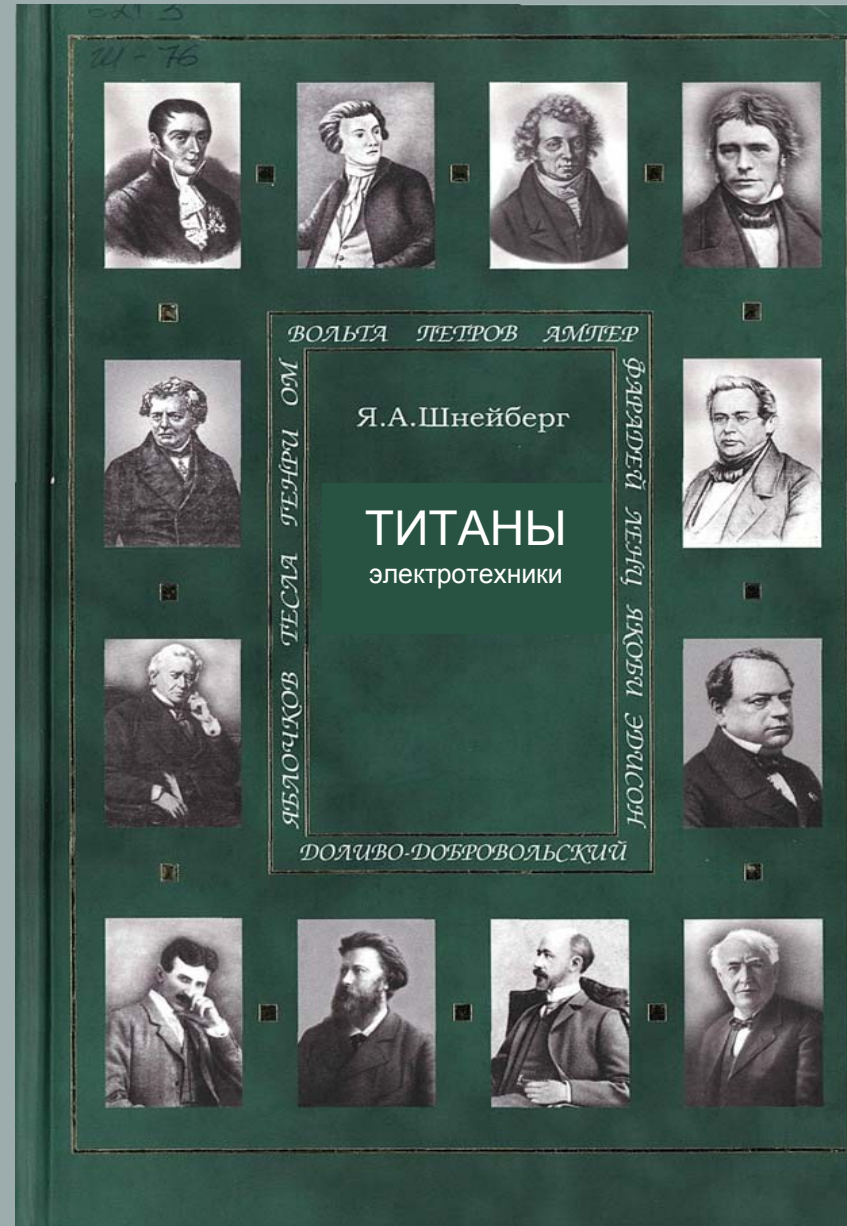
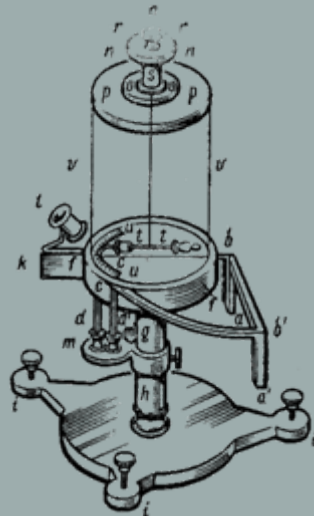
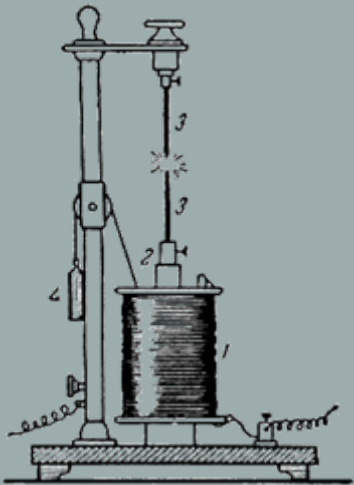


Титаны электротехники

Я. А. Шнейберг



Шнейберг, Я. А. Титаны электротехники : очерки жизни и творчества / Я. А. Шнейберг. — Москва : МЭИ, 2004. — 270 [2] с., ил.

УДК 621.3(092)

ББК 31

Книга посвящена жизни и творческой деятельности большой когорты выдающихся ученых и инженеров начала XIX — середины XX вв., заложивших основы электротехники и электроэнергетики, открывших дорогу современной электрификации. Их имена известны всему миру, многие из них навечно вписаны в историю человечества в названиях общепринятых электрических и магнитных единиц. Поразительно, что до сих пор их открытия и изобретения представляют не только исторический, но и практический интерес.

Читатель узнает не только о трудах героев книги, но и об их личной жизни и нелегких судьбах на пути к всемирной славе.

Книга предназначена для старшеклассников, студентов технических вузов, аспирантов и научных сотрудников, а также для преподавателей физики и электротехнических дисциплин.



Ян Абрамович
Шнейберг

Родился в 1921г. Окончил с отличием электромеханический факультет Московского энергетического института в 1945 г.

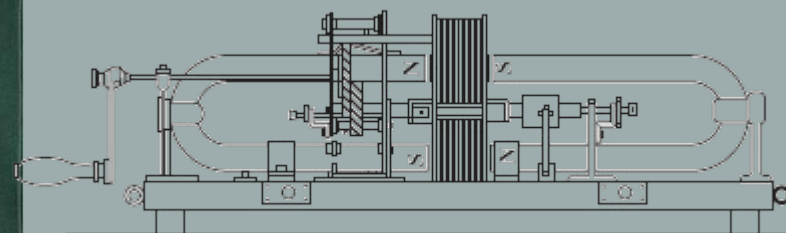
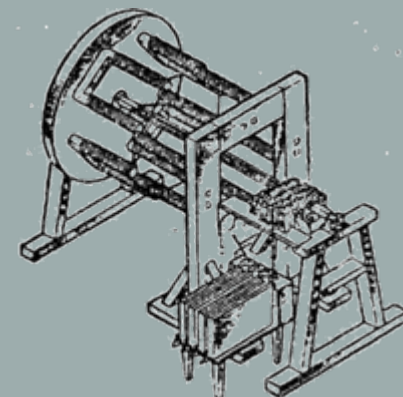
Кандидат технических наук, доцент кафедры истории техники (1948–1956 гг.), позднее (до 1992 г.) – кафедры электротехники и интроскопии МЭИ.

Автор более 300 печатных трудов. Соавтор учебников и учебных пособий, таких как «История техники», «Очерки по истории электротехники» и др., автор монографий «М.М. Боресков», «В.В.Петров», «У истоков электротехники». По известному учебнику «Электротехника», одним из авторов которого является Я.А. Шнейберг, обучались несколько поколений студентов технических вузов страны.

Я.А. Шнейберг опубликовал множество статей в журналах «Электричество», «Электричество и жизнь», «Энергия», «Наука и жизнь» и других.

В последние годы активно сотрудничает с журналом «Мир связи. Connect».

Более 20 лет лет Я.А.Шнейберг был научным руководителем и ведущим лектором отделения общей электротехники Факультета повышения квалификации МЭИ, где прошли переподготовку свыше 3000 преподавателей вузов России, СНГ, Прибалтики и Западной Европы



Оглавление

О книге и ее авторе.....	3
От автора.....	5
Глава 1. Провозвестник эпохи электричества (Алессандро Вольты).....	8
Глава 2. Две жизни академика Василия Петрова.....	28
Глава 3. Основатель электродинамики (Андре-Мари Ампер).....	56
Глава 4. Научный подвиг Майкла Фарадея.....	74
Глава 5. Георг Ом. Через тернии к славе.....	94
Глава 6. Закон Ленца (Эмилий Ленц).....	112
Глава 7. Президент Американской академии наук (Джозеф Генри).....	126
Глава 8. От «электрического бота» до пишущего телеграфа (Борис Якоби).....	144
Глава 9. Творец многофазных систем и техники СВЧ (Никола Тесла)	172
Глава 10. Создатель «русского света» (Павел Яблочков).....	198
Глава 11. У истоков электрификации. Основоположник трехфазных систем (Михаил Доливо-Добровольский).....	216
Глава 12. Великий чародей Америки (Томас Эдисон).....	238
Список литературы.....	267
Именной указатель.....	268

Глава

1



*Аlessандро Вольта
(1745–1827)*



ПРОВОЗВЕСТИК ЭПОХИ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

*Европа и мир тебя славят, о Вольты!
Могучим искусством познал ты Природу,
Безгрешна твоя о Вселенной забота!*

Из поэмы о Вольте итальянского
поэта Пеллико (1816 год)

Аlessандро Вольты по праву считается провозвестником новой эпохи.

К последней четверти XVIII века многое уже было известно о свойствах таинственной «электрической силы». Конструировались электростатические машины трения для получения электрических зарядов (Фрэнсис Гауксби, Англия; Отто фон Герике, Германия). Было открыто явление электропроводности (Стефан Грей, Англия). Введено понятие о двух видах электричества — «стеклянном» и «смоляном», впоследствии «положительном» и «отрицательном» (Шарль Дюфе, Франция). Были созданы накопитель электрических зарядов — первый конденсатор, так называемая лейденская банка (Эвальд Клейст, Померания, и Питер ван Мюсхенбрук, Голландия), первый электроизмерительный прибор со шкалой (В. Рихман, Россия); установлена электрическая природа молнии (Б. Франклин, США; М.В. Ломоносов, Россия), создан первый громоотвод (Б. Франклин), изобретены электрофорные машины. Наконец, установлен первый закон электростатики (Шарль Кулон, Франция).

Научный вклад Вольты был высоко оценен современниками. Его считали самым великим физиком Италии после Галилея. На основе изобретения Вольты до конца XIX века было предложено около двухсот разновидностей «вольтова столба» — электрохимических источников тока.

Но эпохальное открытие Вольты — создание вольтова столба — как бы подвело итог всем достигнутым ранее результатам и дало мощный импульс новым, более глубоким исследованиям природы электричества и возможностей его практического применения.

Глава

2



*В.В. Петров
(1761–1834)*

ДВЕ ЖИЗНИ АКАДЕМИКА ВАСИЛИЯ ПЕТРОВА



В истории русской физики до половины XIX в. В.В. Петров не только хронологически, но и по своему значению непосредственно следует за М.В. Ломоносовым.

Президент Академии наук СССР
С.И. Вавилов

В истории отечественной науки Василию Владимировичу Петрову принадлежит одно из почетных мест. Он был выдающимся физиком и педагогом, он по праву считается основоположником отечественной электротехники. В.В. Петров создал уникальный источник электрического тока высокого напряжения, с помощью которого в 1802 г. он открыл явление электрической дуги и доказал возможность ее практического применения для освещения, плавки металлов и восстановления их из их окислов. Ему принадлежит заслуга в исследовании закономерностей в электрической цепи, он впервые установил зависимость электрического тока от поперечного сечения проводника.

Петровым были проведены фундаментальные исследования в области электрохимии и электрофизики, установлена электропроводность различных жидкостей, открыты и изучены «светоносные» явления в вакууме и описаны различные формы электрического разряда.

Василий Владимирович был замечательным педагогом и реформатором преподавания физики.

К сожалению, жизнь и деятельность Василия Владимировича была связана с рядом трагических событий, в результате которых многие документы, рукописи и его архив были утеряны. Не сохранился даже достоверный портрет Петрова. Поэтому читатель видит в начале этой главы лишь предполагаемый портрет ученого.

Василий Петров

Глава

3



*Андре-Мари Ампер
(1775–1836)*

ОСНОВАТЕЛЬ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ



Имя Ампера дано одной из основных электрических единиц. Теперь тысячи людей произносят слово «ампер», почти ничего не зная об этом человеке. В то время как бренное тело его превратилось в прах, его имя стало достоянием человечества.

Французский академик Д. Бергло

Выдающиеся заслуги великого французского ученого А.-М. Ампера в развитии электротехники ярко отразил известный французский ученый проф. Корню в речи, посвященной открытию памятника Амперу в октябре 1888 г. в Лионе: «Если электричество является быстрым и надежным средством связи, если этот таинственный феномен осуществляет самые необыкновенные и разнообразные услуги при помощи телеграфа, телефона, мощных машин, которые как бы сковали молнию, если с одного края света на другой мы можем передавать мысль, слово, как свет и силу, — это благодаря электромагниту, благодаря соленоиду Ампера, так как он повсюду, где проявляется одно из этих чудес».

Имя Ампера широко известно во всем мире; многие знают о нем лишь потому, что на электрических приборах и предохранителях указана допустимая сила тока в амперах! Но только единицы знают, какой научный и человеческий подвиг совершил этот необыкновенно одаренный от природы человек, поражавший еще в детстве своими выдающимися способностями и поистине энциклопедическими знаниями.

Андре-Мари Ампер

Глава

4



Майкл Фарадей
(1791–1867)

НАУЧНЫЙ ПОДВИГ МАЙКЛА ФАРАДЕЯ

Никогда со времен Галилея свет не видел столь поразительных и разнообразных открытий, вышедших из одной головы, и едва ли скоро увидит другого Фарадея.

А.Г. Столетов

С именем Фарадея связаны наиболее яркие страницы истории развития науки об электрических и магнитных явлениях. Его выдающиеся открытия не только составили целую эпоху в становлении современной физики, но и заложили фундамент для зарождения и бурного развития почти всех отраслей электротехники, электромашиностроения, радиотехники. Основываясь на своих представлениях о «всеобщем взаимопревращении сил природы», он впервые выдвигает перед собой задачу «превратить магнетизм в электричество» и после 10 лет упорнейшего труда открывает явление электромагнитной индукции, лежащей в основе действия разнообразных электромагнитных устройств.

Блестящими экспериментами Фарадей доказал возможность «электромагнитного вращения», построив прообраз первого электрического двигателя. Им был создан первый электромагнитный генератор электрического тока. Он исследовал явления электрического разряда в газах. Фарадей по праву считается основоположником учения об электромагнитных волнах, им впервые была высказана идея об электромагнитной теории света — одной из основ современной физики. Он установил законы электролиза. Из его открытий выросло учение об электронах — одном из важнейших в современной физике.

Как писал Максвелл, «... тот факт, что Фарадей существовал, делает более великой и сильной всю нацию, и нация была бы еще более великой и сильной, если бы среди нас было больше Фарадеев». К словам Максвелла, бесспорно, можно добавить, что имя Фарадея и его труды принадлежат всему человечеству!

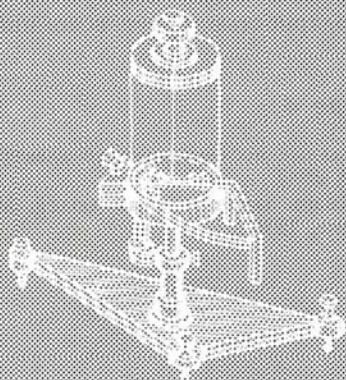
Майкл Фарадей

Глава

5



Георг Ом
(1789–1854)



ГЕОРГ ОМ. ЧЕРЕЗ ТЕРНИИ К СЛАВЕ



Открытия Ома были ярким факелом, осветившим ту область электричества, которая до него была окутана мраком. Он вырвал у природы так долго скрываемую ею тайну и передал ее в руки современников.

Профессор физики Мюнхенского университета Е. Ломмель, 1895 г.

Э тот фундаментальный закон электрической цепи известен каждому со школьной скамьи. Открыл его выдающийся немецкий ученый Георг Ом, еще при жизни получивший всемирное признание. Сумев преодолеть недоверие коллег и даже насмешки современников, он продемонстрировал завидную эрудицию, мастерство экспериментатора и удивительную настойчивость в достижении цели.

В течение более 25 лет после создания первого источника электрического тока — вольтова столба многие исследователи считали, что проводник является «чисто пассивной частью электрической цепи». «Заниматься его исследованием, — писал известный итальянский ученый, автор фундаментального труда «История физики» М. Льюцци, — значит попросту ломать себе голову над ненужными загадками, ибо только источник тока представляет собой активный элемент». К сожалению, западно-европейским физикам не был известен замечательный труд русского физика Василия Петрова «Известие о гальвани-вольтовых опытах», в котором был впервые введен в науку термин «сопротивление» и доказано, что электрическое сопротивление проводника обратно пропорционально площади его поперечного сечения (см. главу 2). Георгу Ому тогда едва исполнилось 13 лет!

В результате исследований ученых разных стран к концу первой четверти XIX в. были обнаружены многие свойства электрического тока. Но выводы ученых носили в основном качественный характер, и все более ощущалась потребность в установлении количественных закономерностей в электрических цепях.

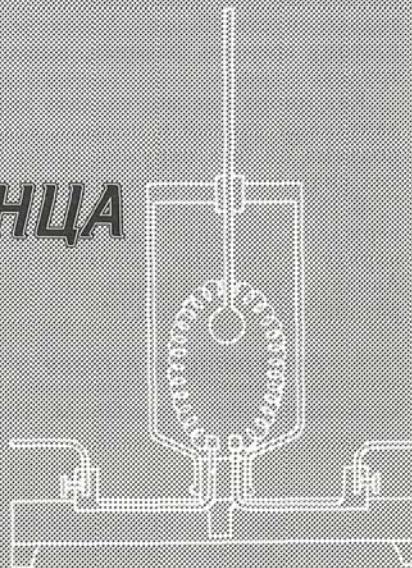
Глава

6



Э. Х. Ленц
(1804–1865)

ЗАКОН ЛЕНЦА



Ленц навсегда вписал свое имя в историю электромагнетизма наряду с Эрстедом, Ампером и Фарадеем.

Президент Академии наук СССР
академик С.И. Вавилов

После открытия Фарадеем электромагнитной индукции многие явления, связанные с ней, еще оставались недостаточно ясными. Не существовало точных приборов и методов измерения электрических и магнитных величин, в частности индуктированных токов. Не было закона о направлении этих токов, не были установлены и количественные характеристики явления электромагнитной индукции. Эти и другие сложные физические проблемы были успешно разрешены выдающимся отечественным физиком петербургским академиком Э.Х. Ленцем.

Имя Э.Х. Ленца, как и имена таких выдающихся ученых, как М. Фарадей, А.-М. Ампер, Г.С. Ом, известны каждому образованному человеку еще со школьной скамьи. Фундаментальные исследования Ленца в области физики и электромагнетизма принесли ему мировую славу. Он по праву считается одним из основателей учения об электрических и магнитных явлениях.

Эмилий Ленц

Глава

7



Джозеф Генри
(1797–1878)

ПРЕЗИДЕНТ
АМЕРИКАНСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК



Во главе длинной череды знаменитых исследователей стоят выдающиеся имена Фарадея и Генри ... Генри ранее других прикоснулся к тем пластам науки, которые только недавно стали разрабатываться.

Дж. А. Флеминг, изобретатель
двухэлектродной лампы-диода

Известный американский писатель М. Уилсон в своей книге «Американские ученые и изобретатели» писал о Джозефе Генри: «Век с четвертью и целая эпоха в области знаний отделяли электростатику Франклина и электродинамику Максвелла. И большая часть этих знаний была добыта одним человеком — Дж. Генри ... Большинство современников не могло оценить как следует и малой доли его огромного вклада в науку». Теперь его исследования «...стоят в ряду великих научных открытий». Одним из выдающихся вкладов Дж. Генри в исследование электромагнетизма является открытие им (почти одновременно с Фарадеем) электромагнитной индукции, и его по праву называют «американским Фарадеем». Генри первым открыл колебательный характер искрового разряда конденсатора, что по достоинству было оценено лишь полвека спустя при рождении электросвязи и радиотехники.

Жизненный путь Дж. Генри — сына бедного возчика, ставшего Президентом Американской академии наук, — замечательный пример удивительного трудолюбия и настойчивости в познании неизведанных явлений электричества и магнетизма.

По оценке ученых, Дж. Генри был вторым после великого американского физика и государственного деятеля Б. Франклина. Их труды заслуженно получили всемирную славу.

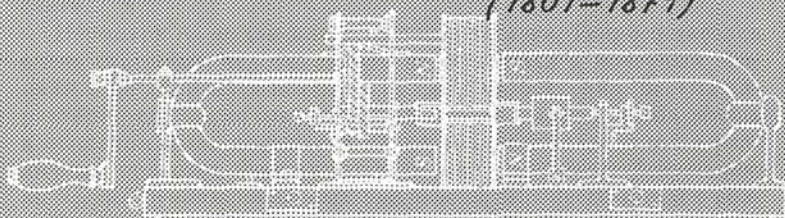
Джозеф Генри

Глава

8



*Б.С. Якоби
(1801–1874)*



ОТ "ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО БОТА" ДО ПИШУЩЕГО ТЕЛЕГРАФА

Имя академика Якоби, выдающегося физика, гениального электротехника и изобретателя по праву должно быть поставлено наряду с другими славными именами академиков-физиков Ломоносова, Эйлера, Этинуса, Петрова.

Президент Академии наук СССР
С.И. Вавилов

Есть в Санкт-Петербурге на Васильевском острове так называемый «Академический дом», на стенах которого в 1949 г. было установлено десять мемориальных досок в память о выдающихся русских академиках, живших в прошлом в этом доме. На первом месте помещена доска, посвященная первому отечественному электротехнику В.В. Петрову, на втором — доска с именем известного математика М.В. Остроградского. А третье место заняла доска, на которой высечено, что в этом доме жил «знаменитый физик и электротехник Борис Семенович Якоби».

В истории отечественной электротехники можно назвать лишь несколько выдающихся ученых-иностранцев, нашедших в России вторую Родину, проживших в ней до конца жизни и подаривших ей все свои открытия и изобретения, явившиеся огромным вкладом в сокровищницу мировой науки и техники.

Борис Якоби

Глава

9



*Никола Тесла
(1856–1943)*

**ТВОРЕЦ
МНОГОФАЗНЫХ
СИСТЕМ
И ТЕХНИКИ СВЧ**

Я думаю, что миру придется долго ждать появления гения, который мог бы стать соперником Николая Теслы в его свершениях и в его вдохновении...

Американский радиотехник,
лауреат Нобелевской премии
Э. Армстронг

В о французском городе Страсбурге в Физическом институте есть знаменитая Стена Почета, на которую занесены имена наиболее выдающихся деятелей науки и техники разных стран. Имя Николая Теслы — рядом с именами Лапласа, Планка, Бора, Эйнштейна, Резерфорда (рис. 1). Трудно поверить, что автором более 800 изобретений в области электротехники и радиотехники, большая часть которых и поныне служит всему человечеству, был один человек. Им был Тесла.

Открытие явления вращающегося магнитного поля, создание первых двухфазных двигателей и генераторов, строительство одной из уникальных для своего времени Ниагарской гидроэлектростанции, изобретение первого высоковольтного высокочастотного резонансного трансформатора, создание первых высокочастотных электромашиных генераторов, разработка оригинальной системы распределения электроэнергии, осуществление первой в мире системы управления судном по радио на большом расстоянии, создание первых газосветных ламп, практическое использование токов высокой частоты и напряжения ... Все это и многое другое — результат многолетней, поистине титанической творческой деятельности Николая Теслы.

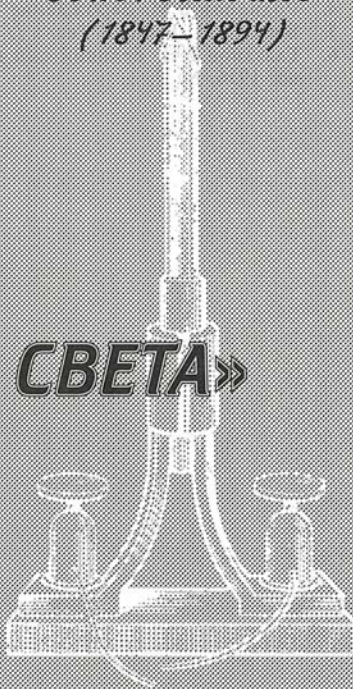
Никола Тесла

Глава 10



*П.Н. Яблочков
(1847–1894)*

**СОЗДАТЕЛЬ
«РУССКОГО СВЕТА»**



Свеча Яблочкова ... дала электротехнике такой же сильный толчок на пути разнообразнейших практических применений электричества, какой паровая машина Уатта дала применениям пара в промышленности.

Профессор Н.П. Петров, 1900 г.

Поднимаясь на эскалаторе в наземный вестибюль станции «Электрозаводская» Московского метрополитена, можно увидеть на стенах несколько барельефов выдающихся электротехников и среди них барельеф Павла Николаевича Яблочкова — изобретателя ставшей знаменитой электрической свечи, первого электротехника, предложившего производить электрическую энергию на «электрических заводах» и доставлять ее в квартиры подобно газу и воде. Символично, что барельеф автора идеи «электрических заводов» установлен именно на станции «Электрозаводская».

П.Н. Яблочков изобрел систему «дробления света» посредством индукционных катушек, представлявших собой однофазный трансформатор с разомкнутым магнитопроводом. Его система стала прообразом современной энергосистемы: первичный двигатель-генератор — линия передачи — приемник.

Глава 11



*М.О. Доливо-Добровольский
(1862–1919)*

**У ИСТОКОВ
ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ.
ОСНОВОПОЛОЖНИК
ТРЕХФАЗНЫХ
СИСТЕМ**

Трехфазный ток стал современным культурным фактором; благотворное влияние, которое оказывает электротехника на жизнь западных народов, не замедлит обнаружиться и у нас на Руси.

М.О. Доливо-Добровольский, 1900 г.

Среди выдающихся электротехников и электроэнергетиков конца XIX—начала XX вв. заслуженное место принадлежит Михаилу Осиповичу Доливо-Добровольскому — великому инженеру и ученому.

Доливо-Добровольский по праву считается основоположником техники трехфазных систем, получивших широчайшее применение в современной электроэнергетике. Он дал миру уникальный трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, трехфазный трансформатор, разнообразные электроизмерительные приборы, устройства и аппараты. Под его руководством была создана и успешно выдержала испытания электропередача Лауфен—Франкфурт на расстоянии 170 км при напряжении 15 кВ и КПД более 75 %, доказавшая несомненные преимущества трехфазных систем.

Доливо-Добровольский в 1918 г. впервые указал на целесообразность использования постоянного тока высокого напряжения при осуществлении сверхдальних электропередач, что позднее получило практическое применение. С конца XIX в. трехфазные системы начали широко внедряться в промышленность, зародилась и стала быстро развиваться современная электрификация.

Михаил Доливо-Добровольский

Глава 12



Томас Эдисон
(1847–1931)

ВЕЛИКИЙ ЧАРОДЕЙ АМЕРИКИ



Достоинства человека должны определяться его делами, а не тем, что о нем говорят.

Т.А. Эдисон

Среди выдающихся деятелей науки и техники второй половины XIX — первой половины XX в. имя талантливого американского изобретателя Томаса Альва Эдисона занимает особенно почетное место. Более 65 лет своей жизни он посвятил изобретению и внедрению в практику многих десятков оригинальных технических устройств, приборов и систем в разных областях науки и техники: электромагнитной телеграфии, телефонии, электрического освещения, электроэнергетики, электромашиностроения и приборостроения, электротяги, кинематографа, аккумуляторостроения и многих других. Только с 1869 по 1910 г. он получил более 1300 патентов в США и более 3000 патентов в других странах! Это был настоящий «фанатик труда» и «сверхчеловек», как назвал его один из биографов. Директор бюро изобретений, шутя, нередко говорил: «Дорога ко мне не успевает остыть от шагов молодого Эдисона». Изобретения Эдисона прочно вошли в нашу жизнь и быт, в промышленность, в различные отрасли производства.

Эдисон уже в 40-летнем возрасте пользовался заслуженной мировой известностью и славой. Ведущий американский электротехнический журнал «Electrical World and Engineer» опубликовал в своем первом номере за 1901 г. результаты своеобразного конкурса, организованного в ознаменовании наступления нового XX в., распространив анкеты среди деятелей науки и техники, предпринимателей и крупных промышленников. В анкете нужно было указать фамилии 25 наиболее выдающихся ученых и электротехников мира. Наибольшее число голосов получили Фарадей, Кельвин, Максвелл и Эдисон. Их портреты были опубликованы в этом же журнале. К сожалению, фамилии крупнейших русских электротехников даже не упоминались.

На пути к всемирной славе Эдисон проявил удивительное трудолюбие, упорство в овладении знаниями, целеустремленность и умение не ограничиваться «генерацией» новых идей, но блестяще доводить свои изобретения до технического завершения и широкого применения в практике.

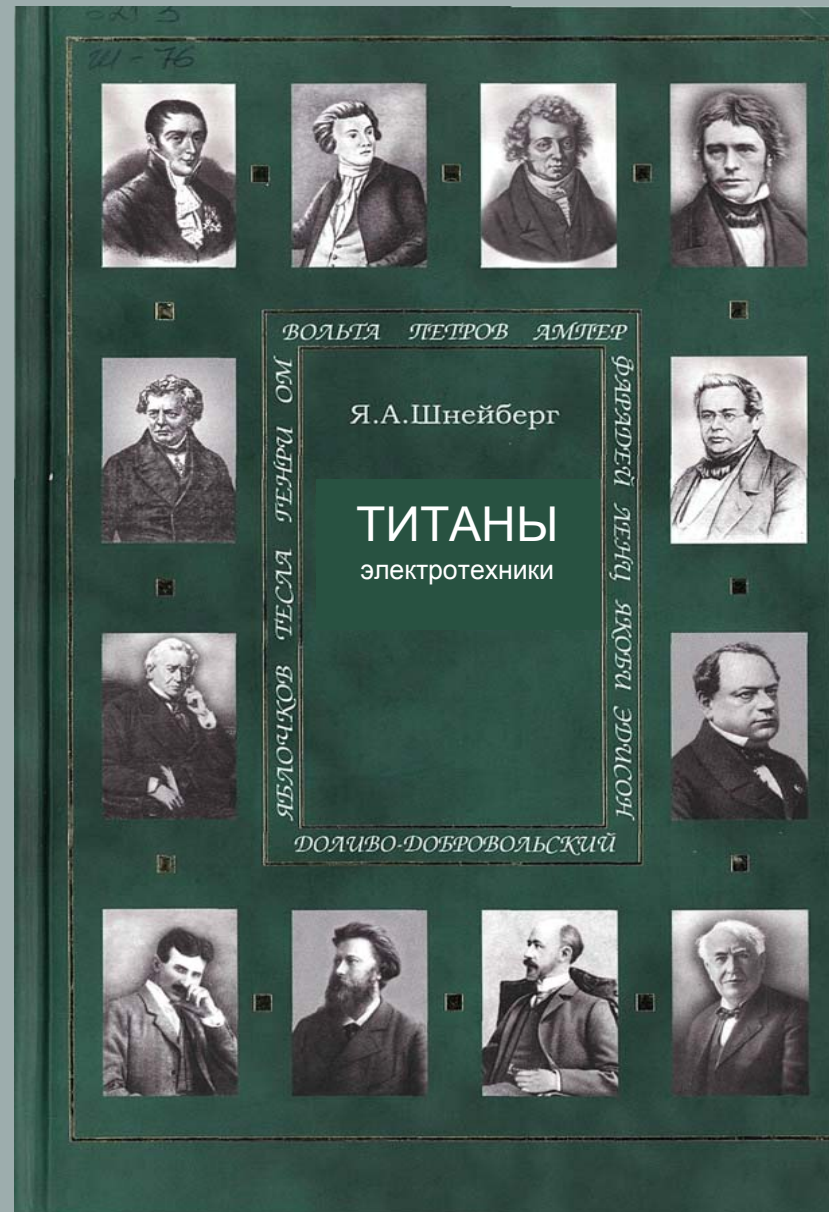
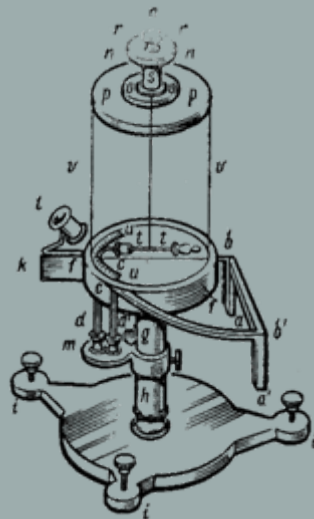
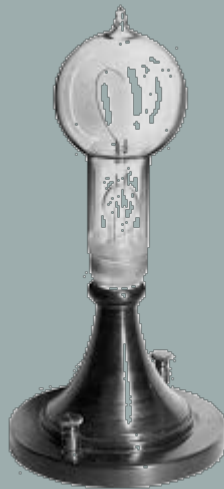
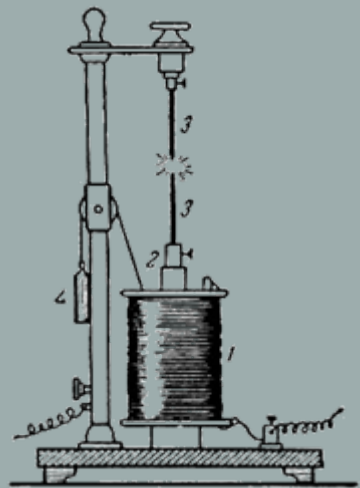
Дополнительную литературу об ученых и изобретателях можно взять в библиотеке ГГТУ им. П.О. Сухого:

1. Вдохновение : сборник очерков о выдающихся отеч. ученых / сост. В. П. Лысенко. — Москва : Знание, 1988. — 222 с.
2. Губарев, В. С. Фантастика в чертежах : судьба науки и ученых в России / В. С. Губарев. — Москва : Академкнига, 2003. — 636 с.
3. Замечательные ученые / под ред. С. П. Капицы. — Москва : Наука, 1980. — 192 с. — (Б-чка "Квант").
4. Иоффе, Э. Г. Нобелевские лауреаты с белорусскими корнями / Э. Г. Иоффе, Ж. Э. Мазец. — Минск : Беларусь, 2008. — 160 с.
5. Кисель, В. П. Изобретатели и конструкторы : популярный биографический справочник / В. П. Кисель. — Минск : Беларусь, 2004. — 214 с.
6. Конюшая, Ю. П. Открытия советских ученых / Ю. П. Конюшая. — 3-е изд., доп. — Москва : Моск. рабочий, 1988. — 477 с.
7. Лишевский, В. П. Охотники за истиной : рассказы о творцах науки / отв. ред. С. С. Григорян. — Москва : Наука, 1990. — 287с.
8. Лишевский, В. П. Ученые - популяризаторы науки / В. П. Лишевский. — Москва : Знание, 1987. — 143 с.

9. Люди белорусской науки : воспоминания современников / сост. О. А. Гапоненко, Н. В. Токарев. — Минск : Белорус. наука, 2008. — 438 с.
10. Люди русской науки. Очерки о выдающихся деятелях естествознания и техники. С предисл. и вступит. ст. акад. С. И. Вавилова : В 2 т / сост. И. В. Кузнецов. — Москва-Ленинград : Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1948. — 641 с.
11. Мурзаев, Э. М. Рассказы об ученых и путешественниках / Э. М. Мурзаев. — Москва : Мысль, 1979. — 176 с.
12. Поетекорво, Б. М. Энрико Ферми в воспоминаниях учеников и друзей. — Москва : Наука, 1972. — 160 с. — (Научные биографии и мемуары ученых).
13. Пономарева, Т. Д. Великие ученые / Т. Д. Пономарева. — Москва : АСТ : Астрель, 2004. — 528 с. — (Великие и знаменитые).
14. Пономарева, Т. Д. Великие ученые / Т. Д. Пономарева. — Москва : АСТ : Астрель, 2002. — 527 с. — (Великие и знаменитые).
15. Самин, Д. К. Сто великих ученых / Д. К. Самин. — Москва : Вече, 2002. — 592 с. — (100 великих).
16. Самые знаменитые изобретатели России / авт.-сост. С. В. Истомина. — Москва : Вече, 2000. — 496 с. — (Самые знаменитые).

17. Советские ученые : очерки и воспоминания. — Москва : Изд-во агентства печати "Новости", 1983. — 447 с.
18. Соколовская, З. К. 400 биографий ученых : о сер. "Науч.-биограф. литература", 1959—1986 : библиографический справочник / З. К. Соколовская ; отв. ред. А. Л. Яншин. — Москва : Наука, 1988. — 509 с. — (Научно-биографическая литература).
19. Сысоев, П. В. Штрихи к одному портрету научной школы В. А. Белого / П. В. Сысоев. — Минск : А. Н. Вараксин, 2014. — 203 с., [4] л. ил.
20. Уилсон, М. Американские ученые и изобретатели : пер. с англ. В. Рамзеса. — Москва : Знание, 1975. — 134 с.
21. Чолаков, В. Нобелевские премии : ученые и открытия / В. Чолаков ; пер. с болг. А. С. Никольского; под ред. А. Н. Шамина. — Москва : Мир, 1987. — 369 с. — (Библиотечная серия).
22. Шнейберг, Я. А. Титаны электротехники : очерки жизни и творчества / Я. А. Шнейберг. — Москва : МЭИ, 2004. — 270 с.

Титаны электротехники Я. А. Шнейберг



Отдел справочно-библиографической
и информационной работы библиотеки
ГГТУ им. П.О. Сухого, 2017 г.