение этому явлению. Он подхватил догадку Эрстеда. Если стрелка отклоняется то в одну, то в другую сторону в зависимости от того, сверху или снизу действует на нее ток, то подобные движения стрелка может получить лишь тогда, когда к ней приложено переменное по направлению усилие, создающее относительно оси стрелки крутящий момент. Ампер представил себе, что вокруг каждого магнита существуют магнитные силы, магнитные токи, которые как бы окружают магнит невидимой вращающейся муфтой. Эти токи получили в науке название токов Ампера.

Ампер думал, что эти магнитные токи по природе своей ничем не отличаются от электрических токов, идущих в проводнике от гальванической батареи. Руководствуясь этой идеей, ученый построил нечто вроде электрического компаса. Он пропускал ток по свободно подвешенной спиральной проволоке, по так называемому соленоиду¹. Тогда соленоид становился как бы магнитом с северным и южным полюсами и стремился занять такое же положение, как

¹ Соленоид (по-гречески трубообразный) представляет собой цилиндрическую поверхность с намотанным на нее проводником, по которому проходит электрический ток.

и стрелка компаса,— вдоль магнитного меридиана земли.

Два соленоида действуют друг на друга, как два постоянных магнита из намагниченной стали. Между полюсами соленоида и постоянного магнита происходят такие же притяжение и отталкивание, как между полюсами двух постоянных магнитов. Одним словом, соленоид, пока через него идет ток, ничем не отличается от магнита. Поэтому-то Амперу и пришла в голову мысль рассматривать каждый магнит как естественный соленоид, то есть как носитель круговых электрических токов. Вот как ученый пришёл к этому выводу.

Он рассуждал так: если электрический ток, обегая соленоид кругом по кольцам спирали, сообщает ему магнитные свойства, то почему не представить себе, что и постоянный магнит получает свои магнитные свойства оттого, что внутри его протекают круговые электрические токи? Из этого предположения Ампер сделал новый вывод: магнитная стрелка Эрстеда поворачивается поперек проводника, по которому течет электрический ток, в силу тех же притяжений и отталкиваний, какие наблюдаются между двумя проводниками с током. Особенности движения стрелки Эрстеда объясняются тем, что токи в магните имеют круговое направление. Поэтому их притяжение или отталкивание от проводника приводят

стрелку во вращательное движение. Направление этого вращения зависит от направления тока в проводнике и от положения проводника относительно магнита.

В 1820 году, после открытия Эрстеда, Ампер демонстрировал прибор, имевший 30 клавишей, соединенных со столькими же проводниками, шедшими со станции отправления на станцию приема. Клавиши соответствовали буквам, знакам препинания и условному знаку для конца слова. Пропуская на станции отправления ток по соответствующему проводнику, он вызывал на станции приема отклонение одной из 30 магнитных стрелок, соответствовавших названным клавишам. Это был далекий предшественник современного телеграфа.

Свои мысли Ампер умел высказать коротко и ясно. Закон движения Эрстедовой стрелки он выразил таким правилом: «Если вообразить, что ты плывешь по направлению тока и смотришь на стрелку сверху вниз, то она будет всегда отклоняться влево от тебя». Это легко запоминаемое правило, которое получило в учебниках физики название «правило пловца».

Кроме исследований связи между электричеством и магнетизмом, Ампер оставил ряд замечательных трудов по математике, физике и механике. В честь великого ученого Международный съезд электриков

присвоил единице величины тока название ампер. Ампер по праву считается отцом электродинамики, его труд «Теория электродинамических явлений, выведенная исключительно из опыта», который вышел в 1825 году, представляет для науки немалый интерес и в настоящее время.

Весной 1836 года Ампер отправился в инспекторскую поездку, но 21 мая в Марселе он заболел воспалением легких. 10 июня 1836 года Ампер умер вдали от родных и друзей, одиноким, каким оставался всю жизнь. Его похоронили на городском кладбище в Марселе. На могилу был возложен камень с высеченными словами: «Он был так же прост, как велик».

АЗБУКА ЭЛЕКТРИЧЕСТВА



Ректор Берлинского университета Георг Вильгельм Фридрих Гегель раздражен. Перед ним на столе лежит рукопись, которую он только что прочел. На ее титульном листе значится: «Гальваническая цепь, обработанная математически», а сверху, где всегда пишется фамилия автора, стоит: Георг Симон Ом.

Да, образ мыслей Ома, чья докторская диссертация лежала перед Гегелем, в самом основном, самом принципиальном расходится с его, гегелевскими

взглядами, на естественные науки, на возможность познания мира, наконец, на природу электричества. Он, Гегель, крупнейший философ своего времени, считает, что природу нужно познавать а priori (независимо от опыта). В его понимании электричество — это «особая» материализация напряженного тела, которая еще не входит в процесс, а только определена в нем элементарным и душевным образом... Электричество — это собственный гнев, собственное бушевание тела, его гневное я, которое проявляется в каждом теле, когда его раздражают¹.

А диссертант, напротив, строит свои выводы на опытах и только на опытах. Свои исследования свойств электрического тока он оформляет в строгие математические зависимости и объясняет открытые явления материалистически. Нет, такая диссертация должна быть отклонена.

И ректор университета отклонил диссертацию Ома.

Однако настоящее открытие не могут остановить никакие преграды. Законы Ома, изложенные им в диссертации, имели большую научную ценность и впоследствии были приняты на вооружение всеми физиками.

Так в столкновении двух точек зрения на природу электричества — идеалистической и материали-

¹ Ф. Энгельс. Диалектика природы, 1936, стр. 200.

стической—победила материалистическая. Эта оценка природы электричества основывалась на научном эксперименте, на глубоком понимании связей между отдельными свойствами электрического тока, на точном математическом мышлении.

Каковы же научные предпосылки, послужившие основой для исследований Ома?

Французские физики Био и Савар в 1820 году измерили напряженность магнитного поля, создаваемого прямолинейным электрическим током. Крупный французский физик Д. Ф. Араго открыл так называемый «магнетизм вращения», то есть действие вращающейся металлической пластинки на магнитную стрелку, расположенную вблизи этой пластинки.

К 1823 году относится и изобретение В. Стерджемом электромагнита. Помещая железный стержень внутрь соленоида, он обнаружил, что при пропускании электрического тока стержень сильно намагничивается. Этот принцип используется и в современных электромагнитах.

В первой четверти XIX века уже накопилось достаточно опытных данных о свойствах электричества, о величине тока, о напряжении, о сопротивлении. Однако зависимость между этими величинами не была установлена. А именно это имело большое значение не только для теории электричества, но и для практики.



Немецкий ученый
Г. Ом.

Значение открытий Ома в том и состоит, что он установил количественную зависимость между силой тока, напряжением и сопротивлением цепи. Закон Ома для участка электрической цепи формулируется так: падение напряжения на данном участке цепи прямо пропорционально силе тока и электрическому сопротивлению участка. Для замкнутой цепи закон формулируется так: величина тока

прямо пропорциональна электродвижущей силе и обратно пропорциональна полному сопротивлению цепи.

Закон Ома является основой всех расчетов, применяемых в электротехнике. Это — азбука электричества, которую обязан знать каждый изучающий физику.

Жизнь и деятельность Георга Симона Ома прошла в Германии. Он родился в 1787 году. С 1805 года начал учиться в Эрлангенском университете, но не окончил его. Занимаясь самостоятельно, он успешно сдал экзамены и в 1811 году защитил диссертацию.

Вначале Ом был учителем физики и математики в гимназии в Готтштадте, затем в Вамберге (1813—1817), Кельне (1817—1828), Берлине (до 1833). С 1833 года Ом — профессор Политехнической школы в Нюрнберге, а с 1849 года — профессор Мюнхенского университета.

Три года Ом исследовал гальваническую цепь и, обосновав ее математически, пришел к выводу своего знаменитого закона, на котором зиждется теперь вся электротехника. Установленной зависимости между силой тока, напряжением и сопротивлением он придал вид математической формулы.

Своей работой он показал, что сопротивление проводника зависит от материала, из которого он изготовлен, и размеров. Такое сопротивление проводника называется *омическим сопротивлением*. Закон, найденный экспериментально, сформулирован в 1826 году в работе «Определение закона, по которому металлы проводят электричество».

Пользуясь аналогией между движением электрического тока, с одной стороны, и тепловым потоком или потоками воды — с другой, Ом в 1827 году обосновал тот же закон теоретически.

С установлением количественного соотношения между основными параметрами электрической цепи открылись широкие возможности для изучения электрических явлений. Появилась возможность практи-

чески рассчитывать необходимую силу тока, напряжение, потери тока в цепи и пр.

Однако закон Ома долгое время не находил признания, и многие отнеслись к нему с недоверием. Как уже говорилось, его диссертация была встречена в Берлинском университете враждебно. И лишь позже его сочинение приобрело всемирное значение.

Теоретически установленная зависимость, выражающая закон Ома, была положена в основу исследований всемирно известных экспериментаторов: С. Пулье, Р. Кольрауша, Д. К. Максвелла, русских ученых Э. Х. Ленца, Б. С. Якоби и немецких ученых К. Гаусса и Г. Кирхгофа.

На Международном конгрессе электриков 1881 году в Париже именем Ома была названа единица сопротивления. «Абсолютный практический ом есть электрическое сопротивление между двумя точками линейного проводника, в котором разность электрических потенциалов между этими точками в 1 абсолютный практический вольт производит ток в 1 абсолютный практический ампер».

Однако практическое применение единицы сопротивления ом, как и других единиц, долгое время было затруднительным, до Международной конференции электриков в Лондоне в 1908 году. На конференции за единицу электрического сопротивления был принят международный ом, равный сопротивле-

нию (при неизменяющемся электрическом токе и температуре тающего льда) ртутного столба длиной 106,3 сантиметра, имеющего одинаковое по всей длине сечение и массу в 14,4521 грамма.

В нашей стране сейчас за единицу сопротивления в один ом принято такое сопротивление, которое при разности потенциалов в 1 вольт пропускает ток величиной в 1 ампер.

Закон Ома дал большой толчок исследовательским работам по электротехнике во всем мире.

ВАЖНОЕ ОТКРЫТИЕ НА... ● КРЮЧКЕ

О жизни многих ученых история сохранила любопытные факты. Вот что рассказывают документы о великом английском физике Майкле Фарадее, первооткрывателе электромагнитного поля в электромагнитной индукции.

Познакомившись с открытием Эрстеда о влиянии электричества на магнитную стрелку, Фарадей пришел к оригинальной мысли. Если от прохождения тока по проводнику получается магнит,— рассуждал он,— то нельзя ли от магнитных сил получить электрический ток?

Этот вопрос для Фарадея оставался неразрешенным в течение почти десяти лет. Он все время носил

с собой постоянный магнит и соленоид и, даже будучи в гостях, время от времени доставал магнит и соленоид, рассматривал их и проделывал с ними какие-то странные для окружающих манипуляции.

Проходили годы, а решение вопроса не давалось в руки. Не было дня, чтобы Фарадей не задумывался над своей «игрушкой». В личном журнале под заголовком «О возбуждении электричества посредством магнетизма» пока стояли пометки: «Никакого результата».

Наконец, осенью 1831 года во время проведения опыта (не известно которого по счету) он заметил резкие отклонения стрелки гальванометра, включенного в цепь. Броски стрелки гальванометра отмечались только во время замыкания и размыкания цепи.

24 сентября 1831 года Фарадей проделал опыт с постоянными магнитами и катушкой, в которую был включен гальванометр. Этот опыт окончательно убедил ученого в том, что причиной появления тока в гальванометре являются магнитные силы. Токи, возникающие в проводниках при действии магнитных сил, он назвал индукционными.

Ученый понимал, насколько серьезно открытие, которое он сделал. Пока еще робко, но уже с радостью он писал своим друзьям: «Я чувствую, что моя исследовательская удочка зацепилась за что-то круп-

ное, но что окажется на крючке, когда его удастся вытащить,—большая ли рыба или просто пучок водорослей? Пока я этого не знаю с уверенностью, я предпочитаю ничего не говорить о предстоящем улове».

Творческая биография Фарадея очень богата разнообразными открытиями, важными для развития электротехники.

Майкл Фарадей из своей семидесятишестилетней жизни отдал науке в общей сложности 50 лет. Это был очень трудолюбивый ученый, самый терпеливый при неудачах, которые случались во время экспериментов.

Фарадей родился в 1791 году в семье кузнеца в Лондоне. Очень дружной была эта семья. Хотя его отец Джемс Фарадей имел небольшой заработок, недостатка в семье не чувствовалось благодаря тому, что мать Майкла умело вела домашнее хозяйство.

В детстве Майкл плохо выговаривал букву «р». Из-за этого девятилетнему мальчику пришлось бросить начальную школу. Он научился лишь писать и читать. Некоторое время он работал разносчиком газет, а в 1805 году, когда ему исполнилось 14 лет, был принят учеником переплетчика с семилетним сроком обучения. В эти годы юноша Фарадей перечитал много книг, особенно по естественным наукам, и все опыты, описанные в них, старался проделать

сам. Интересующие его места в книгах и различные заметки о своих опытах он выписывал в специально заведенную тетрадь. Так он работал ежедневно.

Увлеченный наукой, с февраля 1810 года Фарадей стал посещать частные лекции лондонских ученых, а дома проделывал те опыты, которые ему казались наиболее интересными. Так постепенно Фарадей получал основательную по тому времени общеобразовательную подготовку.

1812 год был знаменательным в его жизни. Он познакомился с выдающимся английским химиком Гэмфри Дэви (1778—1829) и прослушал цикл его лекций по химии. В этом же году окончился срок контракта на обучение, и 8 октября Фарадей перешел в другую мастерскую рабочим.

Все время его волновала мысль о занятиях научной работой. Первые попытки получить хотя бы какую-нибудь работу в Королевском обществе естественных наук были безрезультатны. Тогда с той же просьбой он обратился к Гэмфри Дэви, приложив при этом конспекты прослушанных им лекций по химии. Дэви благосклонно отнесся к Фарадею, может быть, вспомнив свой путь в науку, который тоже не был гладким.

Год спустя Майкл Фарадей получил место лаборанта в Королевском институте. Через некоторое время после этого Гэмфри Дэви отправился в боль-

шое путешествие во Францию, Италию и Швейцарию, на что получил разрешение императора Наполеона Бонапарта (Англия и Франция находились в состоянии войны). Фарадей поехал вместе с Дэви в качестве его секретаря, лаборанта и слуги. Путешествие по Европе расширило кругозор Фарадея, он смог познакомиться с некоторыми учеными, многое увидеть.

По возвращении молодой ученый увлекся своеобразной тренировкой, стал читать лекции своим друзьям с тем, чтобы выработать в себе искусство лектора. А потом он еще занимался декламацией с тем, чтобы овладеть ораторским искусством.

Фарадей начал получать задания на самостоятельные исследования с 1816 года. В журнале Королевского общества появляются его первые краткие статьи. Через три года его продвижение в науке стало заметным. Он опубликовал уже 37 работ по различным вопросам и читал лекции в «Философическом обществе».

Его эксперименты были оригинальны. Он проводил их старательно, серьезно. На основе серий опытов им было установлено, что статическое электричество распределяется только по поверхности проводника, снаружи его, образуя невидимый цилиндр. Это явление получило название «цилиндра Фарадея». Он впервые ввел понятие об электрических си-



Английский ученый
М. Фарадей.

ловых линиях, их замкнутости и одновременном возникновении положительных и отрицательных зарядов, действии электрических зарядов друг на друга как в пустоте, так и через диэлектрик.

В учении Фарадея об электричестве важное место занимает открытие силовых линий электростатического и магнитного поля, которые он представлял реально существующими.

Фарадей развил дальше законы электролиза. Он наблюдал за электрическим током, проходящим через растворы солей или кислот, и заметил, что электрический ток разлагает их. Законы Фарадея об электролизе гласят: продукты разложения появляются только на тех местах, где электричество входит в электролит (анод) или выходит (катод) из него; во время процесса электролиза водород и металлы идут внутри электролита вместе с положительным электричеством, тогда как кислород и кислоты идут по противоположному направлению; количество разложенного вещества пропорционально количеству прошедшего электричества.

Много внимания уделял Фарадей изучению воздействия электрического тока на магнитную стрелку. Он стремился установить обратную зависимость: будет ли проводник с током отклоняться от постоянно-го магнита? Эта задача была им блестяще разрешена. Для постановки опытов он сконструировал приборы, которыми и ныне пользуются в физических кабинетах школ.

Вот краткое описание пяти знаменитых опытов Фарадея.

Первый. Две катушки Фарадей насаживал на стальной сердечник, в одну из них включал гальванометр, а в другую — источник гальванического тока. При замыкании и размыкании тока стрелка гальванометра отклонялась.

Второй. Вместо замыкания и размыкания тока в первой катушке усиливал или уменьшал ток. Индукционное действие было такое же, что и в предыдущем случае, только несколько слабее.

Третий. Оставив ток в первой катушке замкнутым, приближал ее ко второй катушке или удалял от нее. Тогда магнитное поле во второй катушке то усиливалось, то ослабевало. Опыт показал, что в этом случае возникает индукционный ток.

Четвертый. Заменив катушку с включенным источником питания постоянным магнитом, он то приближал его ко второй катушке, то удалял от нее. В

эти моменты стрелка гальванометра отклонялась от первоначального положения.

Пятый. Вдвинув во вторую катушку стальной сердечник и намагничивая его каким-либо способом, он получил особенно большой индукционный ток.

В результате всех этих опытов Фарадей пришел к заключению, что индукционные токи обязаны своим возникновением изменению магнитной индукции около проводника.

... Серия задуманных опытов закончена. 24 ноября 1831 года в Королевском обществе появился отчет Фарадея, написанный в сжатой ясной форме, под названием «Экспериментальные исследования по электричеству». Фарадей уже не робкий юноша, он уверенно пишет в своей работе: «Я все время стремился открыть новые факты и связи явлений, обусловленных электромагнитной индукцией. Меня меньше занимала задача увеличить мощность уже открытых явлений. Я твердо убежден, что полное развитие этой мощности будет найдено впоследствии».

Он не ошибся. Несколько месяцев спустя ученые дель Negro и Пиксин построили первую динамомашину, основанную на открытой Фарадеем электромагнитной индукции. Машина была еще очень мало мощной и не имела практического значения, но в ней уже воплотилось то новое, что внесло в науку и технику открытие электромагнитной индукции. Это

новое — возможность превращать механическую энергию (движение) в энергию электрическую.

В 1835 году Фарадей почувствовал себя усталым и меньше стал работать в лаборатории. В этом году ему была назначена пенсия. В 1841 году Фарадей заметил, что память ему изменяет. Он забеспокоился о своем здоровье. Но ни путешествие по Европе, ни спокойная жизнь не смогли вернуть той интенсивной деятельности мозгу, которая была утрачена, хотя и с такой плодотворной пользой для человечества. Умер великий ученый тихо, сидя в кресле 25 августа 1867 года.

О Фарадее остались воспоминания как о большом ученом, очень цельном человеке. Всю свою жизнь он старался не отвлекаться от научной работы. Служение истине должно быть бескорыстным, считал он. А поэтому на любые, самые соблазнительные предложения Фарадей отвечал отказом. Он даже отказался от предложения быть избранным на пост президента Королевского общества. «Я хочу до смерти остаться просто Майклом Фарадеем, — говорил он. — Я счастлив, что у моего имени нет приставки «сэр», и совсем не намерен ее принимать».

По поводу награждения ученых дворянскими титулами он говорил так: «Сколько есть в Англии крупных ученых? Два-три десятка. А дворян тысячи. Что же прибавится к славе ученого, если его, при-

надлежащего к лучшей двадцатке, поставят в ряд с тысячами? Такое отличие не возвышает, а принижает. Особенно нелепо, когда ученому жалуют дворянство или титул баронета».

Почетные грамоты и знаки от научных учреждений он принимал и ценил. Но самая высшая награда для ученого, по его мнению,— это успешные результаты научного исследования.

ЗАКОНЫ ОБЪЯСНЯЮТ



Есть два вида открытий. Одни имеют чисто прикладное значение и после осуществления на практике могут быть лишь усовершенствованы. Таковы громоотвод, электроскоп, электрическая дуга. Другие — принципиальные, открывают в науке новые области, широкий простор для целой серии последующих практических изобретений. К числу таких, например, относится открытие постоянного тока.

Новый толчок развитию науки об электричестве принесло открытие Майклом Фарадеем электромагнитной индукции. Оно привлекло умы многих исследователей, дало пищу для размышлений, потребовало новых теоретических обобщений.

Работа Фарадея заинтересовала одного из крупнейших физиков Эмилия Христиановича Ленца

(1804—1865), профессора Петербургского университета, Михайловской академии, члена Петербургской Академии наук. Его главная заслуга заключается в том, что он научно объяснил природу электромагнитной индукции. Ленц провел большие исследования, предшествовавшие установлению законов электрического тока. Он немало потрудился, чтобы рассеять ряд заблуждений, господствовавших в то время среди физиков.



Русский ученый
Э. Х. Ленц.

Ему первому принадлежит решение задачи распределения тока в системе разветвленных проводников, и в этом отношении он является прямым предшественником немецкого ученого Кирхгофа.

В ноябре 1833 года своими оригинальными опытами ученый доказал и теоретически обосновал общность электрических и магнитных явлений, существенно дополнил законы, которым подчиняются эти явления. Выведенные им законы легли в основу современной электротехники.

Закон, обобщающий электромагнитные явления и приведенный Э. Х. Ленцем в его докладе Петер-

бургской Академии наук в 1833 году, гласит: «Если металлический проводник движется вблизи от гальванического тока или магнита, то в нем возбуждается гальванический ток такого направления, которое вызвало бы движение покоящегося провода в направлении, прямо противоположном направлению движения, навязанному здесь проводу извне, в предположении, что находящийся в покое провод может двигаться только в направлении этого последнего движения или прямо противоположном». Так впервые был сформулирован закон обратимости электрических и магнитных явлений, а на этой основе закон обратимости машин.

Э. Х. Ленц сформулировал закон, устанавливающий направление индукционного тока: «Индукционные токи всегда направлены так, чтобы противодействовать тому движению, которым они воспроизводятся». Это правило основано на тех опытах, которые были проделаны с магнитным и замкнутым проводником, а также с проводником с током и замкнутым проводником. Э. Х. Ленц установил также, что величина индукционного тока определяется электродвижущей силой, возникающей во вторичном контуре, и сопротивлением этого контура.

Эксперименты Ленца привели к выводам о том, что величина индуктированной электродвижущей силы (ЭДС) пропорциональна числу витков вторичной

обмотки и не зависит ни от радиуса витков, ни от поперечного сечения проводников, ни от их материала. Эти выводы легли в основу закона о сохранении энергии, который был окончательно сформулирован лишь в 1847 году, то есть 14 лет спустя после доклада Ленца в Петербургской Академии наук.

Закон гласит: «Приближая проводник с током к другому замкнутому проводнику, мы возбуждаем в этом последнем ток. Работа перемещения первого проводника превращается в электрическую энергию во втором проводнике, направление тока в котором должно быть таково, чтобы препятствовать перемещению первого проводника, то есть чтобы проводники отталкивались».

Ученых XIX века очень интересовала проблема сохранения электрической энергии. Ею, в частности, занимался один из величайших немецких физиков фон Гельмгольц (1821—1894).

В 1844 году Ленц установил общеизвестный ныне закон о выделении теплоты при прохождении тока по проводнику. Он называется законом Джоуля — Ленца. Дело в том, что английский ученый Джоуль (1818—1889) и русский ученый Э. Х. Ленц каждый самостоятельно, независимо друг от друга установили закон о переходе электрической энергии в тепловую. Закон гласит: «Количество выделяемой теплоты при прохождении по проводнику тока

пропорционально квадрату силы тока, сопротивлению проводника, времени, в течение которого ток проходит по проводнику, и множенное на коэффициент 0,24».

Важные теоретические работы ученых способствовали значительному прогрессу мировой электротехники и науки об электричестве.

КАК СОКРАЩАЛИСЬ ● РАССТОЯНИЯ

В октябре 1812 года глубокие воды Невы потрясли глухие раскаты взрывов. В те часы жители Петербурга еще не знали, что каждому взрыву предшествовало легкое нажатие пальца на рычажок нового неизвестного аппарата. А делал это сам изобретатель, русский электротехник Павел Львович Шиллинг. Стоя на берегу Невы в окружении генералов, он впервые в истории проводил опыты взрыва подводных мин на расстоянии с использованием для этой цели гальванического тока.

В сентябре 1815 года Шиллинг повторил свои опыты на Сене в Париже, взятом русскими войсками. И ученый мир убедился в возможности использовать электрический ток для создания средств управления операциями на расстоянии. По существу, это были первые шаги в телемеханику.

Связь интересовала людей с древних времен. История донесла до нас любопытные сведения о том, как разные народы использовали для связи различные средства. Одни применяли сигнальные костры, другие — звук барабанов, гонгов, третьи — отраженный зеркалом свет солнца. Все это были крайне несовершенные средства связи.

Теперь привычны для глаза бесконечные вереницы телеграфных столбов, уходящих за горизонт, пересекающих страны, континенты. Телеграфные и телефонные кабели змеятся под водой океанов от одного материка к другому. Электрические сигналы мчатся по проводам и кабелям, преодолевая пространство и время. Еще более чудесное свойство связи — радио, или, как его называют, «газета без бумаги и расстояний».

Электричество помогает осуществить не только связь. Оно — основа телемеханики (науки об управлении на расстоянии), автоматики, «умных» вычислительных машин. И как приятно сознавать, что пути использования электричества для связи и автоматики проложили наши соотечественники.

Многие русские исследователи пытались, подобно известному умельцу-самоучке И. П. Кулибину, создать возможно более совершенную «дальноизвещающую машину» — телеграф. Но творчество таких экспериментаторов — а их было не мало: Панюхаев,

Бутаков, Чистяков, — не встречало должной поддержки в то время. Все технические новинки, как правило, приобретались за границей.

Идея использования электричества для передачи на расстояние условных сигналов появилась в середине XVIII века. О ней рассказал в 1753 году англичанин Чарльз Мориссон в одном из шотландских журналов.

В 1774 году француз Г. Л. Лесаж придумал устройство, работающее с помощью статического электричества. Этот прибор был похож на изобретенный позже телеграф.

Попытку использовать электричество для передачи сигналов в 1786 году сделал немецкий ученый Райзер. Затем опыты по передаче сигналов ставили еще многие ученые. В 1809 году англичанин Самюэль Земмеринг изобрел первый телеграф, конструкция которого была основана на применении гальванического электричества для разложения растворов. Это был электрохимический телеграф в отличие от стрелочного телеграфа Ампера.

Что же мы знаем об изобретателе первой телеграфной установки?

Павел Львович Шиллинг, сын русского полковника, окончил в 1802 году в Петербурге первый кадетский корпус в чине подпоручика. Это был один из образованнейших людей своего времени.

Шиллинга очень интересовали проблемы электричества. Часто бывая за границей, он подружился с изобретателем электрохимического телеграфа Земмерингом и вместе с ним проводил опыты. Во время этих опытов Шиллинг пришел к мысли создать такие провода, по которым можно было бы передавать электрические сигналы через воду, а также взрывать подводные мины.

Развивая свою идею использования электричества, как средства, помогающего преодолевать расстояния, он поставил перед собой цель — заставить электричество служить средством связи. На основе опыта, накопленного мировой наукой, Шиллинг изобрел оригинальный электрический телеграф. Еще при жизни Шиллинга это великое изобретение было применено для практических целей. Линия экспериментального образца его телеграфа была построена вокруг здания Главного адмиралтейства в Петербурге. Затем более усовершенствованный вариант его телеграфа был использован для связи на железных дорогах Англии.

В телеграфе Шиллинга условные сигналы передавались при помощи шести пар магнитных стрелок, вращающихся в горизонтальной плоскости. Магнитные стрелки были спаренными (астати́ческие стрелки). Они были подвешены так, что в каждой паре одна из стрелок вращалась внутри витков проводни-

ка, а вторая — над витками проводника, по которому подавался электрический сигнал. Стрелки висели на нитях и были связаны с дисками, имевшими белую и черную стороны. Весь этот прибор был назван мультипликатором.

Пропуская ток по проводнику, огибавшему нижнюю стрелку в мультипликаторе, можно было получать отклонение каждой пары аstaticеских стрелок. Вращаясь в горизонтальной плоскости, стрелки приводили в движение вертикальные диски, поворачивавшиеся в соответствии с сигналами белой или черной стороной к наблюдателю, принимавшему телеграмму.

На каждой из станций телеграфа аппарат имел по шестнадцать клавишей, соединенных проводами, шедшими на другую станцию для передачи телеграмм. Для вызова была приспособлена одна из клавишей, соединенная с особым мультипликатором, приводившим в действие механизм со звонком. Нажимая на эту клавишу, производили вызов. Затем действовали остальными клавишами, вызывая повороты дисков в шести мультипликаторах, предназначенных для передачи телеграммы. Условные сочетания черных и белых дисков, обращенных к телеграфисту, соответствовали определенным буквам, цифрам и прочим сигналам. Для этого Шиллингом был разработан специальный код.

Впоследствии изобретатель усовершенствовал свой аппарат. Он сумел свести все сложное устройство к одному мультипликатору, в котором стрелка на станции приема имела 36 отклонений. Вызывая нужный поворот указателя, передавали соответствующие сигналы. Следить за одним указателем, поворачивающимся под разными углами и указывающим непосредственно на определенную букву, было просто и удобно. Такой электрический телеграф можно было применять на практике уже в самых широких масштабах.

В мае 1835 года Шиллинг повез созданные им аппараты за границу для ознакомления с изобретениями ученых Западной Европы. 23 сентября он показал их на съезде естествоиспытателей в Бонне.

Гейдельбергский профессор Мунке опубликовал после этого описание и чертежи прибора Шиллинга, За рубежом убедились в том, что русский изобретатель «должен быть назван тем, кто впервые и с величайшим успехом решил проблему создания электромагнетического телеграфа».

Возвратившись домой, Шиллинг узнал, что ему предложили ввести изобретенный им электрический телеграф в Англии. Однако изобретателю хотелось сначала включить в работу телеграф у себя на Родине, и он в мае 1836 года начал работать над созданием первой в мире линии подводного телеграфа

Петербург — Кронштадт, причем часть этой линии должна была пройти по дну Финского залива.

Для сооружения одной линии был необходим хорошо изолированный кабель. В первой сухопутной линии телеграфа Шиллинга провода были проложены под землей и заключены в стеклянные трубки. Стыки трубок прикрывались резиновыми муфтами, обмазанными особым составом. Отдельные провода, заключенные в стеклянную трубку, изолировались друг от друга бумажной пряжей. Такая проводка была ненадежной.

Изобретатель занимался изысканием способов устройства более надежного подводного кабеля. Испытания образцов кабеля с каучуковой изоляцией, созданного Шиллингом, прошли успешно. Однако построить подводную линию связи Шиллингу было не суждено. Внезапная смерть изобретателя, последовавшая в июле 1837 года, прервала начатые им работы.

Его изобретение — телеграф — получило известность за рубежом. Позже многие исследователи обращались к телеграфу Шиллинга, совершенствовали его. Известный американский изобретатель Самуэль Морзе, создавший свой аппарат в 1837 году, заинтересовался электрическим телеграфом именно в 1832 году, когда труды Шиллинга впервые получили известность.

Через год после того, как в Петербурге начала действовать первая линия электрического телеграфа Зимний дворец — Министерство путей сообщения, Гаусс и Вебер устроили в своей лаборатории в Геттингене электрический телеграф с магнитными стрелками, улучшенный затем ими же, а в дальнейшем — Штейнгелем. В совершенствование изобретения Шиллинга внесли свой вклад ученые разных стран, в том числе немец Эрдман, англичанин Уинстон.

Все эти исследования в конечном счете привели к созданию аппарата Морзе, одного из самых замечательных творений человеческой мысли.

ПЕРВЫЙ

● ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ

Осенний Петербург 1838 года. На набережной Невы толпятся прохожие, с любопытством разглядывая странную лодку. В ней нет гребцов, не возвышается труба. Привычные для глаза гребные колеса вращаются, хотя стука двигателя не слышно, не видно и клубов дыма и пара — этих обычных спутников паровой машины. Какая-то непонятная сила заставляет вращаться гребные колеса, и лодка с пассажирами быстро идет по Неве против течения.

Вот что сообщалось о событии в донесении авторитетной комиссии Петербургской Академии наук:

«13 сентября 1838 года произведен был на Неве первый опыт подобного плавания — опыт впоследствии неоднократно повторенный. Электрический двигатель установили на обычном — восьмивесельном катере, на котором устроили гребные колеса, подобно тому, как это делается на пароходах. Сперва предполагали плавать только по тихой воде, но сразу же убедились в возможности совершать плавание на самой Неве и даже против течения в тех местах, где оно не слишком быстро».

Так сто с лишним лет назад испытывалось первое в мире судно, приводимое в движение электричеством, — «дедушка» современных гигантских электроходов.

Электрический двигатель приводился в действие током батареи, состоявшей из 320 гальванических элементов. Мощность батареи, однако, не соответствовала мощности двигателя, рассчитанного на 400—500 пар пластинок. Кроме того, на маленьком катере, совсем не предназначенном для подобных установок, не удалось правильно распределить нагрузку. Нос катера был перегружен и сидел в воде «несоразмерно глубоко, а именно на 2,5 фута».

Тем не менее электроход успешно плавал, поднимая до 12 человек. Средняя скорость была определена при испытаниях в 1,5 узла. «Та же скорость оказалась и из одного опыта, при котором лодка про-

ехала 7 верст сряду по Неве и каналам и свершив сей путь в течение 3 часов».

Этому событию в науке предшествовал ряд других больших и малых открытий. Прежде всего широкую дорогу для новых изобретений проложило открытие электромагнитной индукции Майкла Фарадея, описанное им в труде «О некоторых новых электромагнитных движениях и о теории магнетизма». По существу, Фарадей принципиально разработал основы создания электрического генератора — машины, преобразующей вращательное движение в электрическую энергию. Э. Х. Ленц блестяще обобщил работы Фарадея и теоретически объяснил явление электромагнитной индукции. Кроме того, Ленц открыл обратимость электрических машин, то есть возможность превращать генератор в двигатель, и наоборот. Это и явилось толчком для создания электродвигателя.

В те годы изобретением электрического двигателя занимались очень многие инженеры в различных странах. В 1824 году английский физик Барлоу описал свой простейший двигатель — электрическое «колесо». А в 1831 году американский физик Д. Генри сообщил о созданной им электромагнитной машине с возвратно-поступательным движением. Еще через два года английский исследователь Риччи предложил свой прототип электрического двигателя.



Русский ученый
Б. С. Якоби.

В 1834 году итальянский физик Сальваторе дель Негро изобрел электромагнитную машину.

Все эти машины, однако, были, по сути дела, не более как физическими приборами, демонстрировавшими возможность превращения электрической энергии в механическую.

Резко отличался от всех этих приборов электрический двигатель, созданный в 1834 году русским ученым Борисом Семеновичем Якоби.

Прежде чем открытие стало известно миру, в 1834 году Якоби сделал краткое сообщение в Парижской Академии наук об изобретенной им «магнитной машине». Год спустя он опубликовал за рубежом на французском языке статью о применении электромагнетизма для движения машин, привлекающую внимание всего ученого мира. В этой работе он дал подробное описание электрического двигателя.

В 1835 году Б. С. Якоби приехал в Россию. Он создал первый электрический двигатель, пригодный для выполнения практической работы. Двигатель

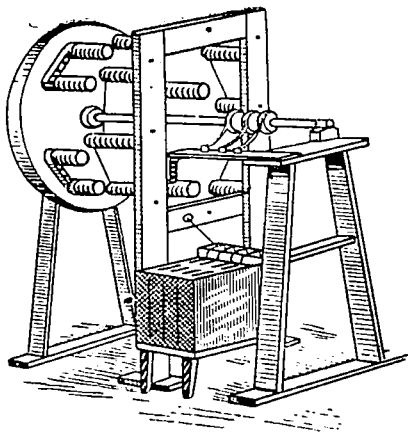
был опробован и в условиях того времени достаточно оправдал свое назначение. Кроме того, двигатель Якоби послужил основой для разработки общей теории электромагнитных машин.

Работая с этим двигателем, Якоби вместе с Ленцем сделали очень много важных открытий, относящихся к электромагнитам, обратной электродвижущей силе и т. д., вплоть до разработки точных способов измерений величины тока и точных единиц для измерений электричества.

Б. С. Якоби уделил много внимания изучению экономичности электрических машин, коэффициентов их полезного действия.

В России изобретению Якоби придавалось большое значение. 28 июня 1837 года при Академии наук в Петербурге была создана комиссия «для приложения электромагнитной силы к движению машин по способу профессора Якоби». Комиссия провела испытания модели двигателя и 9 июля в протоколе записала об успешном действии «машины, приводимой в движение посредством электромагнитной силы». Было признано, что наступила пора «к употреблению всех усилий для практического приспособления сего нового двигателя».

Опытные плаванья электрохода, изучение его двигателя Б. С. Якоби и Э. Х. Ленцем, работы по исследованию и улучшению источника энергии —



Так выглядел изобретенный Б. С. Якоби электродвигатель, впервые установленный на судне и вместо паровой машины приводивший в движение гребные колеса.

касательно возможности употребления электромагнетизма, как двигательной силы тем, что, при неблагоприятных впрочем обстоятельствах, удалось привести в движение эту силу довольно значительной величины восьмивесельной бот.

2. Ученые труды Комиссии не только привели к весьма важным и решительным выводам, которые могут быть положены в основание будущих практических работ, но и подвинули существенно прежние

гальванических батарей привели к важным выводам, изложенным в отчете комиссии, в котором есть любопытная для нас оценка изобретения ученого: «Обозревая все донные совершенные труды Комиссии, можно подвести их под следующие три главные статьи:

1. Комиссия решила главный, заданный ей, вопрос

наши познания о магнетизме и электричестве, расширив, устроив и утвердив умозрение (касательно) сих сил природы.

3. Употребляемые Комиссией и вновь продуманные по этому случаю гальванические батареи особого устройства, соединяя в себе дотоле недостигнутые в этих приборах свойства, а именно большую силу и постоянство действия и дешевизну содержания, предоставили науке и промышленности новое орудие, годное для многообразных технических целей и ученых исследований».

При испытании электрохода Якоби обнаружались, однако, и некоторые его слабые стороны, в частности громоздкость и дороговизна источника электрической энергии—гальванической батареи. Основные замечания указаны в отчете комиссии, подписанной Крузенштерном, Фусом, Остроградским, Купфером, Ленцем, Соболевским, Бурачеком, Зеленым, принимавшими участие в проведении опытов.

В чем особенность электродвигателя Якоби? Конструкция состояла из вращающегося барабана, на котором по окружности были укреплены электромагниты, и набора электромагнитов, неподвижно сидящих на станине — также по окружности. При включении тока электромагниты — подвижные и неподвижные — притягивались друг к другу. Происходил поворот барабана на небольшой угол. Враще-

ние барабана посредством особого устройства производило переключение тока таким образом, что взаимодействие между полюсами электромагнитов постоянно подталкивало барабан.

Таким образом, двигатель давал «непосредственное постоянное круговое движение, которое гораздо легче преобразовать в другие виды движения, чем возвратно-поступательное». Этими словами Якоби подчеркнул то новое, что было в его моторе. По существу электромотор с вращательным движением явился родоначальником всех электрических двигателей и генераторов. Изобретение Якоби — это первая машина с обратимым циклом, то есть машина, которая может работать и как двигатель и как генератор, если ее привести в движение, затратив на это механическую энергию. Изобретение имело большое значение для развития электротехники.

В конце 1841 года комиссия приняла решение считать первый круг опытов законченным, «не лишая себя, впрочем, надежды возобновить их, ежели будут сделаны открытия, могущие послужить к усовершенствованию приложения электромагнетизма к движению судов».

В то время, когда в России производились опыты с электродвигателем Якоби, авантюрист Вагнер выпустил в Германии брошюрку, в которой пытался выдать электродвигатель Якоби за свое изобретение.

Затяя Вагнера провалилась. Научные журналы заклеямили позором этого мошенника.

В дальнейшем опыты с электродвигателем не были продолжены. В 1843 году комиссия сдала все дело в архив Академии наук. Инструменты и прочие принадлежности были переданы в физический кабинет Академии, а первый в истории электроход сдан в Адмиралтейство для хранения впредь до востребования.

Попытки комиссии применить электродвигатель на транспорте в то время не увенчались успехом. Это дело столь сложное, что только теперь, более чем через столетие, задача электродвижения судов разрешена. Тем не менее испытание первого электрохода и в связи с этим изучение свойств электродвигателя оказало большое влияние на дальнейшее развитие науки и техники, на творчество ученых и изобретателей в различных странах.

Еще в 1835 году датчане Стратинг и Беккер, создавшие модель электромагнитной повозки, писали, что они попытались всего лишь применить для новой цели двигатель Якоби. Его машина послужила образцом при создании машин Ф. Локки, а также английских электромагнитных локомотивов Урия Кларка, Дэвидсона и других.

Много было попыток применить электродвигатель в той или иной области техники. Но все они своди-

лись по сути дела только к дальнейшему развитию идей Якоби о «приложении электромагнитной силы к движению машин». От опытов русской комиссии, изучавшей возможность применения электродвигателя для практических целей, тянутся нити ко всем последующим исследованиям в этой области русскими, английскими, французскими и американскими учеными.

ТЕЛЕГРАФ ЯКОБИ



Аппарат был смонтирован на столе. По заднему краю вдоль стола перемещалась на железных рельсах фарфоровая дощечка, стоявшая вертикально. Перемещение осуществлялось при помощи часового механизма. Перед дощечкой находился прибор с карандашом. Карандаш при помощи электромагнита перемещался вверх и вниз в соответствии с принятым сигналом. При сочетании движения карандаша и дощечки на ней в месте прикосновения карандаша появлялась волнистая линия, зигзаги которой соответствовали определенным условным знакам. Передатчиком служил ключ, подобный тем, которые применяются в аппаратах Морзе. Так выглядел электрический телеграф Бориса Семеновича Якоби. Эта конструкция была применена на оборудованной им телеграфной линии Петербург — Царское село. Для

связи между этими двумя пунктами нужны были хорошие телеграфные провода с надежной изоляцией. Для изоляции проводов первоначально применялись стеклянные трубки, но в дальнейшем они были заменены резиной. Проводились также опыты применения голых проводов, уложенных в деревянные рейки и затем залитых смолой. Особенно эффективными оказались провода с каучуковой изоляцией, помещенные в свинцовые трубки, наподобие современного свинцового кабеля.

Интересно отметить, что «пишущий аппарат» Якоби в течение четырех лет (1839—1843) связывал Зимний дворец с Главным штабом. А Морзе построил свою линию, снабженную самопишущими аппаратами, на год позже — только в 1840 году.

Якоби собирался решить задачу огромного по тем временам масштаба. В 1844 году департамент железных дорог пригласил его для постройки телеграфной линии вдоль Петербургско-Московской железной дороги. Якоби предполагал применить здесь ряд своих изобретений. Так, он хотел включить в линию вспомогательную батарею, дающую возможность в случае повреждения изоляции подземного кабеля вести бесперебойную передачу. Пользу от таких батарей он установил еще в процессе работы над Петербургско-Царскосельской линией (этот же способ был впоследствии применен при прокладке кабеля под Ат-

лантическим океаном). Но в самый разгар работы над линией министр путей сообщения Клейнмихель и подрядчики отдали прокладку линии на откуп иностранному концессионеру — Сименсу. В знак протеста Якоби отстранился от участия в строительстве линии. Возмущенный, он писал:

«Я все мои работы, независимо от всякого их научного значения, считал имеющими важное практическое значение для отечественной технической производительности. В этом отношении следует припомнить, что самые приборы для первого в России электрического телеграфа делались в России и только самое необходимое, чего здесь нельзя было достать или заказать, выписывалось из-за границы. Давая работу здешним техникам, я имел в виду воспользоваться случаем, чтобы способствовать развитию и содействовать успехам русской производительности по части физико-математической техники и тем освободить ее от зависимости по отношению к заграничным мастерам и производителям».

В 1850 году, за пять лет до открытия американца Юза, Якоби создал буквопечатающий аппарат — прообраз современных телеграфных аппаратов. Но пробить своему изобретению дорогу в широкий мир ему не удалось. Зато западные дельцы, в том числе и инженер Вернер Сименс, нажили на этом аппарате громадный капитал и славу.

Якоби — творец различных телеграфов. Он устроил стрелочный телеграф, в котором для передачи применялась клавиатура с буквами. На станции приема стрелка, вращающаяся перед циферблатом, указывала букву, соответствующую клавише, нажимаемой на передающей станции. Он создал оригинальный аппарат, в котором производилась электрохимическая запись передаваемых сигналов на бумажной ленте, пропитанной раствором двухромовокислого калия. Электрический ток, проходя через передающий сигналы платиновый шрифт, через мокрую бумагу и металлический валик, покрытый платиной, воспроизводил на бумаге знаки темно-коричневого цвета, образовывавшиеся в результате электролиза в местах прикосновения шрифта к бумаге.

Подлинные телеграфные аппараты, созданные русскими изобретателями, хранятся теперь в музеях и свидетельствуют о том, что Россия была родиной первого действующего телеграфа, подземной линии телеграфного кабеля и буквопечатающего телеграфа.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО РИСУЕТ



Президенту Петербургской Академии наук С. С. Уварову 5 сентября 1839 года поступило письмо следующего содержания:

«Нижеподписавшийся предлагает здесь составленный им медный барельеф, вызолоченный для лучшего сохранения. Способ составления оного открыт им в 1836 году и впоследствии весьма усовершенствован. Оный способ состоит в употреблении гальванического действия по определенным и собственным оному правилам, по которым медь, без содействия огня, растворенная в кислотах, превращается снова в крепкую и прочную массу самого лучшего качества (доброты). Сей раствор из меди, оседая на другом каком-либо металле или металлических составах, принимает все виды, изображенные на последних с резкою удивительною точностью и, при рачительном соблюдении всех правил, к составлению массы относящихся, опыт может быть удобно отделен от оригинала, так что получается точная, но перевернутая копия оного. Из сей образовавшейся гальванической копии можно составить множество других медных копий по вышеупомянутому способу приготовления... Сей новый способ приготовления копий всех родов, при содействии гальванического произведения, может быть распространен и применен ко всякого рода художественным ремеслам. Но так как легко может случиться, что источник сего изобретения впоследствии может уничтожиться, то нижеподписавшийся желал бы, дабы сие гальваническое произведение сохранено было как историческое

доказательство, что сие открытие последовало в 1836 году, а в 1839 году достигло высшей степени совершенства, какое только может быть при практическом употреблении. Сие изобретение принадлежит России и не может быть оспоримо никаким другим изобретением вне оной».

К этому письму была приложена гальванопластическая копия. Подпись стояла: Б. С. Якоби.

Из письма понятно, что речь идет о принципе изготовления гальванопластических пластинок и способе получения изображения с помощью электричества. Это было новое открытие русского изобретателя Бориса Семеновича Якоби.

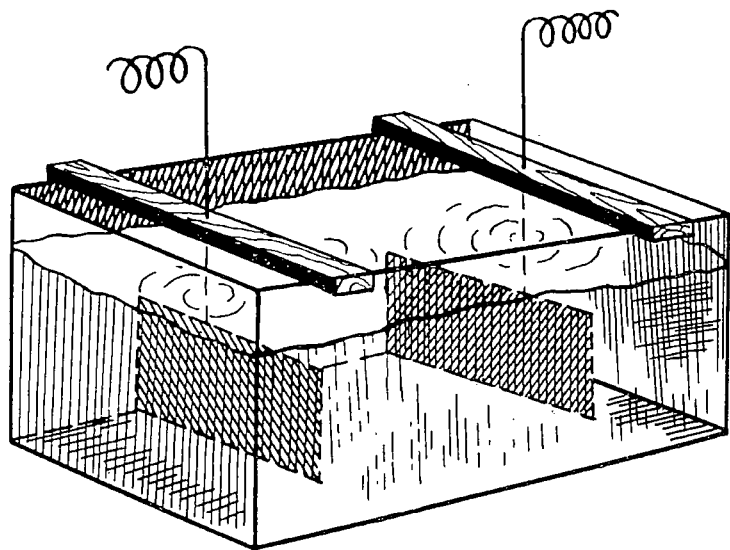
Поистине неисчерпаемой была творческая фантазия этого человека. Он оставил так много новаторских предложений и изобретений, что до сего времени не нашелся исследователь, который осветил бы с должной полнотой его творчество.

Произведя много опытов с электролитами, Якоби открыл возможность получать точные медные копии, воспроизводящие любой, самый искусный рисунок. В 1837 году он передал секретарю Петербургской Академии наук гальваническую копию с гравированной дощечки от визитной карточки как вещественное доказательство сделанного им открытия.

В 1839 году образцы гальванических изделий переслали в Париж, а на следующий год вышла книга

Б. С. Якоби о гальванопластике, и он получил за свое изобретение Демидовскую премию Петербургской Академии наук и большую золотую медаль, присужденную Французской Академией наук.

Но обратимся снова к письму. В нем ясно чувствуется забота ученого о том, чтобы закрепить за Россией изобретение гальванопластики. Об этом свиде-



С помощью такого прибора Б. С. Якоби изготовил первые в мире копии гальванопластических рисунков и открыл возможность использования гальванопластики в промышленности.

тельствует не только его письмо. Якоби опубликовал подробное описание открытия на русском, французском и немецком языках.

В 1840 году вышло из печати руководство по гальванопластике, составленное Б. С. Якоби, где он писал: «Гальванопластика принадлежит исключительно России, здесь она получила свое начало и образование». В этом руководстве Якоби точно описал в самой простой и доступной форме свое открытие и изложил результаты многочисленных опытов, выполненных на строго научной основе.

Гальванопластика широко стала применяться за рубежом. Техника получения металлических рельефных копий с помощью электролиза и вообще техника электролитического покрытия металлом различных поверхностей еще в сороковых годах XIX века была использована для промышленных нужд в разных концах земного шара.

Гальванопластика и сейчас чрезвычайно широко применяется во многих отраслях промышленности, особенно в полиграфии и вообще везде, где требуется покрытие металлических поверхностей тонким слоем металла.

Гальванопластика — первое электрическое и вместе с тем первое электрометаллургическое производство. И очень отрадно осознавать, что «сие изобретение принадлежит России».

К середине XIX столетия электротехника достигла немалых успехов. Исследованиями Ампера были установлены законы электродинамики — закон взаимодействия (притяжения и отталкивания) электрических токов. Ученые Фарадей, Ленц открыли законы электромагнитной индукции, Шиллинг, Морзе и Якоби впервые доказали возможность практического применения электричества в технике. Иными словами, электричество вышло из кабинетов и лабораторий физиков в мастерские и начало служить человечеству.

Во всех странах мира ученые кропотливо проводили эксперименты с электричеством, настоятельно добиваясь его практического применения. Но и теория не отставала от практики. Она объясняла новые открытия, вносила поправки и уточнения в уже сложившиеся понятия.

Из важных теоретических исследований этого периода можно отметить разработку законов движения электрического тока в разветвленных цепях, открытых знаменитым немецким физиком Густавом Кирхгофом (1824—1887). Окончательно эти законы сформулированы им в 1847 году и известны в современной электротехнике под названием «правила Кирхгофа».

В самом сжатом виде смысл этих правил состоит в следующем. Первое правило: сумма сил токов, протекающих в какой-либо точке разветвления проводников, равна сумме сил токов, отходящих от нее. Второе правило: сумма электродвижущихся сил в замкнутом контуре равна сумме произведений силы тока на сопротивление каждого участка контура.

Правила Кирхгофа многими физиками были подвергнуты самому тщательному анализу, экспериментально проверены. Они остались в таком виде, как их вывел Густав Кирхгоф. Их важность трудно переоценить. Ни один современный электротехник не может обойтись в своей работе без знания этих законов.

До появления работ английского физика Максвелла по электромагнетизму исследования в этой области носили характер больше экспериментальный. Общего теоретического обоснования, охватывающего разнообразные и сложные проявления электромагнитных взаимосвязей, не было. Так, например, Майкл Фарадей в своих работах даже не пользовался алгеброй.

Разрабатывая свою теорию, Максвелл опирался на известные в то время законы электростатики, постоянных и переменных токов, магнитного поля магнитов и электрических токов, а также на законы электромагнитной индукции. Разумеется, все эти

законь учитывали при исследованиях и ученые до Максвелла, но они стремились связать их воедино на ложной основе. Они считали, что электрические и магнитные силы на любые расстояния распространяются мгновенно. Это положение о дальнодействии, перенимаемое из ньютоновской теории тяготения, приводило ученых к другой ошибке — к непризнанию роли промежуточной среды.

Фарадей считал электромагнитные действия проявлением физических процессов в промежуточных средах, заполняющих пространство между зарядами и токами. То есть материалистические взгляды Фарадея на природу этих процессов вели к признанию близкодействия — передачи электромагнитных взаимодействий «от точки к точке» — через промежуточное пространство (эфир и вещественную среду) вопреки существовавшей теории о мгновенном дальнодействии.

Максвелл оформил воззрения Фарадея в развернутую последовательную математическую теорию. В работе «О Фарадеевых силовых линиях» (1864) он перевел идеи Фарадея на язык математики. Отсюда он сделал вывод о том, что в природе должны существовать электромагнитные волны, распространяющиеся со скоростью света. Максвелл раскрыл связь световых волн с электромагнитными. Это было подтверждено на опытах немецким физиком Г. Герцем.

Для вывода своей стройной теории Максвелл использовал метод аналогий с отвлеченной жидкостью, поставив условием: «Любая часть жидкости, занимающая в какой-либо момент времени данный объем, в каждый последующий момент будет занимать такой же объем».

Джеймс Клерк Максвелл происходил из знатной и богатой шотландской семьи. Его отец владел имением Глендер вблизи Эдинбурга. Здесь 13 июня 1831 года родился будущий знаменитый ученый. Уже учеником средней школы в Эдинбурге Максвелл выполнил первую научную работу по геометрии, а будучи студентом Эдинбургского университета он работал самостоятельно над проблемами геометрии и механики. С 1850 года он учился в Кембридже, в том самом Тринити-Колледже, где учился и работал когда-то Ньютон. Здесь он изучил механику, физику, геометрию и начал свои исследования по теории электричества и магнетизму (1855—1856).

С 1856 года Максвелл преподавал физику в Абердине (Шотландия) и занимался проблемой устойчивости колец Сатурна и исследованиями в области динамики твердого тела. С 1860 года Максвелл руководил кафедрой физики в Королевском колледже в Лондоне. В это время он разработал проблемы кинетической теории газов, теории упругости, продолжая свои исследования по теории электричества,



Английский ученый
Д. Максвелл.

активно участвовал в работе по стандартизации электрических единиц.

Создание знаменитого «Трактата об электричестве и магнетизме» относится к 1865 году. В это время ученый оставляет службу, живет в своем имении и занимается исключительно теоретическими исследованиями.

В своем трактате Максвелл утверждал, что скорость распространения электромагнитных процессов не бесконечна, а конечна и зависит от условий среды, в которой происходят эти процессы.

В 1871 году Максвелл принял предложение Кембриджского университета возглавить строительство и организацию лаборатории имени Кавендиша. Максвелл до конца своей жизни (умер 5 ноября 1879 года) стоял во главе этого известного научного учреждения.

Время работы Максвелла совпало с периодом наивысшего развития британского домнополистического капитализма.

Следует отметить, что в творчестве и мировоззрении английских физиков той эпохи отразились ти-

пичные черты английской буржуазии. Максвелл и другие физики нередко высказывали мысли о том, что к атомам и молекулам неприменима идея эволюции, что атомы неизменны и несут на себе отпечаток черт их сотворившего. Тем интереснее и значительнее те элементы стихийного материализма и даже стихийной диалектики, которые мы находим в творчестве Джеймса Максвелла. Они свидетельствуют о том, что сама жизнь, правда науки, брали верх и побеждали буржуазную ограниченность учебного.

Научное творчество Максвелла прогрессивно. Оно открыло в истории физики новую и важную страницу. Кроме фундаментальных оригинальных исследований, он оставил большое количество образцовых научно-популярных книг и статей. Он с успехом конструировал приборы и модели, разрабатывал измерительные схемы и методы измерений и, наконец, глубоко интересовался проблемами истории науки. Он был крупным теоретиком и блестящим экспериментатором.

ЗАЖГЛОСЬ ЭЛЕКТРИЧЕС- ● Кое Солнце

Путь человечества от лучины к электрической лампочке — долгий и многотрудный. В поисках хорошего искусственного освещения люди испро-

вали и горящее дерево, и плоску с маслом и фитилем, и факелы, и свечи — сальные, восковые, и многое другое.

После открытия бензина и керосина стали применяться фитильные лампы, потом газовые, в которых горел светильный газ. Однако все эти источники света страдали существенными недостатками: они давали слабый свет, требовали постоянного ухода и регулировки, отравляли атмосферу продуктами горения. Лишь с открытием электрического тока появилась возможность создать новый простой и сильный источник света.

Как уже упоминалось, русский ученый В. В. Петров в 1802 году первым наблюдал электрическую дугу и притом не только между угольными, но и металлическими электродами. Соединив два древесных угля с проводами от вольтова столба, он заметил, что между ними промелькнула искра. Когда ученый несколько сблизил угли, между ними вспыхнул яркий свет. Всякий раз сближая угли, Петров поддерживал их горение.

В царской России открытию Петрова не придали никакого значения. Вторым, как мы знаем, увидел дугу в 1812 году английский химик Дэви. Он-то и дал ей название вольтовой дуги. Открытие этого явления приблизило изобретение электрической лампы. В 1836 году профессор Московского университе-

та Михаил Григорьевич Павлов предсказал: «Кажется, недалеко то время, когда электричество, сделавшись всеобщим средством освещения, заменит собою горение всех потребляемых на то материалов, как теплота в парах водяных заменила неимоверное количество силы механической. В способности тому электричества сомневаться невозможно, нужно только явление изобретательного человека, могущего приспособить этот чудесный огонь к ожидаемому употреблению».

И такие изобретательные люди появились.

В 1849 году на башне Адмиралтейства в Петербурге вспыхнул яркий огонек. Немногие знали, что его источник — электричество и что русский академик Б. С. Якоби попытался впервые практически использовать электрическую дугу, открытую В. В. Петровым.

Второй опыт применения дуги для освещения был осуществлен в Казани в 1853 году профессором Савельевым.

Это были пока первые шаги на пути к созданию электрических ламп накаливания.

Заставить дугу гореть устойчиво было делом трудным. Нужно было придумать устройство, помогающее сохранять постоянный зазор между углями. Ведь во время горения концы углей выгорали, зазор увеличивался, и дуга гасла. Ручной регулятор, ко-

нечно, не решал проблемы. Необходимо было автоматизировать управление дугой. Но это удалось осуществить намного позже.

Практическое применение дуги для освещения зависело от успешного решения проблемы регулятора. И он был построен русским изобретателем А. И. Шпаковским. В 1856 году, в дни коронационных торжеств, на здании Лефортовского дворца в Москве было установлено несколько «электрических солнц» с механическими регуляторами.

Однако регуляторы положения угольных электродов у многих изобретателей были сложны по устройству и требовали тщательного ухода. Поиски продолжались.

ПИОНЕР ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ● ОСВЕЩЕНИЯ

Да, поиски продолжались. В 1869 году русский ученый Владимир Николаевич Чиколев предложил новый регулятор для дуговых ламп. Эта конструкция устраняла существенные недостатки распространенных в то время регуляторов Фуко и Сиррена. В. Н. Чиколев произвел смелое по тому времени изменение конструкции регуляторов, заменив пружину и другие сложные части добавочным электромагнитом. Его регулятор был устроен так, что по мере

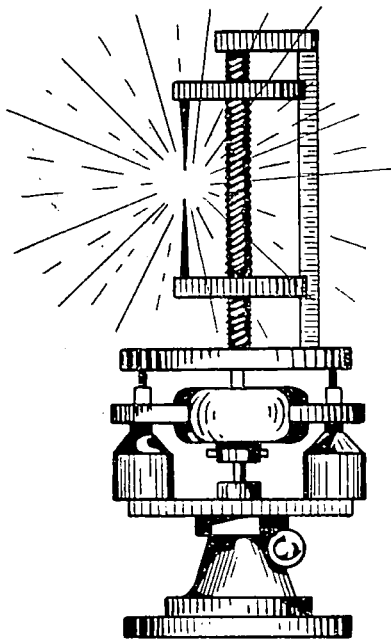
сгорания углей включался электромагнит, с помощью которого между ними восстанавливался прежний зазор.

В 1873 году в телеграфных мастерских Московско-Курской железной дороги под руководством П. Н. Яблочкова был изготовлен один экземпляр регулятора Чиколева. Переделка лампы дала блестящие результаты, Владимир Николаевич занялся конструированием еще более совершенной модели, а уже в 1877 году продемонстрировал новую дуговую лампу, названную «дифференциальной». Новая лампа обладала существенными преимуществами перед ранее существовавшими конструкциями.

Чиколев продолжал заниматься проблемами электрического освещения и во все последующие годы. Его работы привлекали внимание военного ведомства. В 1887 году он занял должность электротехника Главного артиллерийского управления в Петербурге, где начал изучение проблем военной электротехники и практического применения электричества в минном, артиллерийском и подрывном деле.



Русский ученый
В. Н. Чиколев.



Такой была дуговая лампа с дифференциальным регулятором, сконструированная В. Н. Чиколевым и явившаяся прообразом современного прожектора.

Описанный в книге фотографический метод контроля формы получил название «сетки Чиколева». Это название сохранилось на всех языках.

Еще в Москве В. Н. Чиколев интересовался прожекторной техникой. В Петербурге ученый впервые приступил к фотометрическим испытаниям прожекторов. Он обстоятельно исследовал очень важный вопрос: способы улучшения прожекторного освещения. На основании экспериментального материала, собранного В. Н. Чиколевым и его помощниками, в 1892—1895 годах была выпущена книга «Осветительная способность прожекторов электрического света». В ней излагалась теория расчета прожекторов.

В. Н. Чиколеву принадлежит конструкция особой дуговой лампы, которая названа им «лампой тройного действия». Особенность этой лампы состояла в том, что она допускала регулирование расстояния между углями тремя способами: автоматическое, на расстоянии и ручное.

Занявшись с этого времени преимущественно вопросами военной электротехники и светотехники, В. Н. Чиколев не оставлял работы по усовершенствованию дифференциальной лампы.

В одном из журналов в мае 1880 года было дано подробное описание этой лампы. А через две с половиной недели после выхода в свет номера журнала, в котором было напечатано это описание, немецкий промышленник Шуккерт сделал патентную заявку в Германии на дифференциальную лампу точно такой же конструкции.

Выдача германского патента Шуккерту помешала В. Н. Чиколеву запатентовать свою лампу. Возникшая по этому вопросу полемика со всей очевидностью показала тождество лампы Шуккерта с лампой Чиколева.

Таких неудач у изобретателя было несколько. Любопытно, например, следующее. Одно время Чиколев проделывал опыты по изысканию оптического способа разделения света, исходящего из одного источника, на множество мелких световых потоков

с помощью линз, призм, зеркал и труб с отражательной поверхностью. Этот метод он назвал «оптической канализацией света». Через несколько лет в США получили патент на это изобретение Моллер и Себриан. В. Н. Чиколев защищал свой приоритет, что видно из писем, опубликованных в журналах «Электричество» и «La lumière électrique» в 1881 году.

Еще один подобный случай произошел в те годы, когда Чиколев работал в Главном артиллерийском управлении. Так как многие из его работ получили непосредственное применение в русской армии и флоте, то далеко не все, сделанное им, становилось достоянием печати. И вот в 1895 году в иностранных журналах появились сведения о лодках с электродвигателем. В. Н. Чиколеву пришлось опубликовать в журнале «Электричество» заметку о том, что уже с 1891 года на охтинских пороховых заводах действует много лет построенная им электрическая шлюпка «электроход».

Чиколев интересовался очень многими техническими проблемами. Это свидетельствует о большой разносторонней технической подготовке исследователя.

Из работ талантливого изобретателя по применению электричества в военном деле следует отметить созданную им конструкцию безопасного электрического фонаря для пороховых погребов, патронных и

снарядных заводов (1878), конструкцию подъемной вышки для прожектора (1891), схему применения аккумуляторов в полевых светильных приборах; особый «фотоэлектрический» способ измерения скорости снарядов, исследование электрических взрывателей и другие.

Не каждый ученый может быть хорошим организатором и активным популяризатором научных знаний. Владимир Николаевич счастливо сочетал в себе талант организатора и популяризатора. В 1872 году он активно участвовал в организации Всероссийской политехнической выставки. Среди экспонатов была изобретенная им электрическая швейная машина, работавшая от моторчика, приводимого в действие током от нескольких элементов Даниэля. Позже (17 ноября 1880 года) эта швейная машина демонстрировалась в Америке. Он был одним из организаторов VI (электротехнического) отдела русского технического общества, инициатором создания, первым редактором и постоянным сотрудником журнала «Электричество», который выходит и по сей день под тем же названием.

По предложению В. Н. Чиколева и при его непосредственном участии в 1880 году в Петербурге состоялась первая в мире выставка, демонстрировавшая достижения в области применения электричества.

Владимир Николаевич является также организатором электротехнического отдела Московского политехнического музея и соответствующего отдела Русского технического общества.

В Петербурге ученый выступал с публичными лекциями и докладами, устраивал показательные демонстрации электрического освещения, которые были лучшим средством пропаганды этой отрасли электротехники. На одной из таких лекций он говорил: «... я не сомневаюсь, хотя это достанется, конечно, уже на долю наших детей, что перестанут жечь уголь для передвижения поездов железных дорог, а попросят солнце принять на себя этот почетный труд».

В. Н. Чиколев написал ряд интересных статей по истории электротехники, не утративших своего значения и в наше время.

В последние годы жизни В. Н. Чиколев написал книгу под названием «Не быль, но и не выдумка» (1895), в которой популярно изложил основы электричества и электротехники. Он рассказал в ней о великом будущем электричества, о том времени, когда в России возникнет экспериментальный институт электричества, благодаря которому «русский изобретатель сможет по заслугам занять выдающееся место среди гениев мира». Много новых, оригинальных идей высказал В. Н. Чиколев в этой прекрасной

книге, проникнутой благородными стремлениями ее автора, для которого высшей целью жизни и деятельности было служение человечеству.

ГАЛЬВАНИЧЕСКАЯ ЛАМПА

● Ф. И. БАРЩЕВСКОГО

Первые лампы с угольными электродами и различными регуляторами, даже с автоматическими, были очень несовершенны. Они требовали большой мощности электрического тока, постоянного регулирования и частой смены быстро сгорающих углей, а также были небезопасны в пожарном отношении.

Между тем для освещения улиц, домов, предприятий, учебных заведений и т. д., там, где свет должен гореть поздно вечером и даже ночью, требовалось найти новые более совершенные источники света. Вот почему многие изобретатели того времени упорно работали над созданием светильников, которые были бы удобны, дешевы и безопасны.

Химик-любитель губернский секретарь в Санкт-Петербурге Федор Иванович Барщевский в 1845 году усовершенствовал дуговую лампу. Его конструкция не требовала никакого регулирования зазора между электродами и была совершенно безопасна. В этом же году он подал прошение в департамент мануфактуры и внутренней торговли Министерства финан-

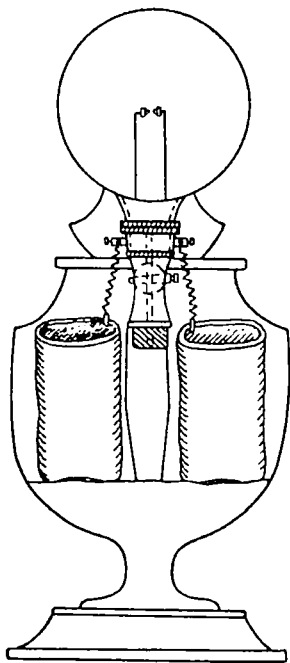


Схема усовершенствованной дуговой лампы, предложенная русским умельцем Ф. И. Барцевским в 1845 году. Он использовал в качестве электродов не угли, а кусочки плавикового шпата.

сов, в котором значилось: «Прилагая у сего описание и рисунок усовершенствованного мною гальванического освещения, имею честь покорнейше просить оный департамент выдать мне на основании законов десятилетнюю привилегию на сие изобретение для введения оного в России, при чем не имея возможности ныне по бедному моему состоянию взнести узаконенную пошлину за привилегию, я беру на себя внести оную при первом приложении означенного изобретения к практическому употреблению, до окончательного же рассмотрения и выдачи привилегии имею честь покорнейше просить снабдить меня квитанциею в подаче просьбы». Далее следовало подробное описание устройства.

Конструкция Ф. И. Барщевского представляет интерес как образец новаторства и творческих исканий русских умельцев. Он предложил использовать в качестве электродов не угли, а кусочки плавикового шпата. По внешнему виду его лампа напоминала современную электрическую лампочку, только вместо нитей накаливания в нее были помещены электроды из плавикового шпата. Плавиковый шпат — это вещество голубовато-серого цвета, в темноте фосфорически светится, легко режется ножом, очень нежного аморфного строения. Источником электроэнергии служила гальваническая батарея, помещавшаяся в специальной подставке, похожей на вазу¹. Электроды были заключены в стеклянный баллон, из которого воздух удалялся.

Любопытно отметить и то, что Барщевский предлагал выкачивать воздух из стеклянного баллона с помощью ртути. Ведь специальных вакуумных насосов тогда не было. Делалось это так: баллон заполнялся ртутью, затем его переворачивали, и ртуть, вытекая, создавала в баллоне разрежение.

Ф. И. Барщевский делал из плавикового шпата кусочки в виде конуса карандаша и укреплял их в золотой чашечке, к которой присоединялась медная

¹ Сведения и документы об изобретении Ф. И. Барщевского представлены автору из личного архива правнука изобретателя физика Ростислава Николаевича Барщевского.

току, дастъ освѣщеніе сильное, ров-
ное оставаясь всегда только въ состо-
яніи раскаленія и неистребляясь

Аппаратъ Гальваническаго освѣ-
щенія мною усовершенствованный
состоитъ, для комнатнаго освѣще-
нія, изъ ^{Вары} ~~платиновой~~ ^{закрывающ^{ей}}
въ себѣ Батарею отъ 4 до 12 банокъ
Брове, надъ коими возвышается
Стеклянный шаръ съ продузженны-
ми въ ономъ отъ Батареи щеле-
~~ванными дырками~~ проводника-
ми На концахъ проводниковъ утвори-

Отрывок из прошения Ф. И. Барщевского, поданного
в русское министерство финансов в 1845 году.

Описание.

Гальванического освещения усовершенствованного Фредериком Барщевским

Освещение улицъ домовъ и проч. состав-
ляет самую важную и необходимую статью
въ благоустройствѣ, во всякое время обращало на
себя вниманіе изобретательныхъ умовъ,
дабы совмѣстить силу свѣта, безопасность
и Экономическія выгоды

Отрывок из описания Ф. И. Барщевского изобретенной им
лампы гальванического освещения.

изолированная проволока. Конусы помещались в
стеклянный баллон, из которого удалялся воздух.

Аппарат гальванического освещения, как его на-
зывает сам изобретатель, предназначенный для ком-
натного освещения, состоял из вазы, заключавшей в
себе батарею от 4 до 12 банок Грова. Над вазой
располагался стеклянный баллон с пропущенными

в него от батареи проводниками, на концах которых укреплялись конусы плавикового шпата.

Для заземления батареи применялись растянутые полукругом, зарытые в землю листы железа и цинка, от которых шли проводники в стеклянный баллон. Величина батареи и баллонов, длина проводов, величина, количество конусов и расстояние между ними зависели от назначения источника света.

Одно из достоинств лампы Ф. И. Барщевского заключалось в том, что она давала свет, яркий и безвредный для зрения. Лампы Барщевского могли быть использованы даже там, где угольные источники света недопустимы из-за опасности пожаров — на судах, в пороховых камерах и т. п.

Министерство финансов выдало Барщевскому свидетельство. Однако у него не было средств, чтобы приобрести патент на свое изобретение. Никто из промышленников не заинтересовался его предложением и материально не поддержал его, хотя он и искал через газету компаньона-капиталиста. Поэтому его изобретение осталось неосуществленным.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ „СВЕЧА“



«Свеча» поражала своей простотой. Это были два угольных стержня, поставленных вертикально и разделенных между собой слоем изолирующего веществ-

ва, сгорающего и испаряющегося под действием электрической дуги. Лампа никакого регулировочного механизма не требовала. Так гениально просто была решена сложная задача поддержания постоянного горения вольтовой дуги.

В 1876 году эта «свеча» демонстрировалась на выставке физических приборов в Лондоне и получила высокую оценку.

Изобретение стало привлекать внимание дельцов и предпринимателей. Один из них — Денейтуз, владелец мастерской водолазных приборов, — создал в Париже мощный синдикат электрического освещения по новому методу. Практический успех этого начинания превзошел все ожидания. Пробное освещение наиболее известных магазинов Парижа, одного из главных парижских проспектов и некоторых театров показало все преимущества электрического освещения по сравнению с другими — газовым и керосиновым. «Свеча» получила широкое распространение. Можно сказать без преувеличения, что в два года «свеча» завоевала весь старый свет, распространившись на Востоке до дворца шаха персидского и короля Камбоджи.

Вскоре «свечи» стали повсеместно называться «северным светом» и «русским светом». И неслучайно. Ведь ее творцом был великий русский ученый Павел Николаевич Яблочков.



Русский электротех-
ник П. Н. Яблочков.

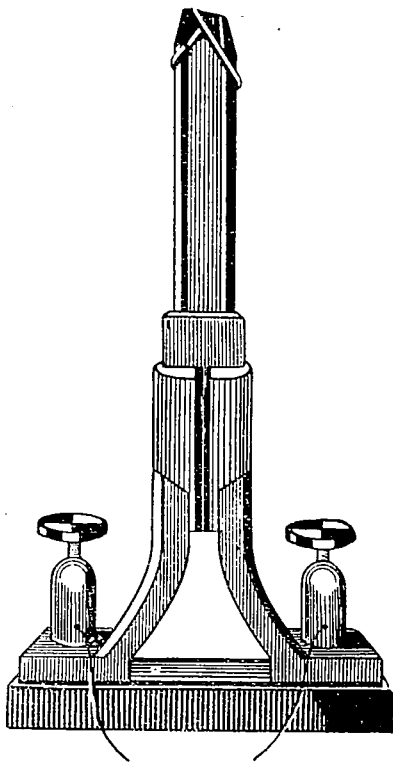
Свеча Яблочкова имела своеобразный способ питания. Ведь необходимо было подавать электроэнергию не к одному источнику света, а к нескольким, то есть «дробить» ее. Ученый придумал трансформатор для «дробления света», как сказано в патенте на это изобретение. Он первый применил для питания свечи переменный ток, от чего сгорание углей происходило равномерно, применил для «дробления тока» трансформаторы и предложил заменить обратный провод заземлением. То есть П. Н. Яблочков изобрел оригинальную дуговую лампу простейшего устройства, которая позволяла питать ряд светильников независимо друг от друга.

Успех и слава изобретателя пришли к Яблочкову не сразу. Этому предшествовали годы учебы и упорного труда.

Еще в годы учебы в Саратовской гимназии у Яблочкова обнаружились большие способности к математическим наукам. Рано проявился у него и изобретательский талант. Мальчиком он построил прибор, отсчитывавший по числу оборотов колеса расстоя-

ние, пройденное по-
возкой.

Несмотря на то,
что Яблочков не
окончил гимназии,
он в 1863 году удач-
но сдал очень труд-
ные экзамены в Ни-
колаевское инже-
нерное училище в
Петербурге. Это
учебное заведение
давало своим учени-
кам широкое техни-
ческое образование.
Кроме специальных
инженерных дисци-
плин, здесь основа-
тельно учили мате-
матике, черчению,
физике и химии.
Хорошо было по-
ставлено преподава-
ние иностранных
языков: француз-
ского, английского
и немецкого.



«Свеча» поражала своей простотой.
Это были два угольных стержня, по-
ставленных вертикально и разделен-
ных изолирующим веществом, сго-
рающим и испаряющимся под дейст-
вием электрической дуги...

Окончив курс Николаевского инженерного училища, Яблочков был произведен в подпоручики (второй офицерский чин, соответствующий званию лейтенанта) и назначен младшим офицером в Пятый саперный батальон, входивший в состав гарнизона Киевской крепости. Но уже через год он ушел оттуда по болезни с переводом в следующий чин поручика.

В 1868 году П. Н. Яблочков использовал свое звание офицера инженерных войск, чтобы поступить в Офицерские гальванические классы при Инженерном ведомстве, которое впоследствии было преобразовано в Военно-электротехническую школу.

В гальванических классах П. Н. Яблочков основательно познакомился с новейшими по тому времени достижениями в области изучения и технического применения электрического тока и серьезно пополнил свои теоретические и практические знания.

Каждый офицер, окончивший гальванические классы, обязан был прослужить после этого в инженерных войсках целый год без права на преждевременное увольнение или продолжительный отпуск. Поэтому П. Н. Яблочков после окончания классов был вновь зачислен в 5-й саперный батальон и руководил по своей специальности гальванической командой. Отбыв обязательный срок военной службы, он уволился в запас. В это время в Москве П. Н. Яблочков получил место начальника телегра-

фа Московско-Курской железной дороги. На этой должности он проработал до 1874 года. Здесь он имел возможность использовать мастерские телеграфа для постановки своих опытов. Знаменательным в это время в жизни П. Н. Яблочкова было его знакомство и дружба с выдающимся русским электротехником В. Н. Чиколевым.

Увлеченный идеей использовать электрическую дугу для освещения, П. Н. Яблочков в 1871 году сделал попытку применить ее в железнодорожном деле. Он предложил поместить на паровозе царского поезда, который следовал из Петербурга в Крым, электрический фонарь. Ему удалось осуществить эту идею. Попытка была удачной, но П. Н. Яблочкову пришлось лично непрерывно следить на морозе за горением дуги во все ночное время хода поезда, и он окончательно убедился в несовершенстве и несостоятельности предложенных в то время регуляторов. Это впервые натолкнуло его на мысль создать более простой и надежный источник освещения.

Изобретения П. Н. Яблочкова были разнообразны. Они касались электромагнитов, электрических машин, элементов, аккумуляторов и т. п. Число опытов, которые он стремился поставить, настолько разрослось, что ему стало тесно в рамках телеграфной мастерской. Кроме того, работа начальника телеграфа крупной железной дороги отнимала у него очень

много времени. Он решился на смелый шаг: бросил службу и на свой страх и риск открыл в Москве мастерскую физических приборов. Дохода от предприятия не было, и он разорился. Но к прежней работе не вернулся. Он мечтал о научной работе, не стесненной какими-либо обстоятельствами. Родители в помощи ему отказали. И вот он решил приложить свои знания в Америке. По пути в Штаты Яблочков остановился в Париже.

Судьба свела его с владельцем фирмы часов Луи Франсуа Клементом Бреге. Это был не просто делец. Довольно образованный человек, Бреге в душе был изобретателем и очень любил технику. Известны его работы по усовершенствованию телеграфа, по устройству молниеотводов, по изобретению первых электрических часов, по конструированию индукционных приборов, явившихся предшественниками спирали Румкорфа и ряда других. В 1874 году Луи Франсуа Бреге был избран за свои научно-технические заслуги экстраординарным членом Парижской Академии наук.

П. Н. Яблочков имел в виду при посещении Бреге предложить приобрести привилегию на усовершенствование магнита. Бреге заинтересовался Яблочковым, как изобретателем крупного масштаба и предложил ему работу в своих мастерских на очень выгодных условиях с разрешением производить опыты

по освещению и по другим изобретениям. И Брге действительно создал Яблочкову благоприятные условия для исследовательской работы, которых он до сих пор не имел на родине. Здесь он осуществил свою давнишнюю мечту — создать простой и надежный источник света. Здесь и родилась знаменитая «свеча».

Свеча Яблочкова покорила весь мир. Особенно за десятилетие (с 1870 по 1880 год) она получила широкое распространение во многих странах. Ее должна была сменить только лампа накаливания. Но это случилось гораздо позже.

ПЕРВАЯ ЛАМПА



НАКАЛИВАНИЯ

История электрической лампы накаливания ведет свое начало от первых опытов Грова, поставленных им в 1840 году. Его эксперимент был предельно прост: под опрокинутым в тарелку с водой стаканом он раскалил платиновую проволоку. Вслед за Гровом в следующем году де Молейн накаливал платиновую проволоку и угольный порошок в шаре, где кислород выгорал. В 1845 году была предложена вакуумная лампа Барщевского. В 1848 году Стэт выкачивал воздух из шара и накалял в нем нить проволоки. Подобные опыты ставили: в 1854 году — Гебель, в



Русский электротехник А. Н. Лодыгин.

1858 году — Де-Шанжи, в 1867 году — Адамс, в 1873 году — Лодыгин, в 1875 году — Дидрихсон, в 1877 году — Яблочков, Булыгин, в 1878 году — Фокс, в 1879 году — Сван и Эдисон.

Из этого краткого перечня видно, что опыты с электрической лампой накаливания проводило достаточно много ученых. Но лишь немногим удалось создать такую лампу, которая служила бы продолжительное время. Вся трудность заключалась в том, что светящаяся нить очень скоро перегорала. Устранить этот недостаток смогли лишь русский изобретатель А. Н. Лодыгин и американский — Т. А. Эдисон.

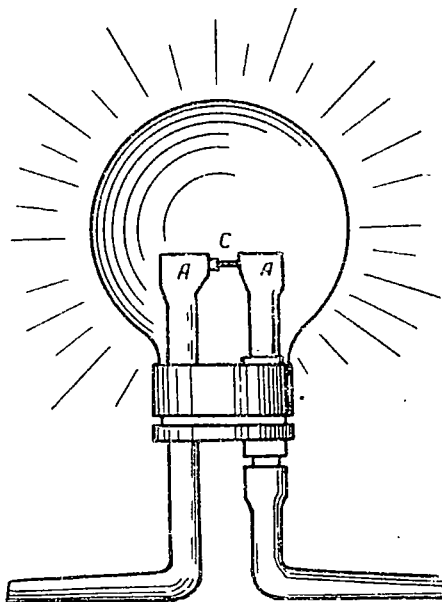
Александр Николаевич Лодыгин — ровесник П. Н. Яблочкова. Он тоже был военным: получил образование в Воронежском кадетском корпусе и в Московском военном училище. Недолго пробыв офицером, Лодыгин вышел в отставку и целиком отдался изобретательству, с тех пор заполнившему всю его жизнь.

Имя Лодыгина стало известно в Западной Европе в 1870 году, когда он ездил во Францию в период ее

борьбы с пруссаками. Как одно из средств обороны здесь был принят к постройке изобретенный молодым Лодыгиным летательный аппарат тяжелее воздуха — вертолет с электрическим двигателем. Сооружение вертолета, однако, еще не было закончено до разгрома Франции.

Возвратившись в Россию, А. Н. Лодыгин сосредоточился на опытах с лампами накаливания и вскоре достиг больших результатов.

Законы нагревания проводника током к тому времени были уже достаточно изучены. А. Н. Лодыгин сконструировал несколько ламп накаливания различного устройства. Наиболее удачной оказалась конструкция лампы с шаровым балло-



В лампочке накаливания А. Н. Лодыгин заменил платиновую проволоку тонким прутиком графитового угля и тем самым увеличил срок службы лампочки.

ном, в котором помещался накаливаемый угольный стержень, соединенный с источником тока посредством платиновых проволочек, впаянных в стекло.

А. Н. Лодыгин много поработал над тем, чтобы продлить срок службы лампы. Ему удалось сделать вакуумные лампы, работавшие продолжительное время. В 1873 году состоялись публичные демонстрации первых в мире электрических лампочек накаливания, пригодных для практического применения. Лампы были установлены в Петербурге на одной из улиц на Песках. Вспоминая об этих днях, присутствовавший на показе опытов профессор Н. В. Попов справедливо отмечал в своей статье, посвященной полувековому юбилею нового источника электрического освещения, что Лодыгин первый сделал лампу накаливания орудием техники. Он первый вынес ее из физического кабинета на улицу.

В Технологическом институте Лодыгин демонстрировал изобретенные им электрические лампочки накаливания для обычного освещения и для специальных целей: сигнальный фонарь, подводный фонарь для работ под водой, фонари для каменноугольных шахт и для пороховых заводов.

А. Н. Лодыгин организовал «Товарищество электрического освещения Лодыгин и К^о». Главными в этом «содружестве» были банкир Козлов и другие

финансисты, которых мало интересовала творческая работа изобретателя, а больше — биржевая игра. Вот почему скоро товарищество распалось. Этому способствовало еще и то, что против товарищества выступали акционеры конкурирующих компаний газового освещения, так как внедрение электроосвещения грозило их барышам. Грязными биржевыми спекуляциями они очень сильно подорвали авторитет и в конечном итоге разорили товарищество электрического освещения.

Но лампа Лодыгина стала известна во всем мире. Ему выдали привилегии в Великобритании, Франции, Швеции, Бельгии, Испании, Португалии и других странах. Зарубежные знатоки признавали, что лампы Лодыгина дают «хороший свет... очень постоянный и достаточно экономичный».

В 1874 году Российская Академия наук присудила Лодыгину Ломоносовскую премию за открытие, «обещающее произвести переворот в важном вопросе об освещении». В связи с этим печать сообщала: «Г. Лодыгину первому пришла мысль заменить платиновую проволоку тонким прутиком графитообразного (плотного) угля, и этим самым он разрешил вопрос об электрическом освещении. Г. Лодыгин через свое открытие решил возможно простейшим образом важную задачу разделения электрического света и сообщения ему постоянства».

Теперь, казалось бы, для всех должно было стать очевидным, что Лодыгину необходимо предоставить должные средства, необходимое оборудование, достаточное число опытных помощников. Дело, однако, обернулось иначе. Лодыгина, хотя и признавали как изобретателя, но помощи ему не оказали. У изобретателя не оказалось даже средств для того, чтобы внести деньги за американский патент.

В 1875 году замечательный изобретатель вынужден был из-за куска хлеба поступить слесарем-инструментальщиком в Петербургский арсенал. А еще позже ученый оказался вынужденным эмигрировать во Францию, а потом — в Америку.

Во время пребывания в США Лодыгин построил в 1888 году большой завод электрических ламп накаливания для фирмы «Вестингауз». На этом заводе он работал главным инженером до 1894 года.

В 1890 году А. Н. Лодыгин получил в США патент на электрические лампы накаливания с металлической нитью. В законодательном порядке, и при этом именно в США, за А. Н. Лодыгиным было признано первенство в изобретении ламп накаливания с металлической нитью из вольфрама, молибдена, осмия, иридия, палладия.

Лампы накаливания с металлической нитью были продемонстрированы на Всемирной выставке в Париже в 1900 году. Шесть лет спустя патент Лодыгина

на лампы с вольфрамовой нитью приобрела у него известная американская компания «General Electric company».

После русско-японской войны, проигранной царским правительством, А. Н. Лодыгин решил возвратиться в Россию и применить на пользу родине свой талант, опыт, знания. Однако замечательный новатор и строитель крупнейших американских заводов смог здесь получить лишь должность заведующего подстанцией Петербургского трамвая. Он не долго пробыл в родной стране, где все производство электрических приборов и оборудования было отдано царским правительством на откуп иностранным фирмам. Лодыгин оказался вынужденным уехать обратно в США, на этот раз навсегда.

В 1906 году он построил и пустил в ход большой завод для производства феррохрома и феррокремния. Как мы видим, и после 1906 года изобретательская мысль Лодыгина продолжала интенсивно работать. Умер он в Америке в 1923 году.

А. Н. Лодыгин сделал множество различных изобретений. Ему принадлежат патенты на печи для выплавки металлов из руд, для плавки металлов, для плавки мелинита, для нагрзания бандажей и насаживания их на колеса, для закалки и отжига оружейных колец, для добывания фосфора и аморфной серы. Он много сделал для развития производства

аккумуляторов и кабелей. Вклад Лодыгина в электротехнику значителен и весом. Его имя останется навсегда гордостью русской науки.

ИЗОБРЕТАТЕЛЬ, ● КОНСТРУКТОР

65 лет своей жизни Томас Альва Эдисон посвятил плодотворной изобретательской работе. Замечательные технические труды Эдисона вызывали восхищение его современников во всем мире. Вокруг его имени создавались легенды. Молва нередко приписывала Эдисону такие открытия, над которыми он вовсе и не работал, или к которым имел лишь косвенное отношение. Один из американских авторов говорил: «Журналисты не любят портить интересные истории о сенсационных научных изобретениях слишком большой точностью. Они любят создавать легенды, потому что широкая публика любит их читать. Поэтому возникла традиция приписывать Эдисону умение сделать все, что угодно»¹.

При таком подходе к оценке трудов Эдисона обычно не принималось во внимание, что почва для многих работ Эдисона была подготовлена всем ходом исторического развития техники, что по всем без

¹ Morgan. The paglant of Elec triciti, 1936.

исключения изобретениям у Эдисона были талантливые предшественники, сделавшие достаточно много. Эдисону оставалось лишь совершенствовать или завершать их работу. Наконец, очень существенно, что Эдисон работал не один, а с даровитыми помощниками, вкладывавшими в разработку изобретений много творческой инициативы и оригинальности.

Т. А. Эдисон имел возможность получать любые машины и посылать людей за материалами во все концы земного шара. Достаточно упомянуть, что у Эдисона был не ручной насос для выкачивания воздуха из ламп, а нечто получше: с 1 октября 1879 года у него эксплуатировался ртутный насос, с помощью которого можно было довести давление до одной миллионной части атмосферы. Эдисоновские агенты в поисках подходящих растений, из которых изготавливались угольные нити для ламп, побывали в Бразилии, Уругвае, Парагвае, на Кубе, в Аргентине, в Японии, Колумбии, Эквадоре. И тем не менее только через семь лет после изобретения Лодыгина Эдисон создал свою лампу накаливания и поставил ее производство.

В цитированной нами книге Моргана по истории электричества справедливо указано: «Будущим биографам Эдисона, которые будут описывать изумительную карьеру этого эксплуататора-олимпийца, придется не столько вводить новые о нем материалы,

сколько проверять старые, искореняя ложное мнение о том, что все сделанное было работой одного сверхчеловека».

Сам Т. А. Эдисон мало внимания обращал на порицания, критику или похвалу, которые раздавались по поводу его изобретений. Он шел своим путем, энергично преодолевая препятствия.

Труды Эдисона значительны. За время с 1869 по 1910 год Эдисон получил более 1300 патентов в США и более 3 000 — за границей.

Изобретения Эдисона относились к очень многим областям техники. Основная направленность его творчества заключалась в том, чтобы найти практическое применение электричества в разных отраслях производства. В условиях бурно развивающегося в 70—90 годах прошлого века капиталистического производства это давало большие выгоды. Эдисон правильно понял ситуацию и направил свой опыт и талант конструктора на то, чтобы разработать конкретные практические проблемы использования электричества. И это было основой успеха его трудов.

Эдисон не только построил лампы накаливания разных конструкций, но также разработал и систему распределения электрического тока. Он создал генераторы постоянного напряжения, регулирующие и защитные устройства, установочные материалы и счетчики электроэнергии.

Эдисон построил первую в мире электрическую тепловую станцию (в 1882 году в Нью-Йорке) и осуществил подачу потребителю электроэнергии из места ее централизованного производства к месту потребления. Изобретатель выступил в данном случае как делец: он впервые превратил электроэнергию в товар, который можно покупать в соответствии с потребностями.

Одна из характерных черт творчества Т. А. Эдисона — это стремление практически применить то или иное изобретение в комплексе с другими, удобно и экономично его использовать в широких масштабах. Вот что по этому поводу говорил выдающийся американский электротехник Ч. П. Штейнметц: «Эдисон более чем кто-либо содействовал процветанию науки и искусства инженера-электрика».

Подавляющее большинство изобретений Эдисона связано с усовершенствованием телеграфа, телефона, электрической тяги или условий быта (электрическое освещение и др.). Это способствовало, конечно, значительному прогрессу самой электротехники.

Стремясь расширить применение электричества для различных целей, Эдисон все же не дошел до идеи о необходимости и неизбежности последовательной реконструкции производства на базе электричества. Он больше занимался частными вопросами, находя удачные их решения. Его консервативность

чувствовалась по отношению к внедрению в практику ряда новых технических идей, реализация которых могла бы явиться предпосылкой к коренной реконструкции их.

Известно, например, что Эдисон — противник применения на практике переменных токов (однофазного и многофазных), отрицательно относился и к работам М. О. Доливо-Добровольского в области передачи энергии трехфазным током.

Эдисон был не только изобретателем мировой известности, но и крупным предпринимателем, создавшим чисто капиталистическую кооперацию изобретательского труда. Его лаборатория и мастерские были крупной фабрикой изобретений. Он привлекал талантливых сотрудников, многие из которых заняли впоследствии самостоятельное место в технике и в промышленности (серб Тесла, немцы Бергман и Шукерт, швейцарец Крузи, американцы Хаммер, Либ, Ачесон, Никольс и др.).

Обладая исключительной физической выносливостью, Эдисон требовал от своих сотрудников предельного напряжения сил. Некоторые талантливые и инициативные люди, привлеченные славой знаменитого изобретателя, стремились попасть к нему на работу. Но вскоре они убеждались, что трудно рассчитывать на свои силы и талант. Вот почему многие из них начинали искать самостоятельную работу.

Деятельность Эдисона распадается на несколько этапов. Первый период продолжался с начала его изобретательской деятельности до 1876 года. В то время электричество еще не использовалось в промышленности, а электромагнетизм получил широкое распространение только в телеграфном деле. Именно тогда Эдисон жил в разных городах США и Канады, служил на телеграфе. Он хорошо освоил эту работу и прославился как выдающийся телеграфист-оператор, как знаток телеграфной службы.

Удачная работа по ремонту электрического прибора для сигнализации об изменении биржевых курсов на золото и их регистрации привела Эдисона к первому материальному успеху и послужила стимулом к началу предпринимательской деятельности. В 1870 году в Нью-Йорке совместно с видным американским инженером Франклином Поттоном он организовал мастерскую для опытов и серийного выпуска приборов и аппаратов.

В 1876 году Эдисон перенес свои работы в Менио-Парк (штат Нью-Йорк), где были созданы более обширные мастерские и экспериментальные лаборатории. Здесь ученый работал над усовершенствованием телефона (в частности, изобрел угольный микрофон).

Эдисон впервые увидел лампочку Лодыгина в 1877 году: ее привез в США русский лейтенант Хотинский. А через два года Эдисон принялся за ее

усовершенствование и впоследствии получил патент на лампу накаливания с угольной нитью.

По свидетельству его биографа Дм. Брайансена, первый опыт с электрической лампочкой накаливания был произведен в 1879 году и явился «залогом дальнейшего успеха». Этим удачам способствовало и то, что в деле Эдисона принимали участие такие финансовые владыки США, как Джон Пирпонт Морган и другие.

Реклама американских предпринимателей об изобретении лампы накаливания Эдисоном встретила большой протест со стороны мировой общественности. Так, ведущий мировой электротехнический журнал того времени «*La lumière électrique*», отвечая с негодованием на попытки приписать все дело американским изобретателям, писал: «А Лодыгин? А его лампы? Почему уже не сказать, что и солнечный свет изобретен в Америке?»

Приоритет Лодыгина в области изобретения ламп накаливания был восстановлен. По словам одного из старейших наших электротехников М. А. Шателена, американский суд аннулировал патенты Эдисона и его соперника Свана¹.

¹ М. А. Шателен. Из истории изобретения ламп накаливания. Архив истории науки и техники, выпуск 4, стр. 310. Изд. АН СССР, 1934.

Однако именно Эдисон дал лампе накаливания широкую дорогу в жизнь. Он в 1879 году завершил свои работы по созданию лампы накаливания, разработал систему электрического освещения в целом, изобрел электролитический счетчик электроэнергии. На Международной выставке электричества 1881 года в Париже Эдисон демонстрировал генератор, предназначенный для питания электроосветительных установок.

В 1883 году он обнаружил в лампе накаливания явление термоэлектронной эмиссии, получившей название «эффекта Эдисона». Сущность открытия заключается в том, что нагретая электричеством нить в лампе накаливания испускает в вакуум или газообразную среду электроны. Явление, открытое Эдисоном, было использовано впоследствии для создания радиоламп.

Американские высшие школы присудили Эдисону степень доктора наук; Английское общество наук почтило его медалью Альберта. Российская Академия наук избрала Эдисона своим почетным членом.

Значение изобретений Эдисона было так велико, что без преувеличения можно сказать: американская электротехническая промышленность ведет свое начало от первых предприятий Эдисона, и ее развитие тесно связано с успехами его изобретений, с его деятельностью, как выдающегося организатора.

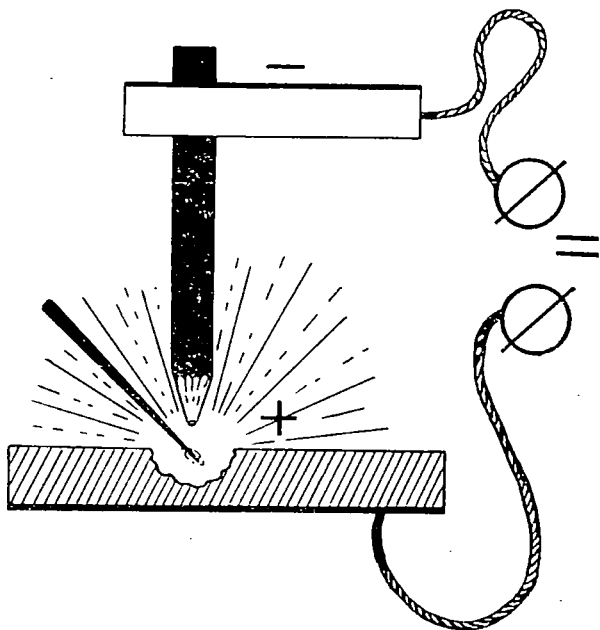


Русский ученый В. В. Петров, открывший электрическую дугу еще на заре развития электротехники, заметил, что при замене углей металлическими электродами «между ними является больше или меньше яркое пламя, от которого сии металлы мгновенно расплавляются, сгорают пламенем какого-либо цвета». А когда в паре с угольным электродом исследователь брал железный, то обнаружил, что «является также больше или меньше яркое пламя, а конец проволоки почти во мгновение ока краснеет, скоро расплавляется и начинает гореть с пламенем и разбрызгиванием весьма многих искр по различным направлениям».

Электрическая дуга В. В. Петрова послужила основой не только для создания лампы накаливания, но и для изобретения электросварки.

Способность электрического тока выделять тепло была открыта петербургским академиком Э. Х. Ленцем и независимо от него английским физиком Джоулем почти одновременно, в 1843 году. Этот закон эквивалентности тепловой и электрической энергии нашел в инженерной практике большое применение. Его открытие дало в руки изобретателей ключ к применению электричества для практических це-

лей. На его основе были построены электродвигатель, лампы накаливания и другие приборы. Мысль использовать электрический ток для сварки металлов занимала не одного человека. В 1867 году Вильд



Схема, показывающая сваривание металла с помощью электрической дуги. Этот метод сварки разработан русскими электротехниками Н. Н. Бенардосом и Н. Г. Славяновым.

накалил до бела две проволоки сечением 6 миллиметров, но сварить их не смог, так как динамомашинны были слабы. В 1881 году немецкий инженер В. Сименс при помощи постоянного тока силой в 60 ампер и напряжением 20 вольт сварил две проволоки сечением 2—3 миллиметра. В то же время немецкий ученый Рис предложил способ пайки посредством накаливания двух деталей.

Контактный способ сварки разработал американец Елигю Томсон. Он подводил к свариваемым деталям ток огромной мощности и низкого напряжения. Для этой цели были изготовлены паяльные столы с понижающими трансформаторами. В месте соприкосновения поверхность свариваемых деталей сильно накаливалась, а затем детали сдавливали, и они соединялись между собой. На Парижской выставке 1889 года демонстрировалось четыре типа паяльных столов.

Все эти способы были очень несовершенны и поэтому не могли применяться в промышленных условиях.

Применить электрическую дугу для электросварки в промышленности удалось русским изобретателям Н. Н. Бенардосу и Н. Г. Славянову.

В 1882 году Н. Н. Бенардос создавал дугу между свариваемой деталью, присоединив один полюс (+) динамомашинны к детали, а другой полюс (—) к

угольному электроду. В пламя дуги он вводил проволоку, которая, расплавляясь, заполняла шов.

Н. Г. Славянов в 1887—1890 годах внес существенное изменение в технику электросварки, тем самым расширив круг ее применения. Он подводил один полюс от динамомашинны к свариваемой детали, а второй присоединял к проволоке, которая сама являлась электродом. Между деталью и электродом возникала дуга и, расплавляясь, электрод давал жидкий металл для заплавления шва. Работать электросварщику стало проще, а шов получался ровнее и прочнее. В этом заключалось принципиальное отличие двух способов электросварки, предложенных Бенардосом и Славяновым.

Что нам известно об изобретателях электросварки?

Н. Н. Бенардос родился в 1842 году в местечке Нова Украинка Херсонской губернии. Первоначальное образование получил дома. В 1862 году он поступил на медицинский факультет Киевского университета, а через пять лет перевелся в Петровскую сельскохозяйственную академию в Москве, но не окончил ее. Истинное свое призвание он нашел в изобретательской деятельности.

Его изобретения чрезвычайно многочисленны и разнообразны: 14 изобретений относится к области сельского хозяйства, 16 — к транспорту, 8 — к воен-

ному делу, 16 — к электросварке, столько же к домашнему хозяйству и еще много других. Но любимым его детищем была электросварка, к которой он неизменно возвращался в своих работах до конца жизни.

В 1885 году Н. Н. Бенардос получил патент на способ дуговой электросварки и организовал в Петербурге общество «Электрогефест» для эксплуатации своего патента. Этот способ сварки он запатентовал в России, Финляндии, Швеции, Англии, Франции, Бельгии, Испании, Швейцарии, Италии, Австрии, Германии и США.

Отсутствие средств, лабораторий, сотрудников мешало Н. Н. Бенардосу внедрить свои идеи в жизнь и делало чрезвычайно тяжелой его изобретательскую работу. Он умер в 1905 году на 63 году жизни от отравления свинцом во время опытов с аккумуляторами.

Кроме дугового способа, Н. Н. Бенардос разработал и основные методы контактной электросварки. Им изобретены не только способ сварки угольной дугой с прямым действием дуги, но и, по существу, все применяющиеся ныне основные способы дуговой электросварки.

Другой изобретатель дуговой сварки — Н. Г. Славянов — родился 23 апреля 1854 года в Воронежской губернии. Среднее образование он получил в

Воронежской гимназии, которую окончил с золотой медалью. В 1877 году после окончания Петербургского горного института он получил звание горного инженера первого разряда и поступил на службу на Воткинский горный завод.

Через шесть лет Н. Г. Славянов работал на пермских пушечных заводах в Матовилихе. Знаменательным был для него 1885 год: его командировали на четыре месяца в Бельгию и Германию. Здесь он познакомился с производством на крупных заводах, в частности, на оружейных заводах Круппа. Там высокообразованный металлург живо интересовался самыми разнообразными отраслями техники и инженерного дела и особенно электротехникой.

С тех пор почти все свое свободное время он отдавал занятиям электротехникой и приобрел глубокие познания в этой области. Это был многообещающий талант. Несмотря на слабое здоровье, Славянов не щадил себя на работе. На пермских пушечных заводах он впервые применил свое изобретение — дуговую электросварку. Первоначально он применил ее для устранения дефектов в отливках — для заполнения пустот, раковин, для сварки оружейных лафетов. Поскольку металлический электрод под действием дуги расплавлялся и заполнял пустоты, Н. Г. Славянов назвал свой способ сварки электрической отливкой.

Изобретения Славянова очень ценны, особенно метод дуговой электросварки металлическим электродом. Он сконструировал первую динамомашину для питания дуги при сварке, внедрил сварку под флюсом и многое другое.

В 1890—1891 годах Славянов получил патенты на электрическую отливку металлов и электрическое уплотнение металлических отливок в России, Франции, Германии, Австрии и Бельгии и сделал заявку в США, Швецию и Италию.

Выполняя огромное количество сварочных работ, он достиг высокого совершенства. Ему впервые удалось сварить чугун и бронзу.

Русское техническое общество присудило Славянову высшую награду за выдающиеся труды, продемонстрированные на IV электрической выставке. На Всемирной выставке в Чикаго в 1893 году он был награжден медалью.

Несмотря на всеобщее признание, способ Славянова не нашел широкого практического использования в царской России. И лишь в СССР электросварка по методу Славянова стала применяться в таких размерах, о которых изобретатель и не мечтал. Способ Славянова в наше время является основным и важнейшим способом сварки металлов.

В СССР академики В. А. Миткевич и В. П. Никитин создали электросварку на переменном токе,

введя сварочные трансформаторы, они проще и дешевле, чем сварочные машины постоянного тока.

Герой Социалистического Труда Е. О. Патон автоматизировал электрическую сварку. Автоматизация заключается в следующем: электрод с помощью механизма перемещается вдоль свариваемого шва, дуга зажигается с одного конца и идет до другого. Способом Е. О. Патона близ Киева через реку Днепр сварен мост, в котором нет ни одной заклепки. В последние годы в промышленности применяются электро-сварочные автоматы В. П. Никитина.

Разработан также метод электросварки под водой. Гореть под водой электрической дуге позволяют газовые пузырьки, образующиеся при сгорании специальной обмазки вокруг электрода и изолирующие дугу от воды. Этот метод предложен действительным членом Академии наук СССР К. К. Хреновым.

Дуговая электросварка получила в нашей стране широчайшее промышленное применение.

БОЛЬШАЯ



ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Изобретение телеграфа, телефона, лампы накаливания свидетельствовало о том, что началась эпоха практического применения электричества. В промышленности все больше стало изготавливаться элек-

трических приборов, аппаратов, машин. Однако их проектирование и производство страдало существенными недостатками. Такие важные показатели, как вес машины и ее мощность, в то время нельзя было заранее рассчитать, так как еще не были известны методы измерения магнитного поля и его влияние на свойства металлов, из которых изготовлялись приборы и машины.

В 1872 году русский физик Александр Григорьевич Столетов опубликовал свою диссертацию: «Исследование о функции намагничивания мягкого железа». Впервые была установлена зависимость магнитных свойств железа от величины намагничивающего поля. А. Г. Столетов понимал значение своего открытия так: «Знание свойств железа относительно временного намагничивания так же необходимо здесь, как необходимо знакомство со свойствами пара для теории паровых машин. Только при таком знании мы получим возможность обсудить а priori¹ наивыгоднейшую конструкцию подобного снаряда и наперед рассчитать его полезное действие».

До появления теории Столетова электротехники уже пытались пользоваться свойством железа усиливать магнитное поле. В то время существовала гипотеза немецкого физика Вильгельма Вебера (1804—

¹ а priori — независимо от опыта (лат.).

1891 гг.) о прерывности электрического заряда и электрическом строении вещества. Магнитные свойства железа и родственных ему металлов никеля и кобальта он объяснял наличием в их составе множества мельчайших магнетиков. Вебер считал, что в обычном состоянии магнетики располагаются хаотично, как флюгера при тихой погоде, и по отдельности не проявляют магнитных свойств.

При внесении железа в магнитное поле все элементарные магнетики как бы стремятся повернуться вдоль магнитного поля (как флюгера при ветре) своими северными полюсами в направлении магнитного поля, а южными — в противоположную сторону; действие магнитных полюсов взаимно не уничтожается, весь кусок железа становится магнитом. Магнитное действие железа складывается с внешним магнитным полем, превратившим железо в магнит, и усиливает его.

Гипотеза Вебера полностью не раскрывала сущности процессов, происходящих в железе. Пожалуй, ближе к разгадке явления намагничивания еще



А. Г. Столетов.
Русский ученый

раньше, до Вебера, подошел Ампер. Он считал, что «в железе магнита нет, а явление магнитных свойств железа — это есть результаты движения вечных круговых токов».

Но гипотезы и Вебера и Ампера давали лишь качественную характеристику явлению. Количественная зависимость намагничивания железа от величины магнитного поля оставалась неизвестной. Поэтому при проектировании создатели динамомашин и электромоторов руководствовались не точными расчетами, а интуицией, и работали почти вслепую, наугад и потому кустарно. Вот почему электрические машины и аппараты были громоздкими и мало мощными.

Александр Григорьевич Столетов впервые для испытания магнитных свойств материалов применил установку с кольцеобразной формой образца. При перемене направления тока в первичной обмотке, навитой на кольцеобразный образец, во вторичной обмотке возникал импульс тока, действовавший на гальванометр. Установка позволяла определять намагниченность образца и исключать погрешности, появлявшиеся при измерениях образцов, имевших концы (то есть не кольцеобразных).

Работы по выявлению магнитных свойств железа Столетов проводил в Гейдельберге, в лаборатории Кирхгофа. За четыре месяца он поставил оригиналь-

ные опыты и построил кривую намагничивания и размагничивания, которые имеют большое практическое значение и в наше время.

Теория Столетова дала объяснение количественным явлениям, происходящим в металле, помещенном в магнитное поле. Это открыло широчайшие перспективы перед инженерами и конструкторами. Если до исследования магнитных свойств железа электрики строили электромашин и аппараты, исходя лишь из опыта, то после работ А. Г. Столетова стали производиться математические расчеты машин и аппаратов, которые по весу стали меньше, а по мощности больше. Эти работы Столетова открыли путь для промышленного производства электрических машин и приборов, путь в большую электротехнику.

Метод исследования Столетова применяется и в наши дни. Значение его велико. Благодаря этому методу возможно не только исследовать, как растет намагничивание контрольного образца по мере усиления магнитного поля, но и снимать так называемые кривые намагничивания. Эти кривые представляют собой графическое изображение зависимости магнитной восприимчивости железа от воздействия внешнего магнитного поля. Столетов впервые установил, что восприимчивость железа с увеличением поля растет, достигая максимума при некотором

значении магнитного поля, и при дальнейшем увеличении поля уменьшается.

Благодаря кривым намагничивания Столетова стал возможен предварительный инженерный расчет любой электрической машины, содержащей железные сердечники.

Известие об экспериментах А. Г. Столетова сразу же разнеслось по всему миру. В Америке его опыты повторили физики Роуланд и Юинг, а в Германии — Бауэр. Правильность исследований А. Г. Столетова подтвердилась.

Еще будучи в Германии А. Г. Столетов практически разработал систему единиц измерений в электротехнике, которые были приняты Международным конгрессом электриков в 1881 году в Париже.

Путь Столетова как ученого определился довольно рано: уже после окончания в 1856 году гимназии Александр Григорьевич поступил в Московский университет на отделение естественных наук. Он учился на казенный счет и жил в самом университете. Казеннокоштные, как их тогда называли, отличались свободомыслием, смелостью своих суждений, многие из них читали произведения писателей-демократов. Именно в них, казеннокоштных, воспитывалась непримиримость к невежеству, к рабству, рождалась вера и убежденность в силу науки, желание отдать все силы на благо народа.

Во время учебы в университете Столетов слушал лучших профессоров того времени. Лекции, которые ему не нравились, он старался проработать самостоятельно. Лабораторий в то время в университете не было. Лишь один из профессоров — Любимов на свои деньги организовал лабораторию физики, в которой подолгу работал студент Столетов.

В 1860 году Столетов с отличием закончил университет. Его оставили здесь для подготовки к профессорскому званию. Летом 1862 года по представлению кафедры физики на пожертвованные Сергеем и Константином Рачинскими деньги А. Г. Столетов был командирован за границу.

Он работал в лаборатории Кирхгофа вместе с другими русскими студентами, слушавшими его лекции. В Германии А. Г. Столетов прожил 3 года. В 1869 году он защитил магистерскую диссертацию на тему: «Общая задача электростатики и ее приведение к простейшему случаю». Уже первая работа чисто теоретического характера выдвинула А. Г. Столетова в ряды самых видных физиков того времени.

Работая на родине, Столетов долго добивался создания физической лаборатории при университете. Это ему отчасти удалось. И хотя по тем временам лабораторные работы были не обязательны по программе университета, но Столетов проводил их с желающими студентами. Он организовал кружок

любителей физики, в котором работали многие выдающиеся физики и инженеры, в том числе и «отец русской авиации» Н. Е. Жуковский, математик Н. А. Умов, механик, математик и ботаник Цингер и другие.

Наконец, в 1872 году благодаря настойчивости и трудам А. Г. Столетова окончательно была оформлена физическая лаборатория университета.

В этой лаборатории ему суждено было сделать ряд замечательных открытий. Одно из них — явление фотоэффекта, которое считается вершиной научного творчества Столетова.

Это произошло 26 февраля 1888 года. Установка, которую ученый долго и кропотливо готовил к опыту, заработала, и мир узнал о том, что свет способен порождать электрический ток. В установке Столетова имелся цинковый диск, который был присоединен к отрицательному полюсу батареи. Против диска находилась металлическая сетка, от нее провод шел к положительному полюсу. Воздушный промежуток между диском и сеткой размыкал цепь, и ток не шел. Зеркальце гальванометра, включенного в цепь батареи, отбрасывало световой зайчик, который стоял на нулевом делении. И вот наступила великая минута открытия: экспериментатор бросил на диск свет электрической дуги, зайчик тотчас же метнулся по шкале. В цепи возник электрический ток! Он шел

по цепи, минуя воздушный промежуток, который не был для него преградой.

Исследуя это явление и в дальнейшем, Столетов установил все его основные законы и, в частности, важнейший закон о пропорциональности между фототоком и интенсивностью падающего света.

Установка Столетова была первым фотоэлементом — прибором, отзывающимся на свет рождением электрического тока. Подробно изучая фотоэффект, Столетов поместил диск и сетку в сосуд с разреженным воздухом. Ток не прекратился и в этом случае. Ученый установил зависимость его величины от степени разреженности газа. Найденная им постоянная, характеризующая это явление, вошла в науку под названием константы Столетова.

Это открытие в настоящее время применяется в широких масштабах. Его используют в кино, в телеграфном деле, телевидении, фотографии; телемеханике и т. д.

Итальянский физик Риги изучал это явление, но он пришел к выводу, что не лучи света вызывают рождение электрического тока в металлической пластине, а какие-то другие причины. После опубликования А. Г. Столетовым его открытия Риги написал статью, по которой выходило, что якобы Столетов присоединился к его мнению, а не наоборот. А. Г. Столетов дал достойный ответ Риги в печати: «Меня

крайне изумило..., что г. Риги, впоследствии переменивший свое мнение и пытающийся, по-видимому, внушить, что он и всегда думал так, как теперь, в одной из своих последних статей позволяет себе совершенно извратить истину, утверждая, будто не он, а я сомневаюсь в нечувствительности положительного электрода. Более бесцеремонного способа сваливать свои грехи на чужую голову мне никогда не встречалось».

Открытый Столетовым фотоэффект некоторые ученые объясняли неверно. Немецкий физик Гоора утверждал, что фотоэлектрическое действие «следует приписать исключительно слоям газа, адсорбированного металлическими поверхностями. Если удалить эти прилипшие к металлу слои,— говорил Гоора,— то металл потеряет чувствительность к свету». А. Г. Столетов опроверг это мнение. Он совершенно точно доказал: «Для того, чтобы возник фототок, лучи должны освещать пластинку, кроме того, с увеличением температуры фототок увеличивается. Фототок пропорционален силе света».

В тот же период, когда Столетов вел свои исследования, иное взаимодействие света и вещества, внутренний фотоэффект, изучал другой русский исследователь В. А. Ульянин (1863—1931), будущий ассистент А. Г. Столетова, ставший потом профессором в Казанском университете.

В. А. Ульянин исследовал селен. У этого элемента чудесные свойства. Когда селеновая пластинка освещается, ее сопротивление сразу же уменьшается, и она начинает лучше проводить ток. Сила тока в цепи, в которую включена пластинка, сразу же возрастает, как только на селен падает луч света.

Изучая взаимодействие селена и света, В. А. Ульянин сделал выдающееся открытие. Нанеся на селеновую пластинку тончайший металлический слой, он получил замечательный прибор, превращающийся под действием света в электрический элемент. Как только на селеновую поверхность падает свет, в проводах, соединяющих этот слой и селен, возникает электрический ток. В 1888 году В. А. Ульянин построил первый в мире фотоэлемент с запирающим слоем. Немецкий физик Ланге только спустя тридцать лет предложил такой же фотоэлемент.

А. Г. Столетов был крупным общественным деятелем, он участвовал во многих обществах по распространению научных знаний, в международных конгрессах. Он давал отпор реакции, развивая и пропагандируя материалистическую науку, боролся за создание условий для научного творчества в России.

Столетов был одним из участников коллективного письма Московских профессоров, когда в Академии наук забаллотировали кандидатуру Д. И. Менделеева. Во время гонений на передовое студенчество

А. Г. Столетов открыто вставал на его защиту. Всего этого реакционеры не забывали. Университетское начальство пользовалось любым предлогом, чтобы придираться к ученому, притеснить его. С 1892 года придирки перешли в открытую травлю. Это сделало Столетова совершенно больным человеком. Он скончался в возрасте всего лишь 50 лет 1 мая 1896 года. Но даже после смерти самодержавие мстило великому ученому за вольнодумство. Официальные круги запрещали говорить о А. Г. Столетове. Лучший друг ученого К. А. Тимирязев смог прочитать некролог о нем только на дому у его родных.

Великий ученый, борец за честь русской науки А. Г. Столетов был любимым и высоко уважаемым всеми прогрессивными современниками. Его открытия, не оцененные по достоинству, в наше время в трудах советских ученых нашли блистательное развитие.

НА ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЕ

Всемирно известный американский изобретатель Томас Эдисон в 1884 году получил одно рекомендательное письмо от директора Парижского континентального общества. В послании значились такие строчки: «Я знаю двух великих людей. Один — это Вы, а второй — этот молодой человек, которого я Вам рекомендую».

На работу к Эдисону поступил двадцативосьмилетний ученый — серб Никола Тесла. Характеристика, данная ему в письме, хотя и звучала заявкой на будущее величие, но была справедливой. Никола Тесла к этому времени уже проявил себя одаренным исследователем в области науки об электричестве. А позже он действительно сделал много новых открытий, имевших огромное значение для развития электротехники.



Выдающийся изобретатель Н. Тесла.

... Родина Николы Тесла местечко Смеляны, в Сербии. Здесь он рос и воспитывался в семье священника. После окончания реального училища Никола поступил в Граце в политехнический институт, который окончил в 1879 году. В это время уже определились его наклонности. Молодого человека интересовала физика и особенно раздел об электричестве. Преподаватели заметили, что у юноши огромные способности, что он трудолюбив и самостоятелен и посоветовали продолжать учебу.

Тесла поступил в Пражский университет. Через три года (в 1882 году) он покинул Прагу, переехал

в Будапешт и стал работать инженером в телеграфной кампании. Вскоре после этого он сделал заявку на первый патент — он нашел способ усиления звука голоса в телефоне. Шеф в 1883 году послал одаренного молодого человека в Париж, дав рекомендацию в Континентальное общество Эдисона.

Во время пребывания в Париже Тесла внес ряд усовершенствований в телеграфную аппаратуру и электрические машины. Тогда же он начал свои первые эксперименты с переменным током.

Его внимание привлекло изобретение русского ученого П. Н. Яблочкова. Как известно, П. Н. Яблочков в 1876 году изобрел дуговой источник света, названный электрической свечой, который, по существу, был первым массовым потребителем электроэнергии. Для питания этих свечей ученый широко стал применять переменный ток большой мощности. По инициативе русского ученого были построены первые осветительные установки переменного тока с применением генератора переменного тока. Подобный генератор был изготовлен и в Париже бельгийским мастером З. Т. Граммом по указаниям П. Н. Яблочкова. При создании генератора русский ученый впервые применил изобретенные им трансформаторы (с разомкнутой магнитной цепью), с помощью которых удалось отделить цепь потребителя от цепи источника тока и добиться равномерного распре-

ления энергии к свечам. С помощью генератора переменного тока стало возможным преобразовывать механическую энергию вращающегося ротора в электрическую энергию переменного тока.

Изобретение П. Н. Яблочкова быстро распространилось в Европе. Никола Тесла построил модель генератора Яблочкова и пытался превратить ее в модель электродвигателя переменного тока. Но его поиски натолкнулись на первых порах на трудности.

В 70—80-х годах XIX века вспыхнула ожесточенная борьба между капиталистическими фирмами, выпускавшими оборудование либо для установок переменного тока, либо для установок постоянного тока. Сторонники постоянного тока доказывали, что трансформатор является неэкономичным аппаратом и т. д. Даже изобретатель Томас Эдисон пытался внести предложение правительству США о принятии специальных законов, запрещающих пользоваться переменным током. Эдисон утверждал, например, что прокладка подземных кабелей переменного тока опаснее, чем закладывание взрывчатого вещества. Специальный агент Эдисона Браун разъезжал по США, демонстрируя уничтожение животных «смертельным» переменным током. Вот почему Эдисон запретил Николе Тесла работать над двигателем переменного тока.

Чтобы найти возможность применить практически свой генератор переменного тока, Тесла создал особую конструкцию дуговых ламп для уличного освещения. Он организовал даже компанию по производству ламп и сам стал ее пайщиком.

Спустя некоторое время, когда Тесла уже не рабо-

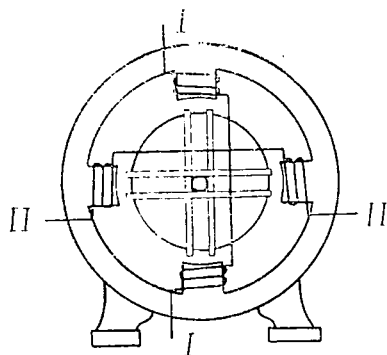


Схема двухфазного двигателя переменного тока, созданного Н. Тесла. Ученый впервые использовал для этого явление вращающегося магнитного поля.

тал у Эдисона, он получил патент на двигатель переменного тока. Это была асинхронная электрическая машина двухфазного тока. Принцип ее работы был основан на взаимодействии так называемого вращающегося магнитного поля с током, наведенным в роторе этим полем. Состоял

двигатель из подковообразного магнита, полюсы которого вращались вокруг оси, на которой располагался массивный металлический (медный или стальной) цилиндрический ротор. Когда магнит вращался вокруг оси, то и магнитное поле, создаваемое им, тоже вращалось, причем ротор приходил во враще-

ние вслед за вращением магнита. В асинхронной машине в отличие от синхронной скорость вращения ротора менялась в зависимости от нагрузки.

Явление вращающегося магнитного поля было открыто Николой Тесла одновременно и независимо от открытия итальянского ученого Феррариса. В 1888 году Тесла впервые описал в печати явление вращающегося магнитного поля и принцип использования его в многофазном асинхронном двигателе. Он разработал схему распределения многофазных токов. Наиболее важной для практики Тесла считал двухфазную систему. По этой системе в 1896 году была построена крупная промышленная установка двухфазного тока — Ниагарская гидроэлектростанция (позже она была переведена на трехфазный ток).

После первых же успехов электродвигателя переменного тока Тесла занялся изучением свойств токов высокой частоты. Его лекции о технике высокой частоты и высоких напряжений в Америке и Европе, сопровождаемые опытами, изумляли современников. После лекции, например, в Лондоне в феврале 1892 года лондонский «Таймс» писал: «Если что-нибудь могло вообще вызвать восхищение электричеством, то это выпало на долю лекции, которую вчера вечером господин Тесла читал целых два часа ученым Королевского института». Имели успех и другие лекции (24 февраля и 1 марта 1893 года в Институте

Франклина в Филадельфии и Национальном обществе электрического освещения в Сен-Луи).

Под влиянием открытий Герца Тесла задался целью найти способ передачи электрической энергии без проводов и разработать методы генерирования токов высокой частоты. Путем усовершенствования однофазного двигателя переменного тока он сконструировал в 1889 году электрический генератор высокой частоты мощностью 1 киловатт (на частоту от 5 000 до 20 000 герц)¹. Этот генератор преобразовывал механическую энергию вращения в энергию переменного электрического тока высокой частоты. Действие его основывалось на периодическом изменении магнитного потока, которое достигалось вращением одной, подвижной, части машины (ротора) относительно другой, неподвижной (статора). Генератор Тесла был одним из самых мощных для своего времени высокочастотных генераторов. Позже в России В. П. Вологдиным в 1912 году был построен первый генератор мощностью 2 киловатта частотой 60 000 герц, а наиболее мощный — в 600 киловатт, 18 000 герц — в 1930 году.

Во всех этих мощных генераторах одноименные полюсы располагались в двух или нескольких вен-

¹ герц (гц)— единица частоты колебаний электромагнитных волн.

цах, ротор был массивным, цилиндрическим. В машинах использовались сравнительно большие окружные скорости (до 200 м/сек), которые давали возможность получать высокую частоту. Сейчас такие генераторы широко используются в промышленности.

К 1890 году относится исследование влияния токов высокой частоты на организм человека. Эти работы были использованы впоследствии в медицине. И хирурги и терапевты стали широко применять токи высокой частоты для лечения многих различных болезней.

В 1891 году Тесла изобрел резонанс-трансформатор, известный под названием трансформатора Тесла. Это электрическое устройство состояло из нескольких витков толстой медной спирали (первичная обмотка) и помещавшегося внутри нее с большим воздушным зазором цилиндра из изоляционного материала. На цилиндр была намотана в один слой тонкая изолированная проволока (вторичная обмотка). Это устройство Тесла применил для получения токов высокой частоты. Спираль трансформатора присоединялась через искровой промежуток к конденсатору и индукционной катушке Г. Румкорфа,¹ образуя коле-

¹ Индукционная катушка — аппарат для преобразования тока низкого напряжения в ток высокого напряжения. Одна из первых удачных конструкций аппарата была создана в 1852 году немецким механиком Г. Румкорфом.

бательный контур (вибратор). Частота собственных колебаний контура зависела от величины его индуктивности и емкости и была огромной.

В этом же году Тесла изготовил еще и осцилятор. Пользуясь своими приборами, Тесла изучал свойства токов высокой частоты, стоячие электрические волны, а также получал свечение трубок, наполненных разреженным газом. Эти приборы применяются и поныне в вакуумной технике.

Принцип действия этих приборов заключался в следующем. При быстрых разрывах тока механическим прерывателем в первичной обмотке индукционной катушки трансформатора Тесла возникали импульсы очень большого напряжения в ее вторичной обмотке. Эти импульсы, пробивая воздушный разряд, возбуждали колебательный высокочастотный разряд, достигавший наибольшей интенсивности при резонансе. В настроенной вторичной обмотке трансформатора индуктировались высокочастотные колебания очень высокого напряжения.

Тесла впервые в мире выдвинул идею передачи электрических импульсов на расстояние без проводов и сам осуществил ее.

По существу, за два года до открытия радиоволн, сделанного в 1895 году Александром Степановичем Поповым, Тесла близко подошел к практическому решению проблемы беспроволочной связи с той лишь

разницей, что он интересовался передачей энергии для ее силового использования, а не передачей сигналов для целей связи. На Всемирной выставке в Чикаго Тесла демонстрировал свою систему «передачи сигналов с помощью электромагнитных волн». Вот какую оценку этой системе дал в январе 1900 года Александр Степанович Попов. Делая сообщение о своем открытии радиоволн, он подчеркивал: «Употребление мачты на станции отправления и на станции приема передачи сигналов с помощью электрических колебаний не было, впрочем, новостью: в 1893 году в Америке была сделана подобная попытка передачи сигналов известным электротехником Н. Тесла. На станции отправления и на высокой мачте был поднят изолированный проводник, снабженный на верхнем конце некоторой емкостью в виде металлического листа, нижний конец этой проволоки соединялся с полюсом трансформатора Тесла высокого напряжения и большой частоты. Другой полюс трансформатора был соединен с землей. Разряды трансформатора были слышны на станции приема в телефоне, соединенном с высоко поднятым проводом и землей». Однако Тесла еще не смог создать прибор для возбуждения радиоволн, он еще не располагал техническими средствами для приема.

Несколько лет Тесла работал в радиолаборатории в Нью-Йорке (1896—1899). В 1899 году Тесла по-

строил в Колорадо специальную станцию мощностью 200 киловатт, при помощи которой он передавал без проводов энергию, достаточную для зажигания электрической лампы на расстоянии до 30 километров. Талантливый электротехник сделал ряд важных изобретений в области использования радиоволн для связи. К ним относится, например, тиккер (прерыватель для приема незатухающих колебаний высокой частоты). Приемник с тиккером принимал сигналы из колорадской станции на расстоянии 1 000 километров.

В эти же годы Tesla предложил вращающийся искровой разрядник, нашедший в дальнейшем широкое применение в искровых радиостанциях. Он построил в Лонг-Айленде радиобашню высотой 189 футов (57,6 м). Все работы, проводившиеся здесь, оказали существенное влияние на развитие электротехники. Вот почему в период первой мировой войны радиогородок и радиостанция в Лонг-Айленде, имевшие, вероятно, военное значение, были разрушены правительством США из опасения возможного шпионажа.

Работы Tesla по передаче и использованию электроэнергии имели колоссальное значение для развития промышленности во всем мире. Создание Tesla источников переменного тока, который путем трансформации можно без значительных потерь переда-

вать на большие расстояния, дало возможность массовой электрификации отдельных городов (в частности, Нью-Йорка) и больших районов.

В течение 14 лет (1908—1922) Тесла работал над проблемами прикладной механики. После 1900 года он получил патенты на изобретение в различных областях техники (электрический счетчик, частотомер, усовершенствования в радиоаппаратуре, паровые поршневые машины и пр.).

За свою долгую жизнь Никола Тесла успел сделать очень многое для развития электро- и радиотехники: он автор более 800 изобретений. Только в США Тесла получил 113 патентов, из них 37 относятся к устройствам, принцип которых основан на использовании токов высокой частоты; 75 наиболее важных изобретений были реализованы в промышленности. Вся жизнь первооткрывателя токов высокой частоты — это непрерывный поиск, тяжелый и радостный труд изобретателя. Он работал с высоким напряжением, отдавая любимому делу всего себя.

Тесла принадлежит к тем немногим выдающимся ученым, которые получили признание при жизни и слава которых не меркнет в глазах потомков.

Этот человек жил скромно. Свои большие гонорары он тратил на исследовательскую работу. Он был очень настойчив и никогда не падал духом. Дважды при загадочных обстоятельствах сгорела его

лаборатория со всеми трудами, оборудованием и уникальными приборами. Но он вновь восстанавливал разрушенное, утраченное. Во время одного из пожаров сгорело все, что было приготовлено для Чикагской выставки. Журналисты, которые поддерживали интересы предпринимателей, конкурировавших с фирмой Эдисона, хотели доказать, что пожар произошел не без участия Эдисона, но Тесла протестовал: «Не впутывайте сюда Эдисона. Эдисон — великий изобретатель, большой труженик и честный человек. Его компания нисколько не заинтересована в результатах моих последних изобретений. Все погибло, но я жив, и я не пропаду. Пожар мог возникнуть случайно».

История с покупкой патента на изобретение Николой Тесла электрической машины характеризует его как благородного человека. Вестингауз, владелец одной фирмы, которая вела борьбу с фирмой Эдисона, купил патент за миллион долларов и обещал выплатить Тесла еще дополнительную сумму за двигатели, установленные фирмой. Но через некоторое время фирма Вестингауза попала в финансовый кризис, и выплата обещанного гонорара стала представлять большие трудности. Вестингауз попросил Тесла расторгнуть договор. «Вы помогли мне, когда даже ваши инженеры не могли видеть будущего, как видели его мы с вами,— отвечал Тесла,— вот вам

экземпляр договора, а вот мой. Я их разорву на мелкие кусочки, и у вас не будет неприятностей с моими делами. Достаточно этого?» Позже было подсчитано, что гонорар, от которого отказался Тесла, составил около 10 миллионов долларов.

Тесла был широкообразованным человеком: хорошо знал математику и помнил бесчисленное множество формул, владел восемью иностранными языками. Ему, блестящему теоретику, в экспериментах помогали специальные технические знания.

Все творчество Николы Тесла было проникнуто заботой о непрерывном развитии техники. В 80—90 годы прошлого века Тесла был в расцвете славы и популярности. Ученые (не очень щедрые на похвалы) называли Николу Тесла величайшим из живущих физиков, в руках которого сосредоточена магическая власть над скрытыми тайнами природы. К принятым во всем мире международным единицам измерения электричества вольт, ампер, ом прибавилась и единица магнитной индукции — тесла. Выдающиеся научные заслуги его были отмечены присуждением ему в 1916 году высшей научной награды в США — медали Эдисона. В 1936 году Никола Тесла принял предложенную югославским правительством пенсию.

В годы второй мировой войны ярко проявились прогрессивные взгляды Тесла. В ответ на обращение

к народам мира Всеславянского антифашистского митинга ученых в Москве и общественного митинга в Нью-Йорке Никола Тесла откликнулся письмом, опубликованным на страницах газеты «Известия» 16 октября 1941 года. В этом письме он восхищался героической борьбой советского народа и выражал твердую уверенность в разгроме гитлеровских захватчиков. В начале января 1943 года в нью-йоркской гостинице «Нью-Йоркер» в номере на 33 этаже скончался этот великий человек, чье имя известно всему миру. Лауреат Нобелевской премии Армстронг сказал после его смерти: «Изобретений Николы Тесла в области переменного тока и индукционного мотора было бы вполне достаточно, чтобы увековечить его имя... Я думаю, что миру придется ждать появления гения, который мог бы стать соперником Н. Тесла в его свершениях и в его вдохновении».

Отмечая выдающиеся заслуги замечательного сына югославского народа, Народное правительство присвоило имя Николы Тесла одной из храбрейших дивизий Народно-освободительной армии. В Чехословакии имя Тесла носит один из электротехнических заводов. Радиоприемники с маркой «Тесла» находятся в тысячах домов. Более десяти кинотеатров в крупнейших городах Югославии носят имя Николы Тесла; его именем названа одна из строящихся ГЭС Югославии. Завещанные им Югославии научные

архивы составляют основу специального музея Тесла в Белграде. В 1935 году в Югославии был основан институт его имени, который занимается изучением и популяризацией его трудов.

На состоявшемся международном съезде, посвященном восьмидесятилетию со дня рождения великого изобретателя, в 1936 году ученые всего мира отдали Тесла заслуженную дань признания и уважения.

10 июля 1956 года научно-техническая общественность Советского Союза отметила столетие со дня рождения Николы Тесла и дала высокую оценку его крупнейшим изобретениям в области электротехники.

ПЕРЕМЕННЫЙ



ТРЕХФАЗНЫЙ

В Петербурге в 1900—1902 гг. создавался Политехнический институт. Одну из электрических кафедр было предложено занять Михаилу Осиповичу Доливо-Добровольскому, русскому ученому, работавшему в это время за границей. Предложение было заманчивым, ученому хотелось на родину. Он ответил согласием, но вскоре тяжело заболел, и врачи запретили переезд. Михаилу Осиповичу пришлось ехать для поправки здоровья в Швейцарию, где он прожил почти шесть лет. Так и не пришлось Доливо-

Добровольскому осуществить мечту жить и работать в России.

А за границу Михаил Осипович попал после 1881 года в группе людей, заподозренных в сочувствии революционному движению. Юноша, тогда еще студент Рижского политехнического института, был исключен из него без права поступления в какое-либо русское высшее учебное заведение.

Для продолжения образования ему пришлось уехать за границу. В конце 1881 года в Германии Михаил Осипович поступил на машиностроительное отделение Дармштадского высшего технического училища. Это было время увлечения студентов электротехникой, которая начинала занимать в технике самостоятельное положение, а перспективы большого практического применения электричества стали уже очевидными.

Доливо-Добровольский с первых же дней обучения в Дармштадте занялся электротехникой. Вел этот предмет опытный руководитель, профессор Китлер, известный в то время своей практической деятельностью по сооружению энергетических установок. Предмет электротехники в то время включал в основном изучение свойств постоянного тока.

Переменный ток тогда совершал только первые скромные шаги из лаборатории на промышленные предприятия. Доливо-Добровольский, очень много за-

нимаясь в мастерских и лабораториях, глубоко изучил технику постоянного тока. Еще в студенческие годы, на последнем курсе, он впервые предложил оригинальную пусковую схему для двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. Это изобретение имело значение для развития электрического привода на постоянном токе.

В 1884 году после окончания с отличием курса Дармштадтского высшего технического училища Михаила Осиповича пригласили работать инженером на новом заводе немецкой компании АЕГ. На предприятиях этого концерна он оставался все последующие годы своей жизни.

Работая в течение многих лет в Германии, Доливо-Добровольский постоянно чувствовал недоброжелательность многочисленных немецких коллег и замечал стремление фирмы извлечь возможно больше прибылей из его неустанных трудов. Ученый тосковал по родине. Он приезжал в Россию один раз в пять лет для перемены паспорта, потому что, живя за границей, он оставался русским подданным. С большим вниманием относился ученый ко всем русским электротехникам, посещавшим Германию, много помогая им своим советом и делом.

Своими исследованиями и изобретениями М. О. Доливо-Добровольский внес огромный вклад в развитие электротехники. Блестящая пора развития



Русский электротех-
ник М. О. Доливо-
Добровольский.

электрических машин и переменного тока связана с его именем. Доливо-Добровольский — творец системы трехфазного тока, занимающей доминирующее положение во всей электротехнике. В восьмидесятых годах XIX века, в течение нескольких лет, им были исследованы методы получения трехфазного тока, построены первый трехфазный генератор, первый трехфазный трансформатор и, наконец, первый трехфазный двигатель. Эти изобретения

произвели поистине переворот в технике использования и передачи электрической энергии.

Как и когда возникла у ученого идея создания двигателя трехфазного тока?

В начале научной деятельности Доливо-Добровольский занимался проблемой практического применения постоянного тока. Исследуя некоторые явления магнетизма в машинах постоянного тока, он невольно заинтересовался теоретическими работами ученых по этому вопросу. Он обратил внимание на опыты по вращающемуся магнитному полю итальян-

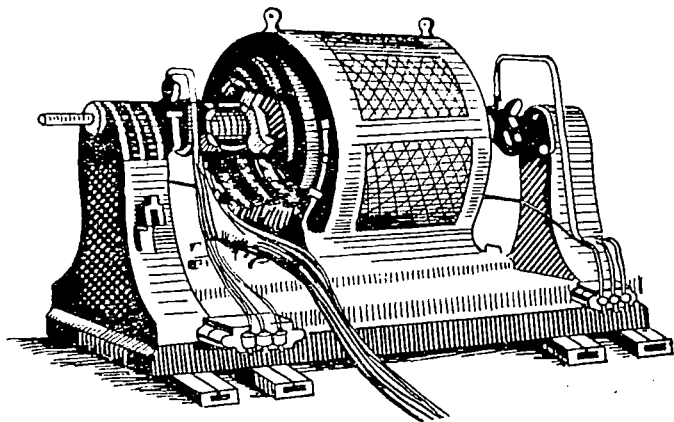
янского физика Галилео Феррариса и американского ученого Николы Тесла, которые, как известно, одновременно и независимо друг от друга открыли это явление. Доливо-Добровольскому было известно, что Феррарис пришел к выводу о крайне низком коэффициенте полезного действия электродвигателей, действовавших на принципе вращающегося магнитного поля (по его мнению, этот коэффициент может быть не более 50 процентов). Он знал также, что Тесла на основе этого явления построил первые двухфазные асинхронные двигатели и применил их на Ниагарской гидроэлектростанции в 1896 году.

Вскоре Доливо-Добровольский установил, что коэффициент полезного действия электрических двигателей, работающих на принципе вращающегося магнитного поля, может быть значительно выше 50 процентов, а следовательно, практически возможны не только двухфазные, но и многофазные машины переменного тока.

В 1888 году после долгих теоретических поисков и экспериментов Доливо-Добровольский предложил идею применения переменного трехфазного тока. В отличие от систем двухфазного тока в системе трехфазного переменного тока источник тока создавал три электродвижущие силы одинаковой частоты, но отличающиеся по фазе на одну треть. С помощью трехфазного переменного тока легко стало получать

вращающееся магнитное поле. Кроме того, трехфазный ток позволил экономить материал проводов линии передач (т. е. при передаче электрического тока, мощность которого увеличивалась на 73 процента, общее сечение проводов увеличивалось лишь на 50 процентов).

В том же году Доливо-Добровольский построил первый трехфазный генератор переменного тока мощностью 3 киловатта.



Это — генератор М. О. Доливо-Добровольского. Три обмотки двигателя питались от трехфазного тока без сложной системы переключателей.

Что собой представлял генератор Доливо-Добровольского? Это было очень простое устройство. Три электрические машины были приспособлены на одном валу и имели один общий статор. Обмотки этих машин были сдвинуты относительно друг друга на одну треть окружности — на 120 градусов. Поэтому токи, уходящие от машины по трем проводам, также были как бы «смещены» на 120 градусов. Это значит, что когда в одном из проводов напряжение возрастало в положительную сторону, в другом оно падало, а в третьем — росло в отрицательную сторону.

Изобретатель очень выгодно и гениально просто использовал систему трехфазного тока. Такой двигатель имеет три обмотки, которые, питаемые трехфазным током, создают в пространстве, охватывающем ротор, вращающееся поле, которое увлекает с собой в движение и сам ротор. Таким образом, в силу самой природы трехфазного тока вращение магнитного поля рождалось в двигателе Доливо-Добровольского без сложной системы переключателей.

От своего первого генератора Доливо-Добровольский привел в действие свой первый трехфазный двигатель со статором в виде кольца Грамма (круговой соленоид с цилиндром), питаемого в трех точках, и ротором в виде сплошного медного цилиндра. Дальнейшие работы Доливо-Добровольского привели к

построению трехфазного двигателя с ротором из листового железа с полым медным цилиндром. Этот ротор был лучше первого. Еще более совершенным оказался следующий ротор, созданный позже, — ротор типа «беличьего колеса».

В течение года Доливо-Добровольский разрешил ряд главнейших проблем, связанных с построением трехфазных электрических машин. К 1889 году он создал трехфазный короткозамкнутый асинхронный двигатель и мог демонстрировать на опытной установке результаты своих трудов. С тех пор прошло более 70 лет, а конструкция трехфазных электродвигателей осталась в главных чертах и поныне такой же. Этот двигатель является основным типом электродвигателей, применяемых в современной электротехнике.

В 1890 году Доливо-Добровольский изобрел свой трехфазный трансформатор переменного тока. Конструкция первого трехфазного трансформатора не отличалась существенно от конструкции обыкновенных трансформаторов для переменных токов. Трансформатор состоял не из двух, а из трех сердечников, соединенных между собой так, что получились три магнитных сцепленных потока. Но трехфазный трансформатор позволял избежать необходимости брать три отдельных трансформатора, то есть по одному для каждой из трех фаз.

При конструировании и однофазных и трехфазных трансформаторов могли возникнуть разного рода трудности. Вот что о них писал ученый: «В последнее время выдвинулся вопрос постройки трансформаторов гигантской величины для больших передач энергии. При аппаратах подобного размера вопрос охлаждения играет чрезвычайную роль. В самом деле, мощность трансформатора растет быстрее, чем его наружная поверхность, поэтому, несмотря на полезное действие в 98 %, есть достаточно причин опасаться перегрева. Этот вопрос решается обыкновенно искусственным охлаждением с помощью струи воздуха или циркуляцией масла».

Триумф трехфазного тока относится к 1891 году, когда на франкфуртской электротехнической выставке было произведено генеральное испытание системы электропередачи, разработанной Доливо-Добровольским. Испытывалась передача электроэнергии от Лауфенского водопада до Франкфурта-на-Майне (расстояние между ними 175 км). С помощью системы Доливо-Добровольского удалось передать 300 киловатт электроэнергии при напряжении 8 500 вольт с коэффициентом полезного действия 77,4 процента. Доливо-Добровольский построил для этой системы повышающие и понижающие трансформаторы трехфазного тока и асинхронный двигатель. Тогда же ученый создал специальные пусковые реостаты, из-

мерительные приборы, разработал схемы включения генераторов и двигателей звездой и треугольником (он же первым предложил метод гашения электрической дуги в выключающих аппаратах).

Успех системы трехфазного тока превзошел все ожидания. Специальная комиссия под председательством Г. Гельмгольца, производившая испытание, дала системе самую высокую оценку. Трехфазный переменный ток был признан, сотни электротехников обратились к его изучению и совершенствованию способов применения.

Изобретения Доливо-Добровольского дали начало разрешению комплекса проблем, входящих в широкое понятие электрификации.

Вот что писал об этом Владимир Ильич Ленин в 1901 году, то есть в то время, когда по всем странам началась перестройка энергетического хозяйства на базе трехфазного тока, введенного в практику Доливо-Добровольским: «В настоящее время, когда возможна передача электрической энергии на расстояние, нет ровно никаких технических препятствий к тому, чтобы сокровищами науки и искусства, веками скопленными в немногих центрах, пользовалось все население, размещенное более или менее равномерно по всей стране»¹.

¹ В. И. Ленин. Соч., т. 4, стр 218.

Великий первооткрыватель трехфазного тока оставил после себя большое наследство — множество статей по вопросам электротехники. Но лишь немногие из них в свое время были помещены в русской технической периодике; большая часть их, опубликованная в иностранных журналах и специальных изданиях, осталась малоизвестной в России.

Его статья «Передача энергии посредством переменных токов различных фаз» (1891) является первой в мировой литературе по этому вопросу. О переменных токах написана и работа «О коэффициенте полезного действия трансформатора» (1892).

Положения, высказанные Доливо-Добровольским в этих двух статьях, остаются справедливыми до сего времени, соображения о коэффициенте полезного действия трансформатора, высказанные более 50 лет назад, явились фундаментом, на котором основывались многочисленные последующие работы по созданию трансформаторов.

Знаменательным в жизни ученого было его выступление на первом Всероссийском электротехническом съезде, происходившем в С.-Петербурге в январе 1900 года. Свой доклад «Современное развитие техники трехфазного тока» Михаил Осипович посвятил в основном электроприводу на трехфазном переменном токе. Ученый как бы подытожил десятилетние данные о применении в заводской практике

трехфазного переменного тока со дня его открытия. А применялось оно уже широко.

Его доклады очень интересовали электротехников. На их обсуждении возникали длительные и острые споры. Он серьезно, в высшей степени внимательно относился к обоснованным возражениям. Но на бездоказательные высказывания и мелочные придирки он отвечал уничтожающей иронией, разбивая своих противников глубоко саркастическими замечаниями, очень смелыми и в то же время корректными. В дискуссионных выступлениях ему приходило на помощь глубокое знание мировой техники, литературы и искусства.

Ученый верил в прогресс науки об электричестве. В 1919 году, незадолго до смерти, М. О. Доливо-Добровольский опубликовал свой доклад «О границах применения переменных токов для передачи энергии на большие расстояния».

Ученый высказал мнение, что при передаче мощностей на сотни и тысячи километров влияние емкости и индуктивности кладет предел применимости переменных токов. При этом становится целесообразным использование постоянных токов высокого напряжения подземным кабелем, этим самым упрощается регулирование системы и отпадает необходимость в ряде сложных приборов, которые требуются при электропередачах переменным током. То есть

ученый предсказал, что наступит время, когда люди вернутся снова к полезному применению постоянно-го тока.

Созданные М. О. Доливо-Добровольским электрические двигатели стали приводить в действие мощные прокатные станы, подъемные и мостовые краны, центрифуги, насосы вакуум-аппаратов, металлообрабатывающие, прядильные, ткацкие станки, бумажные машины, портовые и рудничные механизмы и пр. Выносливые и простые двигатели трехфазного тока стали технической основой электрификации промышленности.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ



ВОЛНЫ

Сидя у радиоприемника, вы настраиваетесь на нужную вам волну. Медленно вращаете ручку регулятора настройки. Указатель перемещается по шкале, плавно скользит мимо названий городов, обозначенных на ней, мимо цифр, под которыми стоит одна буква «г» или две буквы — «мг». Знаете ли вы, что значат эти буквы?

Каждый, кто хоть немного знаком с электротехникой, скажет вам, что эти буквы обозначают частоту колебаний электромагнитных волн и в полной расшифровке звучат так: герц или мегагерц,—и что



Немецкий физик
Г. Герц.

это название дано по имени немецкого физика Генриха Герца.

Этот человек своими смелыми и оригинальными опытами доказал существование электромагнитных волн. Ученый установил, что их природа такая же, как и световых, и что они могут отражаться и преломляться, как и световые. Открытие, сделанное Генрихом Герцем, послужило основой для изобретения способа передачи телеграфных сигналов на расстояние без проводов.

Герц родился 22 февраля 1857 года в Гамбурге, в семье адвоката. Обучаясь в средней школе, он посещал также воскресное ремесленное училище, где научился чертить, работать на станках и изготавливать инструменты и оптические приборы. Это в дальнейшем пригодилось ему при постановке сложных физических опытов. В 1875 году Генрих получил аттестат зрелости. Сначала он намеревался стать инженером-строителем, но, изучая математику и физику на первых двух курсах технического учебного заведения, он понял, что в действительности его более всего интересуют теоретические проблемы физики.

Сохранилось письмо Герца к его родителям от 1 ноября 1877 года, в котором он просил их согласия на перемену специальности. В нем он писал, что не будет в жизни счастливым, если ему не удастся работать в любимой области знаний.

Осенью 1878 года Герц поступил в Берлинский университет, где тогда преподавали известные физики Гельмгольц и Кирхгоф. Он начал работать в физической лаборатории университета, руководимой Г. Гельмгольцем. С тех пор он всецело занимался вопросами электродинамики.

Первая научная работа его была напечатана в 1880 году под названием «Исследования по установлению верхней границы кинетической энергии электрического тока». В том же году Герц защитил диссертацию и стал ассистентом Гельмгольца, по рекомендации которого занялся разработкой темы, объявленной в 1879 году Академией наук в Берлине на премию. Эта тема была посвящена дальнейшему развитию теоретических выводов Д. Максвелла. Как известно, Джеймс Максвелл на основе теоретических расчетов высказал предположение о том, что электричество распространяется не мгновенно, а со скоростью, близкой скорости света, и что распространение это должно происходить с помощью электромагнитных волн. Необходимо было экспериментально доказать реальное существование этих волн.

Но как это сделать? В первую очередь надо было создать прибор, который мог бы излучать такие волны, а затем для доказательства их существования необходимо было изобрести устройство, которое зарегистрировало бы их.

Приступив к этой работе, Герц вскоре же столкнулся с трудностями, которые заставили его временно отложить поиски решения. О мотивах, которыми Герц при этом руководствовался, он писал так: «Я обдумал задачу и вычислил результат, который можно было бы ожидать при благоприятных условиях при использовании колебаний лейденской банки или открытых индукционных аппаратов. Результат был, правда, неблагоприятный: оказалось, что едва ли можно надеяться на достаточно выраженный эффект, а скорее лишь на такой, который лежит на границе доступного наблюдения. Поэтому я отказался от разработки этой задачи».

Однако на самом деле Герц не переставал думать о проблеме и через шесть лет вернулся к ней. Это произошло в 1885 году, когда он стал профессором физики в Высшем техническом училище в Карлсруэ. Там он снова вернулся к этой теме и в течение трех последующих лет провел свои замечательные эксперименты.

Герц понимал, что для возбуждения электромагнитных волн необходимо получить напряжение весь-

ма высокой частоты. Для этого он построил оригинальный и простой вибратор. Прибор состоял из двух металлических шаров, соединенных между собой медным проводом. Посередине провод разрезался, и на его концы припаивались маленькие шарики, между которыми создавался небольшой разрыв (открытый контур). К ним подводился ток от источника электроэнергии. Большие шары служили для увеличения емкости электрического заряда. Когда на шары подавалось высокое напряжение, они накапливали большой заряд, и при определенной его силе искра пробивала воздушный разрыв между маленькими шариками. Происходил так называемый колебательный разряд, возбуждавший электромагнитные волны. Причем длина волны была равна двойной длине вибратора.

Первые опыты с вибратором описаны Герцем в статье «О весьма быстрых электрических колебаниях» в 1887 году.

Для регистрации электромагнитных волн Г. Герц разработал прибор резонатор. По своему устройству он напоминал вибратор с той лишь разницей, что в его цепь был включен гальванометр (закрытый контур). Этот прибор был настроен в резонанс с вибратором. Электромагнитные волны индуктировались резонатором, и гальванометр показывал появление электрического тока.

Многочисленные попытки Герца обнаружить электромагнитные волны вначале были безрезультатными. Лишь в начале 1887 года опыт удался. Он был описан в статьях «О влиянии прямолинейного электрического колебания на ближайшую цепь» и «Об индукционных явлениях, вызываемых в изоляторах». Таким образом, задача была решена. 10 ноября 1887 года Герц сделал соответствующий доклад Берлинской Академии наук.

Проводя опыты, Герц, к своему удивлению, заметил, что влияние колебательного разряда слишком медленно убывает с расстоянием. Согласно закону Био и Савара, напряженность магнитного поля должна была бы убывать обратно пропорционально квадрату расстояния, и согласно закону электромагнитной индукции, напряжение на зажимах приемного устройства резонатора, применявшегося Герцем, должно было убывать по такому же закону. В действительности же напряжение убывало примерно обратно пропорционально расстоянию, и влияние на резонатор обнаруживалось на расстоянии до 12 метров.

Потом Герц наблюдал волнообразный характер электромагнитного поля. Предположив, что он получил электромагнитные волны, Герц решил проверить это с большей определенностью. Он прикрепил к стене большой цинковый лист (размером 4×2 метра)

и соединил его со всеми металлическими предметами, находящимися на стене. После этого он совершенно ясно получил отражение от металлической поверхности волн, которые были зафиксированы резонатором. Рассчитав период колебаний путем расчета индуктивности провода и емкости шаров, Герц получил возможность определить скорость распространения электромагнитных волн, которая получилась почти точно равной скорости света. Результаты опытов были им опубликованы в 1888 году в статьях «О скорости распространения электродинамических действий» и «Об электродинамических волнах в воздухе и об их отражении». Так была подтверждена гипотеза Максвелла о существовании электромагнитных волн.

Теперь оставалось еще доказать, что их характер совпадает со свойствами световых волн. Для этого Герц изготовил новую аппаратуру, работавшую на волне около 66 сантиметров. Он впервые применил полуволновой вибратор (диполь), в котором шары на конце имели радиус в 2 сантиметра при диаметре основного провода вибратора 3 миллиметра. Диполь помещался против параболического металлического зеркала. С этой аппаратурой Герцу удалось показать, что «лучи электрической силы», как он называл электромагнитные волны, распространяются прямолинейно, что они отражаются и преломляются так

же, как и световые волны. Результаты этих опытов он доложил 13 декабря 1888 года и опубликовал в статье «О лучах электрической силы» в 1889 году.

Одновременно с этим Герц в статье «Силы электрических колебаний, рассматриваемые с точки зрения теории Максвелла» дал теорию излучения диполя, которой ученые-физики пользуются по настоящее время.

Результаты работ Герца имели громадное значение. Физические лаборатории всего мира приступили к повторению его опытов, во всех странах читались доклады с демонстрацией электромагнитных волн. Теория электромагнитного поля Фарадея — Максвелла получила широкое применение, а теория мгновенного действия на расстоянии была отвергнута, так как данные о конечной скорости распространения электромагнитных волн находились в явном противоречии с установками этой теории.

Гельмгольц подчеркивал, что Герцу были свойственны «величайшая острота и ясность логического мышления, величайшая внимательность в наблюдении малозаметных явлений». Действительно, только при выдающихся способностях можно было обнаружить названные явления, пользуясь в качестве приемного устройства замкнутым контуром, настроенным в резонанс (что является еще одной заслугой Герца) с искровым промежутком в сотые доли мил-

лиметра, с искорками, которые с трудом можно было заметить, и то лишь в затемненной комнате.

Завершив работу по созданию теории электромагнитного поля, неразрывно связанной с именем Фарадея и Максвелла, Герц дал в руки физиков мощное экспериментальное оружие и не только показал, как работать на метровых и дециметровых волнах, но и построил новые излучающие и приемные устройства и направленные системы, которые были впоследствии использованы зародившейся через несколько лет радиотехникой.

Герц умер 1 января 1894 года, не дожив до 37 лет, но за свою короткую жизнь он сделал удивительно много. Его открытия выдвинули ученого в число самых знаменитых физиков своего времени. Почти все научные общества и академии выбрали Герца членом-корреспондентом и присудили ему медали.

В России работы Герца нашли живейший отклик. Московское общество естествознания избрало его своим членом. В журнале «Электричество» ряд статей был посвящен работам Герца: «Электрические колебания по исследованиям Герца», «Опыты Герца и их значение», «Свет и электричество по Максвеллу и Герцу».

Выдающийся русский физик П. Н. Лебедев, продолжая работы Герца, в 1895 году построил приборы на волну в 6 миллиметров и показал двойное прелом-

ление электромагнитной волны в кристаллах. Он же впервые экспериментально доказал существование давления света, что следовало из известной теории Максвелла, но оставалось после Герца нерешенным вопросом.

Для практического применения электромагнитных волн надо было лишь усовершенствовать приемное устройство и превратить диполь в антенну, что и было выполнено русским физиком Александром Степановичем Поповым. Передавая в марте 1896 года первую радиограмму, А. С. Попов составил ее из двух слов: «Генрих Герц».

РОЖДЕНИЕ РАДИО



Осенью 1899 года броненосец береговой обороны «Генерал-адмирал Апраксин» при переходе из Кронштадта в Либаву (ныне Лиепая) сбился с курса и потерпел аварию во время шторма у берегов острова Гогланд в Финском заливе. 13 ноября броненосец сел на камни у юго-восточной оконечности острова.

Спасательные работы были организованы быстро. Для спасения корабля нужно было установить связь между островом, у которого на мели стоял броненосец, и ближайшим городом Котка на материке, откуда шла проволочная телеграфная связь. Были

организованы две группы связи: одна — через радиостанцию, установленную под г. Котка, а другая — через ледокол «Ермак», отправившийся на остров Гогланд.

Несмотря на лютую январскую стужу, на голом утесе за короткий срок были установлены тяжелая деревянная мачта — антенна — и домик для размещения аппаратуры.

И вот на острове принимают первую радиограмму. В наушниках торопливо звучат сигналы морзянки. Телеграфист записывает их на листке бумаги. Закончив прием, он расшифровывает свою запись и с удивлением перечитывает ее: «Командиру «Ермака». Около Лавенсаари оторвало льдину с рыбаками. Окажите помощь».

Вскоре ледокол «Ермак», детище адмирала С. О. Макарова, взламывая толщу льда, отправился на поиски пострадавших. К вечеру рыбаки были спасены. Они и не подозревали, что своим спасением обязаны новому изобретению — радио, творец которого Александр Степанович Попов находился в это время за много верст от места катастрофы.

Так радио начало свои первые практические шаги. С тех пор оно честно служит человеку, неся ему большую радость общения с миром.

В связи с установлением связи между Коткой и Гогландом С. О. Макаров 26 января 1900 года послал



Русский ученый
А. С. Попов.

телеграмму А. С. Попову: «От имени всех кронштадтских моряков приветствую Вас с блестящим успехом Вашего изобретения. Открытие беспроводного телеграфного сообщения от Котки до Голланды на расстоянии 43 верст есть крупнейшая научная победа».

Да, это была крупная победа. Путь к ней подготовили многие ученые и исследователи. И лишь А. С. Попов сумел завершить эти работы и создать первый приемник электромагнитных волн. Однако расскажем обо всем по порядку...

Александр Степанович Попов родился в семье священника в 1859 году на Урале, в селении Турьинские рудники (ныне город Краснотуринск). Детские забавы и игры будущего изобретателя всегда были связаны с заводом, рудниками, там часто он самостоятельно пытался мастерить несложные станки и механизмы. От мужа старшей сестры В. П. Слоцова, знавшего в совершенстве многие ремесла, Александр научился плотничьему и столярному делу,

что впоследствии пригодились ему в лабораторной практике.

Начальное образование Попов получил в Далматовском духовном училище, где проучился два года, а затем в Екатеринбурге, тоже в духовном училище, которое и окончил через два года. Затем он поступил в духовную семинарию в г. Перми, окончил ее в 1877 году и тогда же был зачислен студентом Петербургского университета на математическое отделение физико-математического факультета. Это были годы накопления знаний. В университете, кроме прекрасных лекций по естественным наукам, хорошо была поставлена практическая работа в физических лабораториях.

Одновременно А. С. Попов поступил работать в общество «Электротехник». Ему приходилось заниматься монтажными работами, а также эксплуатацией мелких электрических станций, которые соорудило общество.

В 1880 году в Петербурге, в Соляном городке, IV отделом Русского технического общества была организована электротехническая выставка. А. С. Попов был экскурсоводом. Благодаря тесной связи с VI отделом, с людьми, работавшими в нем, А. С. Попов уже к окончанию университета стал вполне зрелым инженером-электриком. Его дипломная работа на тему «О принципах магнитно- и динамоэлектриче-

ских машин постоянного тока» получила хорошие отзывы. После отличной сдачи экзаменов А. С. Попова оставили при университете для подготовки к профессорскому званию.

Однако из-за материальной необеспеченности он вынужден был поступить работать в 1883 году в Минные офицерские классы в Кронштадте преподавателем физики. Здесь Попов проработал восемнадцать лет — до 1901 года.

В Минном офицерском классе А. С. Попову были предоставлены прекрасные условия для работы. Здесь имелась большая библиотека, физический кабинет, оборудованный лучше, чем университетские лаборатории. Недостающие приборы изготовлялись на месте.

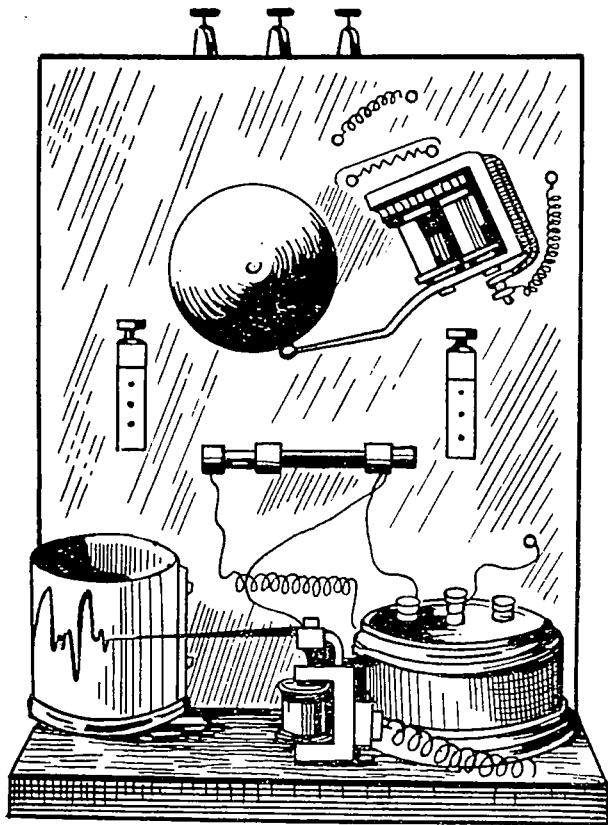
Кроме преподавательской работы, А. С. Попов с увлечением занимался научными исследованиями. Особенно заинтересовали его электромагнитные волны, существование которых открыл Генрих Герц. Оригинальные опыты великого немецкого физика послужили основой для изобретения беспроволочной телеграфии.

С повторения его экспериментов для чисто демонстрационных опытов и начал А. С. Попов. Спустя год после опубликования работ Г. Герца А. С. Попов прочел для офицеров Минных классов лекцию «Новейшие исследования в соотношении между свето-

выми и электрическими явлениями». В этой лекции впервые было указано на возможность передавать электромагнитные сигналы на большие расстояния без проводов.

Для глубокого изучения свойств электромагнитных волн А. С. Попов построил надежный и достаточно сильный источник их возбуждения — вибратор. Построенный Герцем резонатор, использовавшийся в качестве регистратора, то есть приемника электромагнитных волн, не удовлетворял Попова. Он решил создать более чувствительный прибор, который бы улавливал ослабленные расстоянием волны. Для этой цели он использовал трубку Бранли.

Французский физик Э. Бранли и англичанин О. Лодж открыли, что сопротивление металлических опилок под действием электромагнитной волны падает от многих тысяч до нескольких ом. Прибор, с помощью которого было сделано это открытие, состоял из стеклянной трубки, заполненной металлическими опилками, и электродов, находящихся внутри этой трубки. Прибор был назван когерером, что означает волнообнаружитель. Это был лабораторный прибор, которым Э. Бранли и О. Лодж пользовались для обнаружения электромагнитных волн. Однако он обладал одним отрицательным свойством: после воздействия электромагнитной волны сопротивление металлического порошка само собой не восстанавлива-



«Грозоотметчик» А. С. Попова — предшественник современных радиоприемников.

лось. Для этого трубку с опилками всякий раз надо было встряхивать.

Поставив несколько опытов с когерером, А. С. Попов пришел к выводу, что для повышения чувствительности его необходимо усовершенствовать. Поэтому ученый занялся изучением свойств различных порошков. Вскоре он создал новый тип когерера, отличавшийся от трубки Бранли тем, что площадь соприкосновения порошка с электродами в нем была значительно увеличена. Благодаря этому его когерер мог пропускать ток большей величины, а следовательно, был более чувствителен к электромагнитным волнам.

Чтобы избавить себя от необходимости всякий раз встряхивать когерер, А. С. Попов применил электрический звонок, молоточек которого ударял по трубке с металлическими опилками и восстанавливал чувствительность порошка.

Уже первые опыты с этим устройством показали, что оно реагирует на электромагнитные волны, излучаемые вибратором, на расстоянии нескольких метров от него. Многократно проверяя работу прибора, экспериментатор обнаружил, что если к когереру присоединить провод, то дальность приема сигнала возрастает. Чем выше поднят провод, тем дальше прием. Благодаря первой в мире антенне прием сигналов стал возможен с расстояния 250 метров.

Однажды во время грозы А. С. Попов и его помощник П. Н. Рыбкин заметили, что их прибор реагирует на разряды молний. Введя небольшие усовершенствования, А. С. Попов и П. Н. Рыбкин добились того, что их прибор стал регистрировать грозовые разряды на далеком расстоянии, предупреждая о приближении грозы. Поэтому Попов назвал свой прибор грозоотметчиком.

Датой изобретения радио принято считать 7 мая (25 апреля) 1895 года. В этот день А. С. Попов впервые показал свой грозоотметчик, выступив с докладом в физическом отделении Русского физико-химического общества на тему: «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям». Этот доклад был опубликован, как работа об изучении и результатах опытов Попова над электромагнитными волнами. Заканчивая свой доклад, А. С. Попов сказал: «... могу выразить надежду, что мой прибор, при дальнейшем усовершенствовании его, может быть применен к передаче сигналов на расстоянии при помощи быстрых электрических колебаний, как только будет найден источник таких колебаний, обладающий достаточной энергией».

Летом 1895 года этот прибор проверялся в Лесном институте в Петербурге, а через год его применили для определения приближения грозы на Нижегородской электрической станции. На Всероссийской про-

мышленной и художественной выставке в Нижнем Новгороде в 1896 году А. С. Попов получил диплом «За изобретение нового и оригинального инструмента для исследования гроз». Вскоре А. С. Попов пришел к мысли, что его аппарат может быть использован для приема телеграфных сигналов без проводов. С этой целью в марте этого же года на заседании Русского физико-химического общества он продемонстрировал передачу слов по беспроводному телеграфу на расстояние в 250 метров. Это были два слова — «Генрих Герц».

А. С. Попов не делал из своих изобретений секретов — он публиковал результаты своих достижений. Этим и воспользовался предприимчивый делец Маркони, попытавшийся приписать изобретение себе. По этому поводу зарубежные ученые неоднократно выступали в защиту приоритета А. С. Попова. В 1898 году изобретатель когерера Э. Бранли просто и точно указал: «Телеграфия без проводов вытекает в действительности из опытов Попова». Научная общественность России встретила попытку Маркони присвоить чужое изобретение с негодованием. На IV съезде железнодорожных и других электротехников в Одессе председатель съезда А. Н. Эйлер заявил, что изобретение Маркони есть точная копия прибора нашего соотечественника А. С. Попова, который создал его за два года до того, как Маркони взял патент.

Аппараты телеграфирования без проводов с разрешения А. С. Попова изготовлялись во Франции инженером Дюкрете (аппараты «Попова-Дюкрете»).

Первые практические опыты по передаче сигналов без проводов начались весной 1897 года. Построенные А. С. Поповым приборы были установлены на крейсерах «Россия» и «Африка».

Наблюдения показали, что если между кораблями, на которых были установлены радиостанции, проходил пароход, то связь временно прекращалась. Таким образом, Попов пришел к выводу, что металлические предметы отражают электромагнитные волны и принимающая радиостанция оказывается как бы в тени. А. С. Попов предложил воспользоваться этим свойством радиоволн для практических целей. Вот что он писал: «Применение электромагнитных волн на маяках и добавление к световому или звуковому сигналам может сделать видимым маяки в тумане и в бурную погоду, прибор, обнаруживающий электрическую волну звонком, может предупредить о близости маяка, а промежутки между звонками дадут возможность различать маяки. Направление маяка может быть приблизительно определено, пользуясь свойствами мачт, снастей и т. п. задерживать электрическую волну, так сказать, затенять ее».

Это открытие впоследствии было использовано для радиолокации.

А. С. Попов разработал и поставил многочисленные опыты по передаче и приему радиосигналов. Во время одной из опытных передач между фортами Константин и Милютин П. Н. Рыбкин и офицер минного класса Д. С. Троицкий обнаружили, что возможно принимать сигналы на слух с помощью телефонов.

Прием на телефон дал возможность сразу же увеличить дальность работы радиостанций. 11 июня 1899 года были приняты сигналы на расстоянии 36 километров между фортом Константин и селением Лебяжье, при этом приемный провод был высоко поднят при помощи змея.

С этого времени А. С. Попов начал проводить опыты по установке радиоаппаратуры для приема и передачи радиосигналов на военных кораблях не только на Балтийском, но и на Черноморском флоте.

Важность радиотехнических устройств в военноморском флоте была совершенно очевидна для передовых моряков того времени. Особенно много помогал в осуществлении радиосвязи адмирал С. О. Макаров. Однако в царской России оснащение флота радиоаппаратурой шло крайне медленно.

К 1914 году, в канун первой мировой войны, все дело, начатое А. С. Поповым, оказалось в руках иностранных дельцов. Так, «Русское общество беспроволочных телеграфов и телефонов» целиком зависело

от Маркони, «Русское общество Сименс и Гальске» было филиалом немецкой компании «Телефункен», дочерней организации концерна «Сименс» и АЕГ. В России осталось лишь Радиотелеграфное депо Морского ведомства. Дело дошло до того, что боевое снабжение русской армии радиосредствами к началу войны 1914 года, по существу, оказалось в зависимости от воротил германского концерна, находившихся в Берлине.

Мы знаем, что только после победы Великой Октябрьской социалистической революции радио получило широкие гражданские права у себя на Родине. И каждый год 7 мая советские люди, отмечая день радио, с глубокой благодарностью чтят память его изобретателя — Александра Степановича Попова.

* * *

Со дня изобретения радио прошло 70 лет. За это время в электротехнике сделано много новых интересных открытий и изобретений.

Мы строим теперь электрические машины колоссальных мощностей, передаем огромное количество электроэнергии на расстояния в тысячи километров, в наш быт прочно вошло телевидение, развились на базе электротехники такие отрасли науки, как кибернетика и бионика, с помощью специальных устано-

вок мы выводим космические корабли на заданные орбиты. Короче говоря, прогресс электротехники огромен. И тем более интересно, что в основе всех этих величайших открытий лежат принципы, разработанные много лет тому назад людьми, о которых вы прочли в этой книжке.

Современные электрические генераторы и двигатели совершеннее и неизмеримо мощнее, чем в XIX веке, но и теперь они проектируются и строятся по принципам, разработанным Б. С. Якоби и А. Г. Столетовым. Наши электрические лампы накаливания, от микроскопических до сверхмощных, надежнее и долговечнее своих первых собратьев, сделанных А. Н. Лодыгиным и А. Эдисоном, но ничем принципиально новым они не отличаются от них. В основе современного телеграфирования, электросварки, гальванопластики и других областей применения электричества по-прежнему лежат принципы, разработанные их творцами.

Проследивая историю развития электротехники, мы отчетливо видим, какие огромные возможности применения электричества в нашей повседневной жизни развились из той электрической искры, которую получили первые «повелители молний», натирая стеклянную палочку сукном. Богатство современной науки и техники стало возможным благодаря их кропотливому и упорному труду.



БОЛХОВИТИНОВ В., БУЯНОВ А., ЗАХАРЧЕНКО В., ОСТРОУМОВ Г. Рассказы о русском первенстве. Изд-во ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия», 1950.

БЕЛЬКИНД Л. Д., Люди русской науки, т. I, М.—Л., Гостехиздат, 1948.

БОЛХОВИТИНОВ В. Столетов. 1839—1896 гг. Изд-во ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия», 1951.

БАВИЛОВ И. Михаил Васильевич Ломоносов (1711—1765). М.—Л., Гостехиздат, 1948.

Вселенная и человечество, т. V. «Техника». Изд-во «Общество естествознания», 1914.

ГУМИЛЕВСКИЙ Л. Русские инженеры. Изд-во ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия», 1953.

ДЖОН ДЖЕЙНКОБС. Вениамин Франклин. Журнал «Америка», № 1, 1957.

ДАНИЛЕВСКИЙ В. В. Русская техника. Лениздат, 1949.

КАПЦОВ Н. А. Павел Николаевич Яблочков. ОГИЗ, Гостехиздат, 1944.

КУДРЯВЦЕВ Б. Б. М. В. Ломоносов. Госучпедиздат, 1955.

КУДРЯВЦЕВ Б. Б. Василий Владимирович Петров. Госиздат технико-теоретич. литературы, 1952.

КЛЯЦКИН И. Г. Доктор технических наук, профессор Генрих Герц. Журнал «Электричество», 1957, № 3.

ЛЕБЕДИНСКИЙ В. К. Э. Х. Ленц как один из основателей науки об электричестве. Журнал «Электричество», 1895, № 11, 12.

ЛЕЖНЕВ О. А. Шарль Огюст Кулон. Журнал «Наука и жизнь», 1956, № 8.

МЕНШУТКИН Б. Н. Жизнеописание Михаила Васильевича Ломоносова, изд. 3-е доп. М.—Л., 1947.

РАДОВСКИЙ М. И. Вениамин Франклин. Энергоиздат, 1941.

РАДОВСКИЙ М. И. Майкл Фарадей. Госэнергоиздат, 1946.

РОГИНСКИЙ Н. Н. Никола Тесла. Журнал «Радио», 1956, № 6.

РУДОМЕТОВ И. И. Русские электротехники. М.—Л., Госэнергоиздат, 1947.

ЩЕГОЛЕВ Е. Я. и ПОПОВ А. С. (1859—1906) Люди русской науки, т. I. М.—Л., Гостехиздат, 1948.

ПАШЕНЦЕВ Д. С. Россия — родина электрической телеграфии. М.—Л., Академия наук СССР, 1949.

ЖУКОВ Н. Электрометаллургия. Москва. Типолитография Д. А. Бонч-Бруевича, 1895.

ФРАНКФУРТ Я. Л. СССР — родина крупного промышленного применения дуговой электросварки. Журнал «Электричество», 1948, № 10.

ХРЕНОВ К. К. Электрическая сварочная дуга. Гос. научно-техническое изд-во машиностроительной литературы, 1949.



Введение	5
Повелители молний	9
Секрет Янтаря	15
Древний аккумулятор	17
Чудесные камни	19
Загадки магнитной стрелки	22
Серный шар	27
Электричество... Что это?	31
Старинный конденсатор	35
Молниеотвод Франклина	38
Сомнения, поиски, гипотезы	45
«Громовая машина»	48
Чудесная сила	53
Электричество на весах	57
«Животное электричество»?..	61
Нет!	74
«Огромная наипаче батарея»	84
Эксперименты, эксперименты...	92
«Так же прост, как и велик»	99
Азбука электричества	105
Важное открытие... на крючке	114
Законы объясняют	118
Как сокращались расстояния	125
Первый электродвигатель	134
Телеграф Якоби	137
Электричество рисует	142
Теория предвосхищает	147
Зажглось электрическое «солнце»	147
Пионер электрического освеще- ния	150

Гальваническая лампа	157
Ф. И. Барщевского	162
Электрическая «свеча»	169
Первая лампа накаливания	176
Изобретатель, конструктор	184
Электричество сваривает	191
Большая электротехника	202
На высокой частоте	217
Переменный трехфазный	229
Электромагнитные волны	238
Рождение радио	

Куцый Прохор Филимонович
ПОВЕЛИТЕЛИ МОЛНИЙ

Спец. редактор **Л. З. Тылевич**

Редакторы **А. Орловская, Р. Шерман.**
Худож. редакторы **Л. Козин, Д. Поляков.**
Технич. редактор **Т. Урбисин.**
Корректор **В. Скоморохина.**

Сдано в набор 5/VI 1965 г. Подписано к печати 30/IX 1965 г.
Формат $70 \times 108 \frac{1}{32} = 8,0 = 10,9$ п. л. (9,8 уч.-изд. листов).
УГ06138. Тираж 9700 экз. Цена 32 коп.
Издательство «Кайнар», г. Алма-Ата, ул. Кашгарская. 64.
Заказ № 778. Типография № 2 Главполиграфпрома Госкомитета Со-
вета Министров КазССР по печати. г. Алма-Ата. ул. Карла Маркса, 63.

32 коп.

61

5610

КАЙНАР