

ТОМАС АЛЬВА ЭДИСОН
(1847—1931)

АКАДЕМИЯ НАУК СССР



Л. Д. БЕЛЬКИНА

ТОМАС АЛЬВА
ЭДИСОН

1847 - 1931



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Москва 1964

Введение

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

Т. А. Эдисон

Прошло немногим более тридцати лет с того дня, когда на 85-м году жизни скончался замечательный американский изобретатель Томас Альва Эдисон. Почти 65 лет своей жизни он посвятил плодотворной работе, результаты которой сделали его имя широко известным во всем мире и в высшей степени популярным. Эдисон не забыт и в наше время, так как многие его изобретения прочно вошли в технику, в наш быт. И сейчас многое из того, что связано с Эдисоном, представляет большой интерес. Критически оценив его конкретные изобретения и те методы и приемы, которыми он пользовался в своей многосторонней, чрезвычайно сложной новаторской работе, можно сделать некоторые интересные и весьма полезные выводы. Для нас, людей третьего и четвертого поколений по отношению к Эдисону, представляют несомненный интерес не только его удачи и успехи, но и трудности, огорчения и разочарования, сопровождавшие некоторые из его трудов.

Если бы в конце прошлого века или в начале нынешнего мы попросили любого человека назвать нескольких самых выдающихся своих современников, нет сомнения, что имя Эдисона было бы при этом упомянуто. Признание заслуг Эдисона широкими массами не являлось результатом шумной рекламы, которая была в высшей степени ненавистна Эдисону; это признание было следствием того, что реальная польза его изобретений ощущалась множеством людей, а там, где эти изобретения еще не получили

применения, мечтали о том, чтобы они как можно скорее были применены и, как везде, привели бы к улучшению различных сторон жизни и деятельности людей.

Нас не может не интересовать и такой вопрос: как расценивали специалисты-электротехники самого Эдисона и его труды? Американский электротехнический журнал «Electrical World and Engineer»¹, ведущий научно-технический орган, в первом номере, вышедшем в свет в XX веке, опубликовал результаты анкеты, которую журнал провел среди 227 электротехников — членов Американского института инженеров-электриков (А. И. Е. Е.). Целью анкеты было выявить мнение о значении деятельности лиц, посвятивших себя в XIX веке электротехнике и известных своими теоретическими или практическими работами. Анкета содержала список 25 ученых и инженеров разных национальностей. Каждый из опрашиваемых должен был ответить, в какой последовательности, исходя из значения работ для электротехники, следует разместить этих деятелей. Список разрешалось дополнять или сокращать, но с тем условием, чтобы число фамилий в нем не превосходило 25. Кроме общего подсчета результатов, особо были обследованы анкеты, полученные от 25 профессоров и 25 видных практических деятелей.

Не занимаясь разбором вопроса о недостатках или безупречности такого анкетного метода, ознакомимся лишь с результатами анкеты. В полученных 277 ответах Эдисон оказался на третьем месте; по ответам, поступившим от профессоров, — на четвертом; по ответам от практических деятелей — на пятом. Журнал поместил портреты четырех деятелей, за трудами которых жюри признало ведущее положение в мире электротехники на рубеже XIX и XX веков: это Фарадей, Кельвин, Максвелл и Эдисон.

Совершенно бесспорно, что авторитет Т. А. Эдисона среди электриков был в то время очень высок; его огромные заслуги продолжали высоко оценивать и в последующие годы его жизни. Никто не может умалить или оспаривать их и в наше время.

Настойчивые, полные богатых достижений труды Эдисона вызывали справедливое восхищение современников. Каждое новое его изобретение сопровождалось шумными похвалами. Вокруг его имени создавались многочисленные легенды. К тем результатам, которые он получал путем упорных исканий как изобретатель, конструктор и смелый

экспериментатор, нередко прибавляли много такого, над чем Эдисон вовсе не работал, или то, к чему он имел отдаленное или совершенно косвенное отношение. Один из американских авторов книги по истории электротехники, П. Морган², писал: «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 уменье сделать все, что угодно, вплоть до подвешивания звезд на небесах...»

В статье, помещенной в газете «Нью-Йорк таймс» 24 июня 1923 г., наиболее ярко выразился коммерческий подход в оценке трудов Эдисона. Газета писала: «Существует человеческий мозг, который представляет огромную ценность: в деловом и промышленном мире его оценивают в 15 миллиардов долларов. Миллиардов, а не миллионов! Это составляет 20% стоимости золота, добытого на приисках всего земного шара со времени открытия Америки. Этот мозг принадлежит Томасу Альве Эдисону...» Откуда же взялась эта цифра? По мнению газеты, это сумма капиталовложений, сделанных в предприятия, эксплуатирующие изобретения Эдисона. Цифра эта, вероятно, вполне соответствовала действительной стоимости предприятий электротехнической и электроэнергетической промышленности. Однако было ошибкой оценивать этой суммой мозг Эдисона. Следовало бы учесть, что почва для многих работ Эдисона была подготовлена всем историческим ходом развития техники как элемента производительных сил общества, что по многим изобретениям у Эдисона были талантливые предшественники, в некоторых случаях сделавшие так много, что Эдисону оставалось совершенствовать или даже только завершать их работу. Наконец, нельзя упускать из виду, что Эдисон работал не один, а с большой группой талантливых помощников, вкладывавших в разработку того или иного устройства, задуманного Эдисоном, много творческой инициативы и оригинальности. Эдисон не был изобретателем-одиночкой, который случайно добился успеха. Он прокладывал широкие пути для новых средств техники, и его изобретения — результат в первую очередь его личной инициативы, а затем — деятельности коллектива и многочисленных разносторонних исследований. Эдисон — блестящий пример организатора изобретательской индустрии.

стрии, в которой ему лично принадлежит выдающаяся роль.

Всего этого газета не учла и, кроме того, допустила также неточности фактического порядка: оказывается, что в 15 миллиардов входят кинематограф, телефон, телеграф и некоторые другие технические средства, в разработке которых Эдисону принадлежит видное, но отнюдь не главное место.

Все это мы приводим совсем не с целью умалить истинную роль и значение трудов Эдисона, а лишь в качестве иллюстрации того положения, что в оценке вклада, сделанного Эдисоном в сокровищницу техники, имеется много произвольного, недостаточно проверенного и не подвергнутого строгому критическому анализу.

Интересно отметить, что в первой по времени книге об Эдисоне, вышедшей в 1879 г.³, так охарактеризована задача, которую поставил перед собой ее автор: «Мы живем в веке, когда наука продвигается вперед гигантскими шагами. Изобретения развиваются с возрастающей скоростью, а открытия блистают над землей подобно молнии. Мы не можем, даже если бы захотели, закрыть глаза перед чудесными результатами. С этим прогрессом и его огромными достижениями тесно связано имя Т. А. Эдисона — короля изобретателей и одного из самых выдающихся людей эпохи. С жизнью такого человека всегда связано множество примечательных эпизодов и анекдотов, к которым широкая публика проявляет острый интерес и любопытство и которые просвещают и развлекают ее. Цель составителя этого тома — изложить множество анекдотов и описать интересные случаи, из которых состоит замечательная жизнь Эдисона, а также дать, в связи с этим, объяснение его главнейших изобретений, имеющих общий интерес».

Такие же цели ставили себе почти все авторы книг об Эдисоне до начала нашего века.

В цитированной выше книге Моргана нашел отражение новый взгляд самих американцев на метод оценки значения трудов Эдисона: «Будущим биографам Эдисона, которые станут 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». К этому мнению справедливо сделать добавление: многочисленные новые материалы об Эдисоне,

о его работах в лабораториях появились и сделались доступными для изучения только в последние два десятилетия. Поэтому только теперь впервые возникла возможность составить на основе первоисточников и документов научную биографию Эдисона. Первый шаг был сделан в США М. Джозефсоном⁴. Этот в высшей степени добросовестный труд поможет будущим авторам работ об Эдисоне проверить старые и неточные сведения. Хочется лишь отметить, что эта книга, написанная талантливым журналистом, не вскрывает технической и научной сущности изобретений Эдисона, их генезиса и места в историческом развитии техники. Надо полагать, что за первым удачным шагом, сделанным М. Джозефсоном, последуют работы других авторов, которые критически оценят вклад Эдисона и с технических позиций.

Из всей массы прижизненной литературы об Эдисоне хочется отметить двухтомную биографию, составленную под наблюдением и при консультациях самого изобретателя. Это книга Дайера, Мартина и Медоукрофта⁵, вышедшая в 1910 г. и переизданная в 1929 г. Эдисон продиктовал для этого труда много материалов биографического характера, а также интересные сведения об истории зарождения у него идей, касающихся главнейших его изобретений и их выполнения. Он рассказал также о некоторых деталях своей работы и о своих сотрудниках. Эти подробности не были зафиксированы в каких-либо документах. Поэтому труд упомянутых трех авторов в высшей степени ценен. Эти работы, как и некоторые другие, появившиеся в последние годы, и особенно разработка личных архивов и лабораторных записей Эдисона, естественно, позволяют правильнее и полнее понять жизнь и творчество этого выдающегося деятеля техники. Надо полагать, что мы сможем узнать много нового и интересного об Эдисоне, о героическом периоде его изобретательской деятельности и о других изобретателях, пути которых скрещивались с довольно извилистым творческим путем Эдисона.

В этом отношении очень отрадно, что эдисоновские лаборатории в Вест Орендже (штат Нью Джерси), где изобретатель проработал около 50 лет, превращены в национальный памятник (Edison Laboratory National Monument), принесенный в дар федеральному правительству США; этот памятник находится в ведении National Park Service of the Department of Interior. Здесь собраны

реликвии, относящиеся к жизни Эдисона и близких ему лиц, модели или копии большей части его изобретений, инструмент, которым он пользовался, библиотека. Там сохраняются 3400 записных книжек Эдисона, оригинальные эскизы его изобретений, 250 тысяч единиц хранения — писем, документов и патентов. Для разработки научно-технического наследства создана специальная организация — Historical Research Department of T. A. Edison, Incorporated, West Orange, N. Y. Для биографии Эдисона, составленной М. Джозефсоном, эти материалы были частично уже использованы.

В Дирборне в мемориальном музее «Эдисония» сохраняется то, что находилось в Менло-Парке и в лабораториях, где Эдисон работал в 1876—1887 гг. Там хранится много документов, имеющих прямое или косвенное отношение к работам Эдисона. В архиве Гарвардского университета сохраняется фонд Г. Вилларда, одного из близких к Эдисону американских предпринимателей. В частном владении сохранился в США архив личного секретаря Эдисона — Самюэла Инсулла; этот материал на месте доступен для использования.

Автору предлагаемой вниманию читателей книги были доступны только материалы о жизни и работах Эдисона, опубликованные в разное время с середины 70-х годов прошлого века по настоящее время. Непосредственно мемориальными фондами и лабораторными архивами автор не имел возможности пользоваться. Естественно, у автора возник вопрос: следует ли добавлять еще одну книгу к уже существующей обширной литературе об Эдисоне? Изучение многочисленных литературных и документальных источников (патентов и т. п.) показало, что вскрыты еще далеко не все особенности и существо изобретений Эдисона, не изучены его система и методы изобретательской деятельности. Недостаточно четко показаны место и роль Эдисона в истории техники, в первую очередь в истории электротехники, не раскрыто влияние работ Эдисона на направление и характер развития электротехники. Что являлось движущей силой для трудов Эдисона: стремление к материальному успеху, основанное на трезвом расчете? или стремление служить «человечеству с целью облегчить ему путь по стезе прогресса» (как высечено на мемориальном камне в Менло-Парке на месте эдисоновских лабораторий)? или же правильное понимание неотложных и не-

обходимых требований общественного производства своего времени, удовлетворение которых оказалось тогда уже возможным, так как предпосылки для этого уже были созданы и, как говорил Кельвин, стоя на плечах гигантов-предшественников, можно было добиться выдающегося завершения их дел?

Автор настоящей монографии поставил себе следующую задачу: в кратком очерке дать жизнеописание Т. А. Эдисона, не приводя действительных или придуманных анекдотов и забавных случаев из его жизни; дать научно-технический анализ творчества Эдисона, выявить, как зародились и разрабатывались главнейшие его изобретения, что в этих работах было интересного и поучительного для современников и потомства. Если автору удалось справиться с поставленной задачей, то его работа окажется полезным добавлением к огромной литературе об Эдисоне. Нет сомнения, что об Эдисоне еще многое можно и следует написать. При этом авторы не должны идти по проторенным дорожкам восхваления знаменитого изобретателя, а критически оценивать его роль и значение.

Сам Эдисон, как известно, обращал мало внимания на похвалы, критику или порицания, которые раздавались по поводу того или иного его изобретения. Он шел своим путем, энергично преодолевая многочисленные трудности и сложные препятствия. Если ему что-либо не удавалось, то это не было для него основанием прекратить данную работу и обратиться к другой, более легкой проблеме. Наоборот, неудачи и затруднения увеличивали его усилия и настойчивость. Он совершал новый натиск и чаще всего преуспевал в своем стремлении добиться положительных результатов.

Труды Эдисона, вне всякого сомнения, очень значительны по своим результатам. Их значение для техники может быть сейчас оценено гораздо более полно и беспристрастно, чем при жизни изобретателя. В процессе исследования трудов Эдисона истина все больше отделяется от выдумок и предположений. Творчество Эдисона не нуждается ни в каком приукрашивании: оно само по себе достаточно глубоко и поучительно,

Основные этапы развития электротехники

Первые наблюдения явлений, известных под названием электричества и магнетизма, относятся ко временам классической древности и были произведены народами, жившими в бассейне Средиземного моря, особенно греками. Сам термин «электричество» появился лишь на рубеже XVI и XVII вв., а затем постепенно наполнялся содержанием, особенно начиная с XVIII в. Наконец, только в XIX в. электричество стало служить человечеству.

Очень важной датой и переломным моментом в истории электричества и магнетизма был 1600 год, когда вышел в свет замечательный труд английского естествоиспытателя и врача Уильяма Гильберта «De Magnete»⁶, представлявший собой вообще один из первых научных трактатов, написанных на основе эксперимента. До этого считали, что электрические силы присущи только янтарю и одной из разновидностей турмалина — линкуруиону, а магнитные — только железу. Гильберт экспериментально доказал, что электризация при трении обнаруживается у многих веществ — стекла, смолы, минералов и пр., а Земля является огромным магнитом, хотя и не состоит из одного только железа. Гильберт ввел понятие «vis electrica» («сила янтаря»), т. е. электрической силы; с XVIII в. производный термин — «electricitas» стал широко применяться. В русской научной литературе в XVIII в. получил распространение термин «электричество».

Сущность электрических и магнитных явлений и связи между ними тогда не знали. Гильберт считал эти явле-

ния совершенно различными, и этот взгляд главенствовал вплоть до середины XVIII в., когда, благодаря трудам члена Санкт-Петербургской Академии наук Т. Эпинуса, было положено начало новым взглядам: наука обогатилась представлениями о сходстве электрических и магнитных явлений. В древнем мире наблюдали явления атмосферных разрядов и анестезирующее действие некоторых видов рыб при соприкосновении их с человеческим телом. Но представлений о том, что в этом проявляются силы электричества, не возникало. Вплоть до последнего десятилетия XVIII в. занимались изучением исключительно статического электричества и попытками применить его для каких-либо практических целей. Дело ограничилось применением статического электричества для лечебных целей, для взрывания пороха от искр при разряде и для передачи зарядов на расстояние; последнее являлось самой ранней попыткой создания электрического телеграфа.

В течение XVIII в. накопился большой опытный материал о статическом электричестве. Было установлено существование проводников и непроводников электричества, доказано существование двух родов электричества — положительного (стеклянного) и отрицательного (смоляного). Удалось найти более совершенные способы получения значительных статических зарядов при помощи машин, изобрести методы накопления статических зарядов посредством лейденских банок и конденсаторов. Было обнаружено явление электростатической индукции. Таким образом, были достигнуты большие успехи в направлении качественного изучения электрических явлений. В конце XVIII в. Кулон установил и количественную характеристику взаимодействий зарядов, известную под названием закона Кулона.

Хотя изучение свойств и действий статического электричества не предвещало возможности более или менее широкого применения этого явления для практических целей, совокупность исследований электричества имела существенное значение. Были открыты интересные особенности статических зарядов, созданы первые теории электричества, усовершенствована техника эксперимента, разработан ряд приборов. Немаловажно было и то, что электрические явления привлекли к себе пристальное внимание исследователей и число работ, посвященных электричеству, в течение XVIII в. весьма возросло.

В последнем десятилетии XVIII в. внимание ученых обратилось в сторону нового ряда электрических явлений, обнаруженных Л. Гальвани и развитых А. Вольта. Был найден новый вид электричества, который считали отличным от электричества трения: это электрический ток.

Последний год XVIII века — 1800-й — ознаменовался замечательным событием в науке. Алессандро Вольта, повторяя и анализируя опыты и выводы своего соотечественника Л. Гальвани, приходит к построению первых генераторов непрерывного электрического тока: это знаменитые вольтов столб и чашечная батарея. Этим открывалась новая эпоха исследований электричества, а именно — гальванического тока. Письмо Вольта, посланное 20 марта 1800 г. президенту Королевского общества Бенксу в Лондон, весьма заинтересовало и даже озадачило ученых: нужно было проверить правильность метода построения вольтова столба, его действие и те свойства электрического тока, которые были описаны в письме Вольта. Проверка того нового и неожиданного, что открыл Вольта, показала полную верность этих сведений. Начались работы по дальнейшему проникновению в тайны электрического тока. Начался первый период электротехники, который характеризуется тем, что он весь был посвящен изучению гальванического тока и попыткам его практического использования. Попытки эти были еще очень несмелыми, но уже ясно показали, что электрический ток может дать для практики нечто такое, чего нельзя получить при использовании достижений других, известных в то время областей физических знаний.

Термин «электротехника» в настоящее время всем понятен и широко распространен. В область, охватываемую этим понятием, входят научные и прикладные вопросы, связанные с производством, распределением и использованием электрической энергии. Когда же могла зародиться электротехника? Естественно, лишь тогда, когда не только был открыт электрический ток, но и были обнаружены его свойства и действия, изобретены удобные для практики способы его генерирования в масштабах, необходимых для выявленных конкретных областей использования. Конечно, это был длительный процесс зарождения электротехники, ее постепенного становления и проникновения в различные области техники. В результате этого исторического процесса электротехника в последней трети XIX в.

стала важной самостоятельной отраслью и оказала революционизирующее влияние на всю технику в целом, а в связи с этим на все развитие производительных сил общества.

Как известно, применения электрической энергии весьма разнообразны, но их можно разделить на две группы: энергетические применения — когда электрическая энергия используется в значительных количествах для целей преобразования ее в другие виды энергии, например в энергию механическую (привод, тяга), световую (освещение), тепловую (термические процессы), химическую (разные электролизные процессы) и т. п.; неэнергетические применения — такие, при которых в основном используются электрические импульсы или небольшие количества энергии для целей воздействия на какой-либо индикатор или приемник (например, телеграфный аппарат, телефон, прибор управления или регулирования), причем само превращение электрической энергии в другие виды не является целью, хотя и происходит.

Первый период развития электротехники, начавшийся сейчас же после изобретения вольтова столба, продолжался с 1800 до 1831 г., т. е. до открытия Фарадеем явления электромагнитной индукции. Этот период был сравнительно малоплодотворным для практики, но весьма богатым в отношении изучения свойств электрического тока и самого начального изыскания путей его практического использования. Карлейль и Никольсон еще в 1800 г. открыли химические действия тока и разложили током воду на составные элементы. Хотя уже давно было известно, что электричество трения способно производить разные химические действия (Беккариа, Пристли), тем не менее открытие Карлейля и Никольсона имело первостепенное значение. Их работу продолжил У. Крейкшенк, показавший в том же году, что растворы солей металлов также разлагаются током. У. Х. Вулстен в 1801 г. опытным путем доказал идентичность электрического тока, получаемого от вольтова столба, с теми зарядами, которые получают при явлениях статического электричества. Были обнаружены тепловые действия тока — нагревание проводника током, световой эффект в виде искр. Выдающийся русский физик В. В. Петров⁷, построив громадный вольтов столб из 4200 медных и цинковых кружков, дававший ток напряжением около 1700 вольт, получил эффект устойчивой электрической дуги между угольными электродами (1802) и

тогда же обнаружил явление тлеющего разряда при прохождении электрического тока через разреженные газы.

Открытие химических действий тока произвело огромное впечатление на Х. Дэви, в то время молодого ученого, профессора химии Королевского института в Лондоне. Он посвятил много работ изучению этих действий. Решительно выступив против «контактной теории электричества», предложенной Вольта, он высказался в пользу химической теории действия столба, утверждая, что вольтов столб может действовать лишь в том случае, если вещество, которым пропитаны прокладки между парами, способно производить окисляющее действие на металлы каждой пары. Причиной электрических действий столба, по его мнению, являлись химические взаимодействия между металлом и жидкостью. Построив в 1807 г. мощный источник гальванического тока из 4000 медных и цинковых пластин, Дэви также наблюдал эффект электрической дуги между угольными электродами. Пользуясь таким мощным источником тока, Дэви в 1807—1808 гг. произвел электролиз многих металлических солей и получил в чистом виде элементы, которые ранее были известны только в соединениях. Это натрий, калий, кальций, стронций, магний, барий, бор. Петров, производя электролиз жиров и масел, обнаружил изоляционные свойства этих веществ. В. Риттер в 1803 г. обнаружил возможность аккумуляирования энергии гальванического тока.

Одно за другим появляются новые наблюдения многих ученых и любителей. Это объясняется тем, что построение вольтова столба для получения электрического тока было доступно для широкого круга экспериментаторов и это способствовало вовлечению в гальванические опыты большого числа ученых и любителей науки.

Первое десятилетие XIX в. оказалось очень плодотворным в отношении выявления свойств и действий электрического тока. Опытами П. И. Страхова в Москве и Ф. Г. Бааса в Германии была доказана проводимость земли и воды в толстом слое; открыто было явление электроосмоса, т. е. перемещение воды через пористую перегородку в направлении пропускаемого тока (Ф. Ф. Рейсс в Москве); наблюдалось отклонение магнитной стрелки, включенной в гальваническую цепь (1802 г.; в этих опытах Романьози наблюдалось не действие тока на магнит, а лишь поведение стрелки, включенной в цепь). В 1805 г. Гроттгус

опубликовал трактат о теории разложения воды гальваническим током.

Интересно отметить следующий факт. Опытных работ по гальванизму в первые годы после письма Вольты Королевскому обществу было так много и они были настолько разбросаны по различным изданиям, журналам, мемуарам и пр., что появилась необходимость известной их кодификации. Это выполнил французский ученый П. Сю в пяти-томном реферативном труде⁸.

Можно ли было в этот начальный период после открытия электрического тока заниматься проблемой практического использования электричества? Созрели ли предпосылки для этого?

Эти годы были временем триумфального развития промышленного переворота. Машинная индустрия и паровой двигатель как источник механической энергии победоносно охватывали все новые и новые отрасли промышленности. На смену гужевому сухопутному транспорту должно было вскоре прийти более быстрое и эффективное средство — железные дороги с паровой тягой; с успехом проходили опыты по применению парового двигателя на водном транспорте, которые убедительно показали способность парового двигателя внести революционные изменения в эту отрасль техники и нанести смертельный удар веками применявшемуся парусу. Множество возможностей, использованных еще в очень малой степени, создал промышленный переворот. Была ли в это время потребность изыскивать пути использования электрического тока? Такая потребность стала возникать уже в первом периоде развития электротехники. Об этом думали и над такими вопросами работали. В первую очередь над тем, нельзя ли применить электричество в тех случаях, когда какая-либо важная для практики задача не могла быть решена никакими другими методами, достаточно в то время изученными в механике, оптике, пневматике и др. В связи с этим выступили на первый план проблемы использования, во-первых, способности электрического тока распространяться с большой скоростью по проводам, хорошо изолированным от земли, и, во-вторых, его способности разлагать разные жидкости на составные части.

Способность гальванического тока с большой скоростью распространяться на большие расстояния могла быть использована для передачи сигнала на расстояние, т. е. для

целей электрической проводной связи. Передав ток на расстояние, можно было на другом конце посредством какого-либо индикатора принимать импульсы тока; если же будет создан определенный код, то станет возможна передача депеш. Что же можно было выбрать тогда в качестве индикатора переданных импульсов тока? Наиболее подходящим, если не единственно возможным вначале, было принимать импульсы вольтметром, обнаруживавшим их появлением пузырьков газа при разложении жидкости. На этой основе Земмеринг (1809) построил электролитический телеграф, который, однако, не обеспечивал благоприятных эксплуатационных условий. Электролитический телеграф был построен и испытан, но для практики оказался мало пригоден. Несмотря на это, нельзя не признать, что он способствовал усилению интереса к электрической связи, а на опытах с этим телеграфом в Мюнхене сделал немало полезных выводов изобретатель электромагнитного телеграфа, Павел Львович Шиллинг.

Можно было в удаленном от места передачи пункте получить от переданных импульсов электрическую искру и воспламенить какое-либо взрывчатое вещество. Опыты воспламенения пороха при помощи статического электричества удачно велись еще в XVIII в. Оказалось, что гальваническое взрывание мин значительно удобнее и эффективнее, чем воспламенение мин огнем, распространяющимся по шлангу с горючим веществом (сосису). П. Л. Шиллинг с успехом демонстрировал методы гальванического взрывания подводных мин на Неве в Петербурге (1812) и на Сене в Париже (1815), положив этим начало минной электротехнике.

Существенные перемены в первом периоде развития электротехники оказались возможными в связи с открытием электромагнетизма, т. е. действия тока на магнит (Эрстед, 1819). Опыты Эрстеда, подтвержденные и развитые Араго, Ампером и другими, привели к созданию соленоида, мультипликатора, электромагнита и гальванометра; было установлено намагничивание проводника током и эффект электромагнитного вращения (в диске Араго). Опытами Барлоу, Фарадея и Генри была показана возможность превращения электрической и магнитной энергии в механическую, т. е. возможность построения электродвигателя, что и было осуществлено в следующем — втором — периоде развития электротехники.

Мы видим, что в период 1800—1831 гг., в сущности говоря, только нащупывались пути и делались первые пробы возможностей применения гальванизма и электромагнетизма. Существенным препятствием к использованию этих возможностей было то, что самые источники тока — вольтов столб и батареи элементов во всех их модификациях были достаточны лишь для целей лабораторных опытов или научных демонстраций, для целей же практики они были маломощны, капризны в эксплуатации и мало надежны. В связи с этим становится понятно, почему с таким вниманием и надеждами встретили открытие Зеебеком (1821) термоэлектричества и обратились к построению термобатарей. Но и термоэлектричество не обеспечило возможности создания таких генераторов тока, которые были нужны практике. К концу первого периода развития электричества стало ясно, что целесообразно разрабатывать только те применения электрического тока, для которых достаточным является использование небольших по мощности и по напряжению токов, т. е. были возможны только некоторые неэнергетические применения электрического тока с использованием импульсов.

В первый период Ампер разработал многие вопросы взаимодействия токов, обобщенные в опубликованной в 1826—1827 гг. теории электродинамических явлений; начал свои эксперименты в области индукции и других вопросов электричества М. Фарадей. Г. С. Ом в 1827 г. опубликовал трактат, посвященный закономерностям простых гальванических цепей. Био, Савар и Лаплас дали математическое выражение для силы взаимодействия между токами и магнитами (1820), а Ампер — выражение для силы взаимодействия между токами.

Резюмируя изложенное, можно сказать, что в период 1800—1831 гг. были созданы многие предпосылки для последующих работ по техническим применениям электрического тока. Эти предпосылки касались изучения свойств электрического тока и обнаружения его проявлений и действий. Хотя научная мысль уже направилась в сторону выявления возможностей использования электрического тока для практических целей, но электротехники, в нашем современном понимании этого термина, еще не было.

Во втором периоде развития электротехники (1831—1867) можно было ожидать дальнейшего расширения знаний об электричестве и ряда практических решений из об-

ласти использования электрического тока в технике. Этот новый этап начинается с выдающегося открытия Фарадея — открытия электромагнитной индукции. Первый период можно называть дофарадеевским. Новый период протекал при все большем и большем использовании явления индукции; его справедливо называть фарадеевским, хотя громадный вклад в становление и развитие электротехники сделали в это время и другие ученые и техники.

Оглядываясь теперь на более чем полуторазековую историю электричества и электротехники, мы остаемся при убеждении, что открытие явления электромагнитной индукции было и остается одним из важнейших моментов истории физических знаний вообще. До открытия явления электромагнитной индукции, главная ценность которого заключается в указании способа «превращать магнетизм в электричество», применение электричества не выходило за пределы опытов и научных развлечений; вслед за открытием этого явления электричество стало во все расширяющихся масштабах применяться для служения людям. Вся современная «сильноточная электротехника» — освещение, электролизные и электротермические процессы, получение механической энергии и прочие энергетические применения электричества — имеют своим истоком открытие Фарадея.

Во втором периоде электротехника в области многих своих полезных применений вышла из стадии опытов и стала завоевывать исключительно важное положение. В этот период, и в значительной степени независимо от открытия Фарадеем явления электромагнитной индукции, стали развиваться те области, для которых достаточны были лишь электрические импульсы и основной электромагнитный эффект — действие тока на магнит. Используя мультипликатор в качестве индикатора переданных по определенному коду импульсов, П. Л. Шиллинг в 1828—1832 гг. создал пригодный для практики электромагнитный телеграф и открыл путь многочисленным ученым в этой области — Якоби, Морзе, Уитстону и др. К концу рассматриваемого периода европейский и североамериканский континенты были покрыты густой сетью телеграфных линий. Производят опыты по устройству телеграфных линий через большие водные пространства, используя специально сконструированные подводные кабели. Сначала телеграфные кабели были проложены через реки на небольшие

расстояния; это имело особо важное значение для выяснения условий работы кабелей под водой и усовершенствования изоляции. В 1850 г. был проложен кабель через Ламанш, однако только через год удалось добиться хорошей связи.

Атлантическая телеграфная компания, организованная в 1856 г. для устройства телеграфной связи между Англией и США, располагала достаточными средствами. К ее работам были привлечены крупные научные силы; техническую часть этого грандиозного сооружения возглавлял У. Томсон (Кельвин). В 1866 г., после десяти лет тяжелых трудов, затраченных для устранения многочисленных аварий, была установлена телеграфная связь между Европой и Америкой. Прокладка этого кабеля протяженностью 3600 км (1900 миль) оказалась чрезвычайно важной школой: она привела к изучению многих специальных вопросов распространения тока в длинных линиях и к разработке практических вопросов для электромонтажной техники.

Телеграфия в 40-х годах прошлого века стала основной областью применения электрического тока. В работах по телеграфии участвовали крупнейшие теоретики (Кельвин и др.) и множество практиков, которые почерпнули из трудных работ по прокладке подводных телеграфных кабелей чрезвычайно много чисто технических приемов и методов; эти методы были затем использованы и в других областях применения электрического тока. Развитие телеграфии в этот период характеризуется большим прогрессом и непрерывными усовершенствованиями. Влияние этого прогресса сказалось и на других областях. Рост числа и увеличение дальности телеграфных передач потребовали интенсификации использования (так называемого уплотнения) линий. В стоимости телеграфных установок основные капитальные затраты приходились на самую линию и значительно превосходили стоимость собственно телеграфной аппаратуры. Требовалось изыскать способы увеличения пропускной способности линии, т. е. уменьшить время, в течение которого линия обесточена. Увеличивать пропускную способность линии за счет добавления числа проводов оказалось неэкономичным. Были разработаны различные системы автоматической и многократной одновременной телеграфии.

Телеграфия потребовала усовершенствования источников питания — гальванических элементов. Бич гальвани-

ческих элементов — так называемая гальваническая поляризация — был устранен в результате изобретения и внедрения гальванических элементов с двумя жидкостями и самостоятельной деполяризацией (элементы Даниэля, Гроува, Бунзена и др.). К этому периоду развития электротехники относится изобретение свинцового аккумулятора (Планте, 1859) и начало его применения в качестве второго источника тока.

Развитие телеграфостроения сыграло важную роль в разработке и установлении системы международных электрических единиц (эти работы были начаты еще в 40-х годах, с большими трудностями и весьма несогласованно велись до 1860 г., когда дело установления системы электрических единиц впервые было поставлено на научную основу Комитетом Британской ассоциации для содействия развитию наук). Развитие телеграфии способствовало возникновению и совершенствованию электротехники и построению измерительных приборов. Опыт телеграфии был использован также и для создания схем, приборов и устройств электроавтоматики и телемеханики. В этот период были разработаны, например, конструкции основных типов самодействующих регуляторов для дуговых ламп, а также ряд электромагнитных, электромашинных, электротермических и тому подобных исполнительных устройств.

Важно отметить, что в 1860 г. были предприняты первые попытки построить электрический телефон; наиболее широко известны опыты немецкого учителя Филиппа Райса.

Телеграфия — главнейшая область применения электричества на этом этапе развития электротехники — могла развиваться без использования явления электромагнитной индукции. В таком же положении была проблема построения электродвигателя: он мог быть построен на чисто электромагнитном принципе. Можно добиться качательно-поступательно-возвратного или даже непрерывного вращательного движения рабочего органа, используя притяжение и отталкивание магнитов, втягивание сердечника в катушку при пропускании тока и выпускание сердечника наружу при перерывах тока и т. п. По этому пути и пошли изобретатели; однако они не добились благоприятных результатов ни в одном из этих случаев. Дело в том, что для таких электродвигателей нужен был довольно мощный и надежный источник питания. Батареи гальванических

элементов не могли обеспечить потребность таких электродвигателей. Для них был необходим достаточно мощный и устойчивый источник энергии; таким мог быть только электромашинный генератор, действующий на принципе индукции. Такой генератор удалось построить лишь позднее — уже в третьем периоде развития электротехники (в 1870 г.). С этого момента началось все расширяющееся применение электродвигателей и электропривода.

В то время как телеграфия оказалась на этом этапе развития электротехники вполне технически разработанной областью, широко вошедшей в практику, другие области электротехники только еще разрабатывались и исследовались на пробных установках. Академик Б. С. Якоби в 1838 г. изобрел гальванопластику, на базе которой стала оформляться более широкая область — гальваностегия. Для этой цели могли служить как батареи гальванических элементов, так и электромашинные генераторы первых типов (магнитоэлектрические, т. е. с постоянными магнитами). Во многих городах возникли гальванические мастерские для серебрения, никелирования и т. п. Но и для этого дела, как и для электродвигателей, нужен был достаточно совершенный источник тока. Полное развитие электролизные и гальваностегические процессы получили лишь в третьем периоде развития электротехники на основе хороших электромашинных генераторов, созданных Граммом (1870), Гефнер-Альтенеком (1873) и др.

В это время велись опыты и в области использования тока в электротермических процессах. Но наибольший интерес, самый значительный после телеграфии, вызывала проблема электрического освещения. Для нее второй период развития электротехники был важным подготовительным этапом. В 70-х годах прошлого века электрическое освещение стало реальностью, хотя вначале распространение его было относительно ограничено из-за дороговизны электроэнергии.

История электрического освещения будет подробнее изложена в главе, посвященной работам Т. А. Эдисона над усовершенствованием лампы накаливания. Здесь отметим лишь, что во втором периоде основные типы дуговых ламп были созданы и опробованы; было предложено много конструкций электрических ламп накаливания; из-

готовлены и опробованы трубки с разрядом электричества в разреженных газах (трубки Гейслера). Был подготовлен большой опытный материал для разработки важного условия, без которого невозможно было внедрение электрического освещения в практику: необходимо было обеспечить осветительные установки надежным источником дешевой электроэнергии. Таким источником мог быть электромашинный генератор, действующий на принципе открытой Фарадеем электромагнитной индукции. Пройдя через стадию построения магнитоэлектрических генераторов, затем через стадию построения электрических генераторов с электромагнитами и независимым возбуждением, электромашиностроение пришло в 1867 г. к осуществлению принципа самовозбуждения, который мог обеспечить наилучшие свойства электромашинного генератора постоянного тока. Этот момент является рубежом между вторым и третьим периодами развития электротехники.

Мы принуждены здесь охарактеризовать «фарадеевский» период развития электротехники (1831—1867 гг.) лишь с точки зрения прогресса технических применений электричества. Прогресс науки в области электричества и магнетизма мы лишь кратко упомянем.

Отметим установление Кирхгоффом законов разветвленной электрической цепи, работы Вебера и Гаусса в области теории магнетизма, установление закона сохранения и превращения энергии, установление закона тепловых действий тока (закон Джоуля — Ленца), обширные исследования Фарадея в области законов электролиза, явление диамагнетизма и пр. В этом периоде Максвелл разработал теорию электричества и магнетизма, которая стала известна широкому кругу ученых несколько позднее — в самом начале третьего периода развития электротехники. Весь второй период был временем широкого технического использования электрических импульсов, т. е. реальным осуществлением «неэнергетических» применений электричества и подготовкой к началу широких энергетических применений электрического тока — в области освещения, электрического привода, транспорта, в технологических процессах. Открытие электромагнитной индукции и возможность получать электрическую энергию методом перемещения проводника в магнитном поле в электромашинных генераторах сделало вполне реальным все энергетические применения электрического тока.

В течение всего второго периода практическое применение имел только постоянный ток; к переменному току относились недоверчиво и настороженно, так как он был мало изучен и имел ограниченное применение.

Появились первые предприятия, производившие электротехнические изделия, приборы, машины. Так как важное значение имели работы по сооружению телеграфных линий, то электропромышленные предприятия в основном производили провода, кабели, изоляторы, телеграфные аппараты, электромагниты, реле, гальванические элементы, некоторые типы измерительных приборов, главным образом для измерения сопротивления, силы тока и электродвижущей силы. Производство электрических машин носило индивидуальный характер: ни серийного, ни тем более массового их производства не было. Дуговые лампы в это время изготовлялись в относительно большом количестве, но типов этих ламп было очень много и ни один из них не изготовлялся в серийном порядке.

Понимали ли тогда достаточно ясно, какие громадные перемены в технике и в жизни людей может принести электричество? С каждым днем это становилось все яснее и яснее. С неизмеримой быстротой росло число заявок на изобретения в области электротехники и число выданных патентов. В отчете патентного ведомства США за 1849 г. говорилось, что электричество в самом скором времени должно получить разнообразное применение и что оно будет больше способствовать обогащению, чем золотые россыпи Калифорнии, куда в то время устремилось много людей в поисках счастья. В этом же отчете отмечалось, что, кроме передачи телеграфных сообщений, «электричество из своих убежищ может быть быстро передано на расстояние, двигать сухопутные и водные экипажи, одушевлять технологические механизмы, становиться сельскохозяйственным и домашним работником»⁹.

Третий период развития электротехники продолжался с 1867 по 1891 г. Он начался в то время, когда на основе явления электромагнитной индукции и принципа самовозбуждения («динамоэлектрический принцип») был построен генератор Грамма, обеспечивавший производство электроэнергии методами значительно более удобными, чем это осуществлялось гальваническими элементами. К тому же метод индукции давал значительно более дешевую электроэнергию, чем гальванические элементы. Вслед за гене-

ратором Грамма с кольцевым якорем, доказавшим преимущество нового метода генерирования энергии, появились еще более совершенные генераторы с барабанным якорем (Гейфнер-Альтенек, 1873), конструктивные формы которых у разных изобретателей отличались весьма большим разнообразием. Мощность электрических машин постоянного тока непрерывно возрастала; появились более совершенные их типы — многополюсные машины. Во второй половине 70-х годов, благодаря работам П. Н. Яблочкова, начали изготавливать генераторы однофазного переменного тока.

Так была решена главнейшая очередная проблема — снимались те ограничения в развитии электротехники, которые вызывались недостатком и дороговизной самой электроэнергии.

Второй период развития электротехники (1831—1867) представлял собой расцвет так называемой «слаботочной электротехники», т. е. неэнергетических применений электроэнергии, а «сильноточная электротехника», т. е. энергетические применения, еще только разрабатывалась. В третьем периоде (1867—1891) происходило дальнейшее развитие неэнергетических применений (телеграфия, телефония, электрическая сигнализация и блокировка, устройства автоматики и телеуправления и др.), а в области энергетических применений происходит переход от опытов к непосредственным работам в практических масштабах.

Весь третий период протекал под знаком применения в основном постоянного тока; лишь благодаря электрической свече Яблочкова получил применение однофазный переменный ток. В конце этого периода однофазный переменный ток начал играть существенную роль при решении проблемы централизованного производства энергии и ее передачи на расстояние.

Какие же области применения электричества в это время вполне оформились и закрепились? В первую очередь нужно упомянуть электрическое освещение. Дуговые лампы как источники света были конструктивно доведены до практической применимости в более или менее широких масштабах, так как удалось не только создать много систем хорошо действовавших автоматических регуляторов, но и решить сложную для того времени проблему «разделения электрического тока», т. е. одновременного действия в одной цепи произвольного числа дуговых ламп

(дифференциальные дуговые лампы Чиколева, Гейфнер-Альтенека и др.).

В это время уже были города, которые имели электрическое освещение на всех улицах, проездах и площадях. Так, в 1880 г. все наружное освещение города Уобаш (Wabash) в США (штат Индиана) было устроено при помощи дуговых ламп¹⁰. В 1885 г. полностью были освещены улицы, жилые дома и здания общественного пользования в Царском Селе (ныне г. Пушкин); по-видимому, это был первый в истории случай полной электрификации осветительного хозяйства целого города.

Совершенно исключительный успех и громадное влияние на усиление интереса к электрическому освещению имели в этот период блестящие работы П. Н. Яблочкова (1876—1881); изобретенная им электрическая свеча дала возможность осуществить большое число установок электрического освещения в помещениях общественного пользования, на улицах столиц и больших городов, в гаванях и портах, на набережных, в парках, в театрах и т. п.

Уже давно изобретатели делали попытки создать электрическую лампу накаливания. Первые лампы были построены еще в 40-х и 50-х годах прошлого века. В третьем периоде развития электротехники был создан, наконец, ряд ламп, вполне пригодных для массового практического применения. Лампа накаливания входит в практику, революционизирует всю технику освещения, оказывает громадное влияние на развитие электротехники, выдвигает ряд новых задач, среди которых важнейшей стала задача централизованного производства электроэнергии и доставки ее потребителю в нужных количествах при помощи линий передач. В течение всего этого периода строились электростанции, создавались устройства для распределения энергии среди потребителей, находящихся в непосредственной близости от станции, а также производились опыты передачи энергии на расстояние.

Разработка проблемы передачи энергии на расстояние привела к очень острой дискуссии о роде тока. Появились два лагеря, придерживавшиеся противоположных взглядов и энергично борющиеся за свои идеи. У сторонников постоянного тока были в то время довольно сильные доводы. Постоянный ток был лучше изучен и уже довольно широко опробован. Свеча Яблочкова, для горения которой больше подходил переменный ток, на некоторое время дала пере-

вес сторонникам переменного тока. Но постепенно, с отмиранием свечи Яблочкова, первенство вновь возвращалось к постоянному току. Важным аргументом в его пользу было то, что он позволял применять, как существенный элемент системы, аккумуляторные установки; можно было ночную нагрузку переключать на аккумуляторы, отключая генераторы и экономя механическую энергию первичных двигателей. В часы пиковой нагрузки можно было подключать аккумуляторы на параллельную работу с генераторами. В то время считали, что расход угля для генерирования переменного тока почти в $2\frac{1}{2}$ раза больше, чем для постоянного тока, т. е. что переменный ток дороже. Установленная мощность электростанций переменного тока должна быть больше, чем мощность станций постоянного тока, располагающих аккумуляторной установкой. К этому следует добавить, что вначале не применяли параллельной работы генераторов переменного тока; каждый из них работал на станции на определенных потребителей. В случае недогрузки какого-либо из генераторов переменного тока его нельзя было отключить с передачей нагрузки на другой, тоже недогруженный генератор. Параллельная же работа генераторов переменного тока была введена не сразу.

Спрос на электроэнергию непрерывно возрастал, и позиции сторонников постоянного тока укреплялись. Электродвигатели постоянного тока были удобны для эксплуатации, а пригодного для практики электродвигателя однофазного переменного тока не было. Это стало одним из серьезных препятствий для распространения переменного тока. Увеличение спроса на электроэнергию и естественное стремление к ее удешевлению выдвинули проблему централизации производства электроэнергии на крупных станциях и передачи ее на расстояние к пунктам, от которых она может распределяться по потребителям, расположенным около этих пунктов. Но это было делом совершенно новым, требовавшим специальных исследований и опытов. Не предвиделось больших трудностей в сооружении электростанций, более мощных, чем уже существовавшие; но совершенно неразработанной и неясной была другая сторона проблемы — передача энергии на расстояние с минимальными потерями.

Очень скоро установили (Депре, Лачинов, 1880), что для уменьшения тепловых потерь в линии следует передавать энергию при высоком напряжении; началось

практическое опробование этой схемы на постоянном токе. Вначале стали передавать на расстояние энергию постоянным током высокого напряжения, получаемым прямо от специально сконструированных генераторов. Важной была попытка двухпроводной электропередачи на расстояние 57 км (Мисбах — Мюнхен), осуществленная М. Дебре в 1882 г. постоянным током напряжением 2 кв. Коэффициент полезного действия этой передачи был низким, но она доказала возможность передачи электрической энергии на такие расстояния, которые в то время казались громадными. Для увеличения расстояния электропередачи необходимо было применять более высокое напряжение, а это было затруднительно, так как изоляционная техника находилась тогда в начальной стадии развития и не могла обеспечить построение генераторов напряжением более 6 кв.

Эдисон и Гопкинсон предложили многопроводные системы, в которых высокое напряжение получалось путем последовательного включения генераторов обычного рабочего напряжения (100—120 в), но этот метод был целесообразен при передаче энергии на сравнительно небольшие расстояния; к тому же многопроводные системы удорожали установку.

При всех электропередачах постоянным током высокого напряжения имелось в виду заряжать на другом конце линии мощные аккумуляторные установки на подстанциях; потребители же должны были снабжаться электроэнергией постоянного тока рабочего напряжения. Решение проблемы электропередачи значительно упростилось при применении переменного тока, напряжение которого могло повышаться или понижаться посредством трансформаторов. В 1885 г. промышленный тип однофазного трансформатора был разработан венгерскими инженерами М. Дери, О. Блати и К. Циперновским и было предложено параллельное включение этих аппаратов. Благодаря этому проблема электропередачи однофазным током нашла рациональное решение. Началось строительство электропередач на однофазном токе и применение все более и более высоких напряжений. Так, в Англии в 1887 г. Ферранти организовал Дептфордскую электростанцию, с которой на расстояние около 15 км подавали ток для осветительных целей в торговую часть Лондона; здесь напряжение тока было 10 кв. Во всех случаях электропередач однофазным пере-

менным током не мог быть обеспечен электропривод, так как для этой цели однофазные электродвигатели были совершенно непригодны.

Так или иначе, но строительство центральных электрических станций в этот период началось, началась и передача электроэнергии на расстояние: электрическая энергия стала товаром.

Использование принципа обратимости электрической машины постоянного тока позволило по-новому решить проблему электродвигателя. Генераторы Грамма, Гефнер-Альтенека (известные под названием «машин Сименса») и др., запущенные в двигательном режиме, могли вполне обеспечить нужды электропривода. Применение электрической энергии для целей промышленного привода началось, но на базе постоянного тока. Хотя в это время уже были осознаны громадные преимущества электрического промышленного привода, развивается он еще медленно. Причина этого кроется в противоречии между достоинствами однофазного переменного тока для передачи энергии на расстояние и полной его непригодностью для целей привода.

Много попыток предпринималось для создания электрифицированного транспорта; с 1879 г. эти работы имели уже систематический характер, и с начала 80-х годов вводятся в действие как линии городских электрических дорог (трамваев), так и первые линии электрического железнодорожного транспорта.

Изобретается электрическая сварка разных видов, в первую очередь дуговая, и с успехом внедряется в практику; строятся электрические печи, электрические подъемники и транспортирующие устройства; электричество начинает широко внедряться в электрохимическую технологию (электролизеры и другие аппараты).

Достижения электротехники с большим успехом демонстрировались на международных и национальных выставках. В то время как на Лондонской выставке 1851 г. электротехника была представлена почти исключительно настольными или громоздкими магнитоэлектрическими машинами, гальванопластическим оборудованием и телеграфными аппаратами, на Парижской международной выставке 1878 г. с блеском были показаны достижения электромашиностроения и электрического освещения свечами Яблочкова. Эта выставка убедительно продемонстрировала,

что посредством электрического тока можно создавать многое, чего нельзя осуществить известными ранее средствами и методами. Впервые на этой выставке был показан телефон Белла.

Через два года в Петербурге была открыта Всероссийская электротехническая выставка. Уже самый факт организации специализированной электротехнической выставки явился свидетельством того, что электротехника выросла и заняла важное место. Организация первой такой выставки именно в Петербурге для демонстрации русских изобретений доказывает значительные успехи русских электротехников к концу 70-х годов прошлого века.

Через год, в 1881 г., в Париже была организована первая Международная выставка электричества и одновременно с ней — первый Всемирный конгресс электриков. Еще в 1878 г. на Парижской выставке с огромным успехом были показаны изобретения П. Н. Яблочкова; «русский свет» был «гвоздем» выставки. На выставке 1881 г. среди других электротехнических изобретений с не меньшим блеском было показано в действии одно из самых замечательных изобретений Эдисона — лампа накаливания и система освещения. Впечатление от Парижской выставки 1881 г. было грандиозным. Новый способ электрического освещения превзошел все ожидания. Экспонаты, относящиеся к освещению, привлекали наибольшее внимание посетителей и обеспечили внешний эффект и общий успех выставки. Вместе с тем громадное впечатление произвели и другие экспонаты, свидетельствовавшие о том большом рывке вперед, который совершился в электромашиностроении, построении аппаратов и приборов как для целей проводной связи, так и для других применений электричества.

Из работ Конгресса электриков следует отметить решения, связанные с установлением международной системы электрических единиц. Начало абсолютной электромагнитной системы единиц было положено на заседаниях специальной секции конгресса; были установлены такие единицы, как ом, вольт, ампер и кулон, и отсюда ведет свое начало электротехническая метрология, совершенствование и развитие которой продолжается вплоть до наших дней.

Бурное развитие электротехники в 80-х годах прошлого века вызывало необходимость частого и широкого показа достижений и обмена опытом. Лучшим средством для этого были выставки. Вслед за Парижской выставкой 1881 г.

последовали выставки в Мюнхене и Лондоне (в Хрустальном дворце) в 1882 г., в Вене в 1883 г., в Филадельфии в 1884 г. Наконец, в 1889 г. в Париже вновь была организована выставка электричества, на которой были блестяще представлены достижения в области электрической связи, освещения, электропривода, электрической тяги, электротермии и т. п. Здесь снова ярко блеснул Эдисон своими многочисленными новыми изобретениями или усовершенствованиями прежних конструкций (например, фонографа). Одновременно с выставкой происходил Конгресс электриков, продвинувший вперед вопрос об электрических единицах и эталонах.

В этом периоде имелись большие достижения и в научной области. Максвелл, исходя из богатого экспериментального материала, полученного Фарадеем, создал обобщающую теорию электричества и магнетизма (1873). Герц, руководствуясь выводами из теории Максвелла, открыл новое явление — электрические волны и, указав их свойства, подготовил почву для радиотелеграфии. Трудями Столетова, Гопкинсона и Юинга были изучены магнитные свойства стали и процесс намагничивания. Юз, Прис и Томпсон положили начало теории телефонной передачи. Опытами Феррариса (1885) было открыто вращающееся магнитное поле; начались работы по многофазным токам.

На фоне успехов электротехники в третьем периоде ее развития особенно ярко выделялась одна проблема, не решенная тогда, несмотря на то, что было проведено большое число опытов. Эта проблема — такая передача энергии на расстояние (разумеется, с минимальными потерями), которая обеспечивала бы большинство основных приемников энергии. Постоянный ток, который не может трансформироваться, не давал возможности при тогдашнем уровне развития техники передавать электроэнергию на значительные расстояния. Даже если бы удалось осуществить такую электропередачу на постоянном токе, то возникли бы тогда трудности в использовании переданной энергии высокого напряжения. Таким образом, это направление в решении задачи передачи на расстояние энергии, выработанной на электростанциях в порядке централизованного ее производства, не было перспективным. Однофазный ток трансформируется, так что исчезает необходимость генерирования тока высокого напряжения, потому что эту функцию может выполнить трансформатор. Однако

однофазный переменный ток пригоден не для всех приемников: он вполне может применяться для питания ламп накаливания и некоторых типов дуговых ламп, но промышленный электропривод не мог быть осуществлен на однофазном токе вследствие невозможности прямого запуска электродвигателей этого типа. Создался своеобразный кризис. Чтобы обеспечить возраставший спрос на электроэнергию, нужно было строить все более и более мощные электростанции и они должны были обслуживать большие районы и по крайней мере двух юсных потребителей — освещение и электропривод. Этот кризис нашел разрешение в связи с открытием явления вращающегося магнитного поля (Феррарис, 1885) и созданием на основе этого явления систем многофазных токов: двухфазной (Н. Тесла) и трехфазной (Доливо-Добровольский).

К концу третьего периода, т. е. к 1891 г., были разработаны и по частям опробованы основные элементы трехфазной системы: генераторы, трансформаторы, электродвигатели, изоляторы, фазометры, измерительные приборы. Электропередача Лауффен — Франкфурт на расстояние 175 км показала явные преимущества трехфазного тока перед постоянным и однофазным переменным током. Трехфазный ток трансформировался, а электродвигатели для этого тока обладали хорошими пусковыми свойствами, допускали возможность перегрузки и полностью обеспечивали потребности электрического привода.

При закрытии Парижской выставки и Конгресса электриков 1881 г. академик Дюма произнес вешние слова: «начинается век электричества». Разработка системы трехфазного тока обеспечила реальную возможность развития этого нового этапа в энергетике.

Четвертый период развития электротехники начался с Лауффен-Франкфуртской передачи 1891 г. и продолжается в наше время. Он характеризуется огромным ростом производства электроэнергии на мощных тепловых и гидравлических, а позднее и на атомных электростанциях, широкой электрификацией промышленности, транспорта, быта и сельского хозяйства, совершенствованием всех тех методов превращения одного вида энергии в другой, в которых, как важный промежуточный фактор, участвует электричество. В этот период зародились и необыкновенно развились радиотехника и электроника. Электричество вторглось в технологию и стало важным производственным фактором.

Мы являемся современниками создания замечательных устройств автоматики, телемеханики, кибернетической аппаратуры и пр. Все это широко известно, и поэтому нет необходимости характеризовать современные достижения электротехники.

Какое место в истории электротехники принадлежит Т. А. Эдисону? С телеграфом Эдисон сталкивался, как известно из его биографии, еще в юношеском возрасте. Вначале он пользовался телеграфом, чтобы получать информацию для поездной газеты, которую он составлял и печатал. На 16-м году жизни Эдисон начал обучаться телеграфии на станции Маунт-Клеменс (1862). Он вскоре стал телеграфистом высокой квалификации, своего рода рекордсменом в передаче и приеме депеш. В течение нескольких лет Эдисон работал «бродячим телеграфистом» (1863—1868). Телеграфная сеть на континентах была уже очень густой, в разгаре находились работы по созданию межконтинентальной телеграфной связи, в первую очередь между Европой и Америкой. Это было начало большого подъема электротехники, имевшего уже ряд предпосылок для успехов. Электричество стало магической силой, которая притягивала передовую молодежь, ищущую нового, неизведанного, таинственного, обещающего. Эдисону было тогда всего 20 лет, и его также захватило массовое увлечение электричеством, распространившееся среди молодых людей того времени.

Если проанализировать данные о годах рождения лиц, посвятивших себя работе в области электричества и прославившихся открытиями и изобретениями в последней трети XIX в., то окажется, что почти все они были ровесниками Эдисона; большинство из них родилось в 40-х годах прошлого века¹¹. Поэтому нельзя удивляться тому, что именно электротехника увлекла молодого Эдисона и заставила его отдать все свои силы и интересы электричеству.

Нечто аналогичное мы наблюдаем сейчас. Прогрессивные методы техники нашего времени базируются на широком применении электричества, электроники, радиотехники, вычислительных машин, кибернетических устройств, новых синтетических материалов и т. п. Куда стремится в настоящее время наиболее талантливая часть молодежи? Именно в те школы, где изучается эта новая техника, где можно получить физические, химические и математические знания, необходимые для того, чтобы стать специалистами

в новых отраслях техники, революционно изменяющих многие стороны производства и в громадной степени способствующих росту производительных сил общества.

Придя в электротехнику, Эдисон, естественно, должен был прежде всего заняться наиболее актуальными для своего времени вопросами. Только одно направление могло быть им избрано: это телеграфия. Вопросы телеграфии привлекали тогда наиболее серьезное внимание. В этой области Эдисон уже обладал большими практическими навыками; еще многое нужно было ему узнать из теории, но он уже мог начать плодотворную практическую деятельность и несомненно мог надеяться на известный успех.

Так в действительности и произошло: первые работы Эдисона относились к использованию методов телеграфии для построения разных аппаратов (счетчик голосов, указатель биржевых курсов), а также к непосредственному усовершенствованию телеграфа (автоматическая и многократная телеграфия). Проблема передачи звуков и речи на расстояние была в это время актуальной, и Эдисон работает над конструкцией такого рода аппаратуры. Появление в 1876 г. электромагнитного телефона, обладавшего еще многими недостатками, побудило его заняться усовершенствованием этого полезного, но еще мало пригодного для практики аппарата. Изобретение Эдисоном в 1877 г. угольного передатчика (микрофона) явилось его большим успехом и важным шагом к достижению надежности, четкости и точности телефонной передачи. Попутно Эдисон пришел к идее звукозаписи и звуковоспроизведения и изобрел фонограф, который он считал своим любимым изобретением, усовершенствованию которого он посвятил немало труда в последующую четверть века.

Успехи электрического освещения посредством дуговых ламп и особенно электрических свечей Яблочкова показали Эдисону, что это — существенно важная проблема, успешное разрешение которой не будет ограничено только сферой электрических источников света, а внесет коренные изменения во всю электротехнику; предназначенное для массового потребления, электрическое освещение и связанные с ним отрасли электротехники станут широким полем для научной, технической и коммерческой деятельности. Начинается период, когда Эдисон, оставив другие вопросы, целиком посвящает себя разработке ламп накаливания и системы электрического освещения. В этом направлении

он добился выдающихся успехов и больших материальных выгод, которыми, кстати, не сопровождались успехи его предшественников.

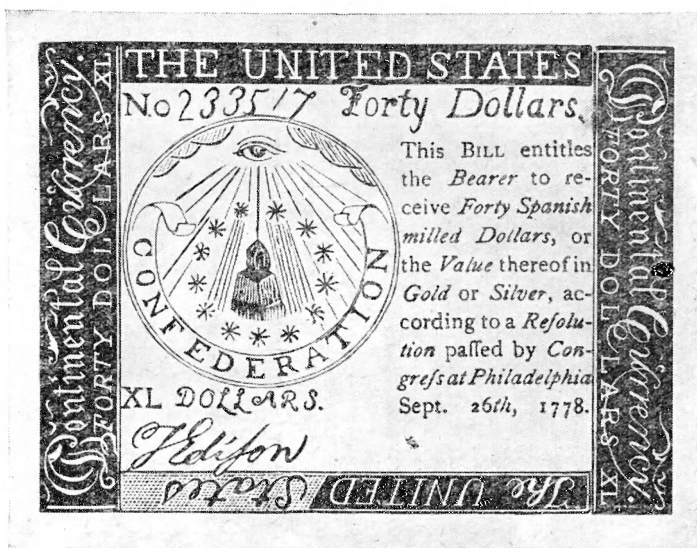
В течение 1882—1887 гг. Эдисон был поглощен в основном работами по расширению электрического освещения; он организовал нужные для этого производственные предприятия, электростанции, монтажные и коммерческие конторы; его компании охватывали не только американский, но и европейский рынок. Он становится ведущей фигурой во всей электроэнергетике и электропромышленности. Понимая важность электрификации железных дорог, Эдисон разрабатывает проблему электровоза, организует опытную электрическую железную дорогу. Видя проникновение электричества в технологию и новые возможности в этой области, Эдисон разрабатывает методы магнитного обогащения руд. Он занимается опытами воспроизведения движущихся фигур и предметов, в котором существенную роль играло электричество. Наконец, уже в нашем столетии Эдисон изобретает новый источник энергии — щелочной аккумулятор и почти 10 лет (1900—1909) занимается его усовершенствованием и применением в автомобильном деле, в подземном рудничном освещении и других областях. Эдисон был одним из организаторов электропромышленности в США; на базе его изобретений и патентов, используя богатый технический и производственный опыт его сотрудников, был создан крупнейший мировой электротехнический концерн — «General Electric Company».

Когда Эдисон родился, большие пространства в стране были еще слабо колонизованы; еще не существовало железной дороги между такими относительно близко расположенными крупнейшими городами, как Нью-Йорк и Чикаго; всего несколько лет прошло с момента передачи в Америке первых телеграмм по системе Морзе; за 16 лет до рождения Эдисона было открыто явление электромагнитной индукции и построен предок электромашинных генераторов — диск Фарадея. Вскоре после окончания в США гражданской войны (1861—1865) Эдисон выступил со своими первыми изобретениями. В 70-х годах, когда в Европе электричество уже использовалось в промышленности, на транспорте и пр., а особенно для освещения, в США применение электричества находилось еще в зачаточном состоянии. В Европе строились хорошие электрические машины и аппараты, — в США вплоть до 1878 г.

об этом еще мало знали. На фоне такого отставания американской электротехники инициатива Эдисона, широкий диапазон его деятельности и его выдающиеся успехи представляются еще более значительными. Эдисон стал ведущей фигурой в американской электроэнергетике и электропромышленности. Он был в центре внимания всего мира как деятель, трудами которого были созданы целые отрасли промышленности. Поэтому понятно, что Эдисон был известен всему миру. И в наше время весь мир почитает его как выдающегося деятеля техники.

Биографический очерк

Эдисон был голландского происхождения; предки его были зажиточными мельниками, и его родословная в Голландии может быть прослежена до конца XVII века. Около 1730 г. несколько человек из этой большой семьи эмигрировали в Новый Свет, высадились в Порт-Элизабет и стали одними из ранних поселенцев на еще слабо колонизованной территории. Позднее они продвинулись в глубь страны и обосновались в поселении Колдуэлл (штат Нью Джерси). Это были крепкие и выносливые люди; в новых условиях они вскоре зажили нормальной трудовой жизнью. В период американской революции один из предков изобретателя, Томас Эдисон, принимал участие в государственных делах; он был «патриотом», т. е. ярым сторонником скорейшего выхода из-под власти английской короны и получения независимости. Он стал видным деятелем в области государственных финансов, и его подпись есть на многих банкнотах, выпущенных Конфедерацией для внутреннего обращения. Другой представитель семьи Эдисонов, Джон, принадлежал в то время к партии «легитимистов», т. е. верноподданных метрополии. Он принял участие в походах на стороне английских войск, попал в плен к патриотам и только благодаря заступничеству Томаса Эдисона и родных своей жены Сарры Огден ему удалось избежать тяжелой кары. Он лишился всего имущества, должен был покинуть пределы Штатов и переселился в Канаду. Это был прадед изобретателя.



Кредитный билет США 1778 г. с подписью Томаса Эдисона, предка изобретателя

Постепенно налаживалось хозяйство Джона Эдисона. Семья разрасталась. Один из сыновей Джона Эдисона, Сэмюэл старший (1767—1865), дед изобретателя, был главной опорой в отцовском хозяйстве. Он был дважды женат и имел 13 детей.

Около 1811 г. вся большая семья Эдисонов переселилась в Канаду, в живописные, но необжитые места в округе Бейфильд (ныне штат Онтарио). Им как легитимистам английское правительство предоставило большой земельный участок на северном берегу озера Эри, где возникло селение под названием Вена. Лесистая местность, где поселились Эдисоны, вскоре стала одним из важных центров канадской лесной промышленности. Отсюда лес вывозили в Англию, которая потребляла большое количество канадского леса для корабельного и строительного дела.

Сэмюэл Эдисон младший, отец изобретателя, родился в 1804 г.; в 1828 г. он женился на Ненси Эллиот (1810—1871), дочери протестантского священника, учительнице школы в поселке Вена. Еще до женитьбы он открыл там



Родители изобретателя: Сэмюэл Эдисон младший и Ненси Эллиот Эдисон

гостиницу. Родились и подрастали дети — три дочери и четыре сына, из которых самым младшим был Томас Альва. Спокойная жизнь семьи нарушилась политическими событиями: в 1837 г. в Канаде произошло восстание против единоличного управления английским генерал-губернатором, вызванное стремлением буржуазии к конституционному парламентскому строю. К восставшим, действовавшим под руководством Уильяма Лайона Маккензи, примкнул и Сэмюэл Эдисон младший. Его дом в Вене был штаб-квартирой восставших. Однако восстание было подавлено, участникам его грозили тяжелые репрессии. Многие из них, в том числе Сэмюэл Эдисон младший, бежали в Соединенные Штаты, временно оставив свои семьи в Канаде.

Через некоторое время Сэмюэл Эдисон младший обосновался в городке Майлене (штаб Охайо), недалеко от впадения реки Херон в озеро Эри. Река была судоходной не на всем протяжении, но посредством канала она была соединена с пристанью Леквуд. Так была создана водная артерия, удобная для транспортировки зерна из сельскохозяйственных районов страны на восток. Майлен был важным пунктом разгрузки зерна; здесь были построены крупные амбары-зернохранилища, и городок тогда переживал период развития и большого подъема деловой активности.



Дом в Майлене, в котором родился Т. А. Эдисон

В 1839 г., благодаря помощи известного капитана и судовладельца на Великих Озерах Альвы Бредли, Ненси Эллиот Эдисон с детьми переехала в Майлен. Сэмюэл Эдисон торговал зерном и, кроме того, открыл предприятие по выработке кровельного гонга; его продукция отличалась высоким качеством, и спрос на нее возрастал. Эдисон в этой области сделал большие успехи и стал зажиточным человеком. Он был свидетелем славы и почета, которыми была овеяна жизнь его младшего сына, выдающегося изобретателя, и умер в 1896 г. в преклонном возрасте, как и его прямые предки.

Томас Альва Эдисон родился в Майлене 11 февраля 1847 г. Семейное предание следующим образом объясняет двойное имя новорожденного. В день рождения младенца в Майлен приехал старший брат Сэмюэла Эдисона — Томас. В честь гостя новорожденному было дано его имя.

Желая выразить уважение капитану Альве Бредли, который помог семье Эдисонов собраться в Майлене, новорожденному дали второе имя — Альва.

Вскоре Эдисоны принуждены были уехать из Майлена. Прокладка железной дороги привела к упадку транспорта по реке и каналам, и Майлен потерял свое былое значение как центр торговли зерном; деловая жизнь замерла. В 1854 г. семья переехала в г. Порт-Херон, где Сэмюэл Эдисон открыл торговлю зерном и лесом.

Детство Эдисона протекало так же, как у его сверстников, беззаботно, в забавах. Томас Альва был ребенком очень слабым, но любознательным и предприимчивым. Мальчишки любили играть на пристани около громадных амбаров в Порт-Хероне и нередко по неосторожности падали в канал; их спасал обычно какой-нибудь случайный прохожий. Не избежал этого и Эдисон. Он был очень наблюдателен; с детства он любил рисовать и рисовал недурно. Можно думать, что в детстве он был не по годам смелым и недостаточно осмотрительным. Но неудачи, которые приключались с ним в раннем возрасте, научали его осторожности и вдумчивости. Неосторожно обращаясь с огнем, он нечаянно поджег отцовский амбар и был публично высечен на городской площади. Его сильно искусал рой пчел и чуть не до смерти забодал баран. Он лишился кончика пальца, укорачивая топором ремешок. Он производил далеко не безопасные химические опыты, которые лишь случайно не окончились трагически. Таким образом, Эдисон с ранних лет сталкивался с «практикой» и накапливал опыт, нередко печальный, но в высшей степени полезный для его развития.

Чем старше становился Томас Альва, тем больше увлекали его различные опыты и все меньше — игры и забавы. Интересно привести отзыв его отца, высказанный уже в то время, когда Эдисон стал известным изобретателем: «У Томаса Альвы Эдисона не было детства; его ранними забавами были паровые двигатели и механические силы». Даже если эта характеристика сгущает краски, то общая направленность интересов мальчика показана здесь с полной определенностью.

Как уже говорилось, семья Эдисонов была достаточно зажиточной, и Томас Альва в детстве не испытывал ни в чем недостатка. Чем же объяснить тот общеизвестный факт, что он в сравнительно раннем возрасте стал зарабо-

тывать деньги? По-видимому, правы некоторые его биографы, утверждавшие, что юный Эдисон, интересовавшийся различными опытами, не мог обзаводиться нужными приспособлениями и материалами на те небольшие карманные деньги, которые давали ему родители, и это побуждало его обращаться к заработкам. Возможно, что к таким серьезным развлечениям мальчика родители относились не слишком сочувственно.

Школьные годы Эдисона были весьма непродолжительны. Всего несколько месяцев он посещал школу и так надоел учителя своими бесчисленными и разнообразными вопросами, не проявляя при этом особого усердия в учебных занятиях, что был признан ограниченным и неспособным. Так и закончились его школьные годы, вернее, школьные месяцы. После этого его обучением занялась мать, очень образованная женщина, педагог по профессии. Благодаря ее терпению и ласковому обращению Эдисон научился грамоте и счету. У него выработался четкий красивый почерк, развилась привычка вести очень аккуратные записи. Этим, в сущности говоря, и ограничилось его «систематическое» образование. Впоследствии, за конструкторской работой, ему часто приходилось ощущать пробелы в своем образовании и на ходу их восполнять. В его дальнейшей работе изобретателя ему необходимы были теоретические знания в области физики, химии, математики, электротехники и пр. Недостаточность их не могла не создавать ему лишние трудности в работе. В тех случаях, когда ему нужно было глубже и полнее ознакомиться с каким-либо вопросом, он принимался за его изучение, устраняя таким образом пробелы в своем образовании.

С двенадцатилетнего возраста Эдисон стал самостоятельно зарабатывать. Вначале он продавал газеты, журналы, сладости и фрукты в поезде, курсировавшем между Порт-Хероном и Детройтом. Родители не препятствовали ему заниматься этим и давали мальчику полную возможность следовать своим наклонностям. Вскоре он начал издавать первую в мире газету, печатавшуюся в поезде во время движения. Это был еженедельный листок, называвшийся «Grand Trunk Herald», размером 12 × 16 дюймов. На промежуточных станциях юные «собственные корреспонденты» доставляли ему местные новости; некоторую информацию он получал от станционных телеграфистов. Здесь он, в таком раннем возрасте, впервые столк-

нулся с телеграфом и оценил его огромные достоинства и возможности.

Так мальчик Эдисон стал автором корреспонденций, редактором, наборщиком, корректором, печатником и продавцом газет. Комплект этого редкого издания не сохранился. Один номер газеты, как уникам, хранился у супруги изобретателя, и его показывали посетителям. Тираж газеты доходил до нескольких сот экземпляров. Эта газета была не только информационным листком о местных новостях и о наиболее интересных мировых событиях (это было накануне гражданской войны, разразившейся в Соединенных Штатах в 1861 г.). Эдисон помещал в своей газете также различные сведения по технике, которые он брал из книг, и информацию о разных технических и научных новинках. Так, например, в связи с тем, что отмечались заслуги английского инженера Роберта Стефенсона, строителя большого моста через реку Святого Лаврентия в Канаде около Монреаля, Эдисон посвятил отдельный выпуск газеты заслугам этого выдающегося конструктора и строителя.

Одновременно со своей издательской деятельностью Эдисон продолжал и коммерцию. Проработав некоторое время на железной дороге, Эдисон открыл в Порт-Хероне два ларька: один для продажи газет и других изданий, второй — для продажи овощей, ягод, масла и т. п. Когда началась гражданская война, Эдисон ликвидировал второй ларек, так как спрос на газеты возрос и в связи с этим заработки Эдисона значительно увеличились.

Эдисон никогда впоследствии не занимался ни литературной, ни издательской деятельностью. Поэтому его газетную работу следует оценивать как проявление уже в ранние годы жизни инициативности и желания ставить дело на практическую почву, хорошо продумав его организацию и руководствуясь здравым коммерческим расчетом. Пожалуй, гораздо более важным следствием этого периода его жизни было то, что он познакомился с телеграфом и заинтересовался электричеством и электротехникой.

Эдисон неоднократно называл себя химиком и указывал, что его всегда больше всего интересовала химия. Совершая поездки в багажном вагоне, где находилась его «типография», Эдисон занимался там и различными химическими опытами. Однажды из-за воспламенения фосфора в вагоне возник пожар, который был потушен кондуктором.

На ближайшей станции все лабораторное имущество Эдисона было вышвырнуто из наполненного дымом вагона; вслед за имуществом был выброшен из вагона и сам экспериментатор. Это был самый печальный момент в юности Эдисона. До конца своей жизни он не мог забыть неприятностей, связанных с этим эпизодом. Много лет спустя он говорил: «Уж каких только злоключений я не переживал, начиная от ранней юности и до глубокой старости, но никогда не был в таком отчаянии, как тогда, когда лишился своей первой лаборатории».

Жестокость кондуктора, который после возникновения пожара выбросил Эдисона из вагона, имела тяжелое последствие: Эдисон потерял слух и на всю жизнь остался глухим. Это, конечно, затрудняло общение с ним. Но Эдисон неоднократно указывал, что с течением времени он сжился с этим недостатком и нередко чувствовал, что глухота давала ему известные преимущества: она оберегала его от излишка внешних впечатлений, помогала углубляться в работу, как бы изолируя его от окружающей обстановки. Возможно, что над усовершенствованием телефона и акустических приборов Эдисон работал особенно интенсивно, понимая, какое значение они могут иметь для людей со слабым слухом.

После этого неприятного, но сравнительно благополучно окончившегося случая, юный Эдисон мало занимался химическими опытами. Вскоре он прекратил издание газеты, обучился телеграфному делу и стал работать телеграфистом. Он недолго оставался на каждом месте; в списке его работ на телеграфе значатся Стретфорд (Канада), Порт-Херон, Индианаполис, Новый Орлеан, Луисвиль, Мемфис и многие другие города Соединенных Штатов. Он был, в сущности говоря, бродячим телеграфистом; мастерство передачи приема по азбуке Морзе он довел до настоящей виртуозности. Его заработки были невелики, но все же, отказывая себе во многом необходимом, он расходовал заметную их часть на электротехнические опыты. Эдисон обращал очень мало внимания на жизненные удобства: самым главным для него все больше и больше становились исследования и опыты с электричеством, попытки создавать разные приборы и аппараты.

Пять лет продолжалась эта скитальческая жизнь Эдисона. В 1868 г. он переехал в Бостон, где стал устраиваться на работу в качестве электротехника в какое-либо теле-

графное предприятие. Его карьера как телеграфиста-оператора навсегда закончилась. Но многие телеграфисты, его современники и сослуживцы, до конца своей жизни оставались скитальцами; к их числу принадлежал Мильтон Адамс, с которым Эдисон работал в Цинциннати в 1865 г. Оказалось, что Адамс находился в Бостоне, когда Эдисон приехал туда. Среди прежних работников телеграфа в Цинциннати был и Джордж Кеннан, родившийся в Норуоке (штат Охайо), находившемся в четырех милях от Майлена. Кеннан работал в Цинциннати еще до поступления туда Эдисона. В 1864 г. он был командирован в Сибирь, где руководил работами по постройке телеграфной линии Русско-Американской компании. Кеннан был выдающимся путешественником; в 1864—1868 и 1885—1886 гг. он изучал Сибирь. Его книга «Сибирь и ссылка», опубликованная в 1891 г., была очень популярна, но долгое время была запрещена в России, так как в ней весьма объективно и с большим сочувствием описывались тяжелые условия сибирской политической ссылки.

Благодаря содействию Адамса Эдисона допустили к испытанию для поступления в число сотрудников компании «Western Union», которой принадлежало крупнейшее телеграфное дело в США. Внешний вид Эдисона, никогда не обращавшего внимания на одежду и только что приехавшего из провинции, был таков, что все участвовавшие или присутствовавшие при испытании Эдисона заранее ожидали его шумного провала, тем более что на другой конец линии был посажен один из самых опытных операторов компании. Но Эдисон превзошел его по качеству приема и передачи и был принят на работу.

Начался период оседлой жизни Эдисона. Все свободное от работы время Эдисон проводил за опытами в каморке, в которой они жили вместе с Адамсом. Он приобрел труды М. Фарадея и стал их внимательно изучать. Работы этого гениального ученого, одного из основоположников науки об электричестве, очень нравились Эдисону ясностью изложения и отсутствием математических выкладок, мало доступных для человека с такой слабой теоретической подготовкой, как у Эдисона. Изучение трудов Фарадея, знакомство с его опытами и суждениями имели громадное значение для Эдисона. Одна за другой возникали у него идеи использования электричества для различных практических целей. Он начал остро ощущать необходимость заняться

созданием некоторых конструкций. Организовать собственную мастерскую для ведения конструкторских работ Эдисон не мог — у него не было ни средств, ни места, где она могла быть устроена.

Бостонские электрики в это время составляли уже довольно большую группу; они встречались, делились своими сомнениями и опытом, а иногда оказывали друг другу и реальную помощь. Вскоре Эдисону удалось получить разрешение видного бостонского электротехника Чарлза Уильямса работать в его мастерской над своими конструкциями. С конца 1868 г. Эдисон стал регулярно проводить все свое свободное время в мастерской Уильямса. Этот год и можно считать датой рождения Эдисона-изобретателя. Всю свою жизнь он был целиком поглощен своими техническими идеями и их реализацией в виде разработанных и пригодных для использования конструкций. Личные и семейные дела всегда отступали у него на второй план.

Жизнь и деятельность Т. А. Эдисона можно разделить на три периода. Каждому из них свойственны определенные черты и особенности. Первый период охватывает время от начала изобретательской деятельности (1868) до создания им лабораторий и мастерских в Менло-Парке (1876). Второй период (1876—1887) — это период работ в Менло-Парке, когда им были сделаны важнейшие изобретения, за которые широкие круги общества, ученые и техники прозвали Эдисона «чародеем из Менло-Парка». Здесь начались и развернулись его работы на новых принципах и методах. С 1887 по 1931 г. — самый длительный период — работы Эдисона протекали в созданном им центре индустриализированного изобретательского труда в г. Вест Орендже (штат Нью Джерси).

Первый период деятельности Т. А. Эдисона был временем пробы сил, накопления опыта, подготовки к организации изобретательской работы в широких масштабах. Служба на телеграфе позволила Эдисону практически изучить эту область, освоить работу телеграфиста и приобрести славу виртуозного оператора и выдающегося знатока телеграфной службы. Все его изобретения этого времени по своим принципам были близки к телеграфии. В 1868 г. он работает в Бостоне, а в 1869 г. переезжает в Нью-Йорк. У него в это время уже был патент на первое изобретение — электрический счетчик голосов при баллотировках, позволявший значительно ускорить процедуру голосова-

ния и дававший в любой момент при голосовании совершенно точный подсчет голосов «за» и «против». Эдисон предложил этот прибор конгрессу США, но его предложение было отклонено как ненужное. Несмотря на то, что его первое запатентованное изобретение не нашло применения и не принесло ему никаких выгод, Эдисон твердо решил продолжать изобретательскую деятельность, но лишь в тех областях, полезность которых будет представляться ему совершенно бесспорной.

В Нью-Йорке Эдисону удалось применить свои знания в области телеграфии при ремонте прибора для указания биржевых курсов на золото, оказавшегося поврежденным в тяжелый момент биржевой паники («черная пятница» — 24 сентября 1869 г.). После успешного выполнения этой задачи Эдисону была предложена постоянная работа в «Laws Gold Reporting Telegraph Company», так как он спас эту фирму от краха в критический момент.

Остаться рядовым электротехником Эдисону не хотелось. Стремясь к самостоятельности и независимости, он лелеял мысль организовать какое-либо собственное предприятие. В свободное время он занимался усовершенствованием прибора для указания биржевых курсов; ему удалось превратить его в печатающий прибор («биржевой тиккер»). Компания Лоуса была поглощена конкурирующей корпорацией «Gold and Stock Telegraph Company». Руководитель этой фирмы М. Леффертс приобрел у Эдисона за значительную сумму (40 тыс. долларов) исключительное право на эксплуатацию этого изобретения и некоторых других, в частности прибора, при помощи которого из одного центра можно было переводить показания всех передатчиков на нуль, что было важно для проверки правильности работы аппаратов. Эта сделка дала Эдисону возможность заняться некоторыми новыми изобретениями. Для производства изобретенных приборов Эдисон организует техническое и консультационное бюро по электричеству (совместно с Франклином Леонардом Попом и Дж. Эшли — издателем журнала «The Telegraph»). Деньги, полученные за биржевой тиккер, дали возможность приобрести некоторое машинное оборудование для производства. Возможность получения заказов побудила Эдисона организовать собственную мастерскую, которую он и открыл в г. Ньюарке (штат Нью Джерси). Заказов действительно стало поступать очень много, и штат мастерской вырос до

150 человек. Среди сотрудников Эдисона появляются талантливые механики Джон Крюзи, Зигмунд Бергман, Зигмунд Шуккерт, Джон Отт.

По предложению американской Компании автоматического телеграфа Эдисон занялся усовершенствованием автоматической системы англичанина Джона Литтля, позволявшей значительно уплотнить телеграфные передачи и повысить занятость линии. Эдисон полностью переработал эту систему, довел ее до возможности получения текста в виде записи буквами алфавита и сделал пригодной для коммерческой эксплуатации. В США эта система не получила распространения; поэтому Эдисон ездил в Англию (1873) для демонстрации этой системы в усовершенствованном виде. Опыты прошли успешно, но материальных выгод из этого изобретения Эдисон также не извлек.

В процессе работы над усовершенствованием системы Литтля Эдисону потребовалось найти более прочную бумагу для записывающей аппаратуры и для передачи и приема передаваемых текстов. Бумажная лента в этой системе должна была перемещаться с большой скоростью. Эдисон произвел много различных опытов с разными сортами бумаги и пробовал применять различные способы ее обработки. Поиски привели к применению парафинированной бумаги. В этих опытах участвовало несколько сотрудников, в том числе Мери Стиллвелл — его будущая жена.

Смерть матери Эдисона в апреле 1871 г. заставила отложить свадьбу; бракосочетание состоялось в рождественские дни 1871 г.

Эдисоны поселились в отдельном доме; с ними жила Алиса, младшая сестра Мери. В 1873 г. у них родилась дочь, которую назвали Мери Эстелла в честь старшей сестры Т. А. Эдисона, затем два сына — Томас Альва младший (1876—1936) и Уильям Лесли (1878—1941). Привязанность Эдисона к телеграфии выразилась, между прочим, в том, что дома двух старших детей называли не по именам, а по прозвищам, придуманным Т. А. Эдисоном: дочь называли Dot («точка»), а Томаса Альву младшего — Dash («тире»).

Женитьба не внесла заметных изменений в распорядок жизни Эдисона. По-прежнему он проводил много времени в мастерских; иногда он бывал настолько увлечен работой что жил там целыми сутками, тут же спал и питался. Правда, Эдисон вообще спал очень мало: в старости он

вспоминал, что в периоды наиболее активной работы он спал не более $4\frac{1}{2}$ часов в сутки, ночевал в мастерской или лаборатории не раздеваясь.

Парафинированная бумага Эдисона получила затем распространение для упаковки конфет; для производства этой бумаги Эдисон изобрел специальную машину.

В процессе работы по изготовлению парафинированной бумаги Эдисон подметил, что она дает возможность создать способ размножения писем, циркуляров и т. п. Для этого нужно было построить такой прибор, который делал бы на парафинированной бумаге проколы, воспроизводящие очертания букв. Таким образом можно было получить парафинированный трафарет; если подложить под него обыкновенную бумагу и проводить по трафарету валиком, смоченным специальными чернилами, то на бумаге появится отпечаток текста. Эдисон изобрел для проколов «электрическое перо» и изготовил специальные чернила. Так появился мимеограф — множительный аппарат Эдисона, проданный им Дикю в Чикаго для коммерческой эксплуатации (1875). Этот способ позднее с некоторыми модификациями получил распространение во всех странах мира.

В эти годы Эдисон занимался также усовершенствованием пишущей машинки, которой он придал удобную для практики конструкцию с открытым шрифтом.

В этом же периоде деятельности Эдисона был сконструирован электромотограф — прибор, действующий на способности некоторых солей изменять свои свойства под влиянием электрического тока. При помощи такого аппарата (см. главу III) удалось создать телеграфную систему, для которой оказалось совершенно лишним электромагнитное реле. При помощи электромотографа (обыкновенного или поляризованного) можно автоматически повторять или передавать в другую цепь депеши с большой скоростью. К прибору может быть присоединен самописец, который будет переносить чернилами текст на бумажную ленту. Окончательная доработка конструкции электромотографа была произведена в Менло-Парке, где была устроена соответствующая демонстрационная установка. Разновидность этого прибора под названием «мотограф» нашла применение в телефонии.

В 1874 г. Эдисон получил телеграмму от профессора Баркера с просьбой демонстрировать электромотограф перед Национальной Академией наук на ее сессии в Фила-



Общий вид Менло-Парка зимой

дельфии. 8 сентября Эдисон сделал на сессии сообщение о приборе и продемонстрировал его работу. Это изобретение было продано и принесло Эдисону 100 тыс. долларов, которые он получал по частям в течение 17 лет; позднее такую же сумму он получил за устройство, представлявшее сочетание электромотографа с телефонным микрофоном. Электромотограф был экспонирован на Филадельфийской выставке летом 1874 г. и привлекал большое внимание посетителей.

Самыми значительными работами Эдисона в период, предшествовавший переезду в Менло-Парк, были работы по телефонии и многократной одновременной телеграфии. В 1874 г. Илайша Грей построил гармонический телефон, и это навело Эдисона на мысль заняться телефонией. Это было реализовано им уже в Менло-Парке. Системами многократной телеграфии — дуплексной и квадруплексной Эдисон занялся еще в 1873 г. и успешно завершил их до переезда в Менло-Парк; они были экономически очень выгодны и вскоре стали практически применяться. При дуплексной системе телеграфии можно одновременно передавать по одному проводу во встречных направлениях две депеши, при квадруплексной — четыре депеши, по две во встречных направлениях. Вначале Эдисон занимался вопросами дуплексной телеграфии и усовершенствовал диф-

ференциальный дуплекс Стирнса, но затем, развивая эти работы, добился системы «двойного дуплекса», т. е. квадруплекса по мостиковой схеме, на что получил патент в США № 480567 по заявке от 19 марта 1874 г. (совместно с Дж. Прескотом, главным инженером «Western Union»).

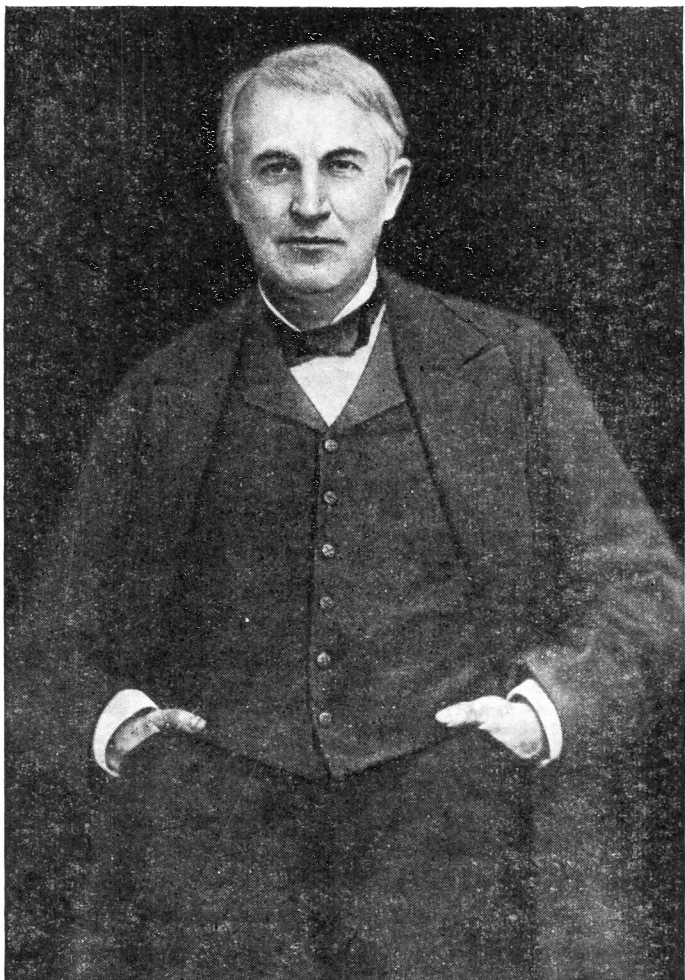
Это изобретение Эдисон, правда с большими трудностями, продал компании «Western Union». Из отчетов этой компании видно, что годовая прибыль от применения дуплексной системы Эдисона составляла около 500 тыс. долларов. Президент компании Норвин Грин впоследствии сам признался, что задержка на много месяцев изобретения и внедрения квадруплексной системы Эдисона произошла по его, Грина, вине: он никак не мог поверить, чтобы такой молодой изобретатель мог сделать что-либо хорошее.

Современники Эдисона отмечали, что главным достижением Т. А. Эдисона в первый период его творчества были квадруплексная телеграфия. Это было самое замечательное его изобретение в годы, предшествовавшие переезду в Менло-Парк.

В это время имя Эдисона все чаще и чаще появляется в технической, научно-популярной и общей печати. Он обнаружил большие творческие возможности, но еще не стал знаменитым изобретателем и «чародеем» в области электротехники.

Занимаясь проводной связью, Эдисон не переставал интересоваться проблемой дистанционного эффекта, который можно было бы получить от электрических цепей, находящихся в контакте, но индукционно влияющих одна на другую. Уже в 1875 г. Эдисон предсказывал, что в будущем электрическая связь будет осуществляться без такой «обузы», как провода. Такое индукционное взаимодействие Эдисон предполагал использовать для осуществления связи между движущимся поездом и железнодорожными станциями; эту идею Эдисон реализовал позднее (в 1885 г.).

К концу 1875 г. у Эдисона уже было пять мастерских, и он развил большую изобретательскую и производственную деятельность. Мастерские были разбросаны по разным улицам в Ньюарке; число рабочих и количество заказов выросли. Эдисон постоянно подвергался набегам газетных корреспондентов, желавших как можно раньше получить сведения об его последних работах. Ограничить доступ для



Т. А. Эдисон в период работы в Менло-Парке

публики было невозможно, и Эдисону все время мешали работать. Требовалось дальнейшее увеличение масштабов производства, организация новых мастерских и расширение существующих. Использование имевшихся помещений не дало бы удобного комплекса лабораторий и мастерских, распланированных и размещенных так, как это требовалось Эдисону на новом этапе его деятельности. Все эти соображения привели к решению создать на новом месте изобретательский центр с лабораториями, мастерскими, жилыми и вспомогательными зданиями.

1 ноября 1875 г. Эдисон пригласил своего отца приехать в Ньюарк и принять участие в его делах, которые так успешно развивались. Эдисон принял своего отца на работу, сделал его доверенным лицом и поручил ему организацию и ведение хозяйственных дел. Одним из первых поручений было найти место для организации изобретательского центра и производственных мастерских. Сэмюэл Эдисон объездил в кабриолете окрестности Нью-Йорка и нашел подходящий участок по линии Пенсильванской железной дороги на расстоянии около 25 миль от Нью-Йорка. Это место, совершенно заброшенное и пустынное, называлось Менло-Парк. Ранней весной 1876 г. начали возводить деревянные амбарообразные постройки для мастерских и лабораторий. Проект всего комплекса разработал сам Эдисон; для экономии средств все постройки были деревянными, за исключением машинной мастерской, для которой выстроили каменное здание. Главное здание было двухэтажным, длиной 100 футов и шириной 30 футов, с дощатыми наружными стенами, окрашенными в белый цвет, с низкими окнами и с крыльцом у входа. Здание это пришлось вначале оградить частоколом, чтобы к нему не могли подойти коровы и свиньи, пасшиеся на соседнем лугу. Не успела еще просохнуть краска, как прибыли большегрузные платформы, запряженные лошадьми, с оборудованием, которое Эдисон считал нужным перевезти из Ньюарка в Менло-Парк. Ненужное или устаревшее оборудование Эдисон распродал в Ньюарке; новое оборудование, приборы и аппараты, специально приобретенные Эдисоном для Менло-Парка, также очень скоро были завезены сюда. Перевезли также довольно обширную техническую библиотеку Эдисона и химические материалы.

В Менло-Парк переехали главные помощники и сотрудники Эдисона, составившие основное ядро исполните-



Внутренний вид второго этажа лабораторий в Менло-Парке

лей его поручений: Ч. Бечелор, З. Бергман, З. Шуккерт, Дж. Крюзи, Джеймс Адамс и др.

В главном корпусе было устроено газовое освещение, для чего был поставлен специальный газогенератор. Силовая установка состояла из парового двигателя Броуна на 10 л. с. В первом этаже находились небольшая библиотечная комната, чертежная и контора; в одной из комнат были собраны наиболее ценные инструменты, которые применялись под наблюдением самого Эдисона, а в другой на полках и в выдвижных ящиках хранились модели прежних изобретений Эдисона. Второй этаж представлял собой длинный рабочий зал, уставленный верстаками с инструментами, механизмами и пр. По стенам стояли высокие полки для хранения химикалий, приборов и запасного инструмента.

Так как Эдисон хотел уединиться для своих работ, то, естественно, нужно было ликвидировать фирму «Edison and Muggay», которая функционировала в Ньюарке. Эта ликвидация была произведена, и Эдисон стал совершенно самостоятелен.

Работам в Менло-Парке Эдисон хотел придать новое направление. В нью-йоркский период своей работы Эдисон в компании с Ф. Л. Попом организовал консультационное бюро по электротехнике. Вероятно, это было одно из первых в мире предприятий такого рода. Лаборатория в Менло-Парке, по замыслу Эдисона, должна была развиваться так, чтобы стать действительно первым в мире центром индустриализированного изобретательства и промышленных исследований, необходимых для изобретательской деятельности. В сущности, уже сама эта идея была замечательным изобретением Эдисона.

Поставив такую задачу, Эдисон не стремился организовать серийное, а тем более массовое производство разработанных изобретений и конструкций, а хотел создать прочную научную базу для исследований, связанных с разрабатываемыми изобретениями и с их последующим усовершенствованием. Обеспечение внедрения своих изобретений в производство Эдисон рассматривал как существенную и неотъемлемую часть своего общего плана, но он хотел, чтобы производство не мешало работам по изобретениям и конструктивному оформлению. Внедрение является обязательным продолжением самого изобретательства, но оно не должно ему мешать, не должно отвлекать в сторону силы изобретателей.

Возможность внедрения изобретения и получение максимальных прибылей является капиталистическим критерием ценности изобретения. Эдисон был убежден, что он должен не только изобрести, но и обеспечить наибольший экономический эффект практического применения изобретения.

Эдисон закупил для лабораторий Менло-Парка наиболее точное инструментальное и приборное оборудование. Он понимал, что для разработки изобретений ему нужны не только механики, но и химики, электрики, физики и даже математики. В 1878 г. в штате лабораторий Менло-Парка появляется Френсис Аптон, математик, питомец Принстонского университета, совершенствовавшийся у Гельмгольца по математической физике. Лаборатории обогатились ценным оборудованием, в штате появились высокообразованные сотрудники; тем не менее это были деловые, рабочие мастерские, мало похожие на чистенькие и элегантные лаборатории, которые тогда уже имелись на некоторых заводах.

Работы Эдисона в Менло-Парке сделали его знаменитым и богатым. Здесь Эдисон завершает окончательную разработку систем многократной телеграфии (дуплекс и квадруплекс).

В 1876 г. А. Г. Белл получил патент на изобретенный им телефон. Однако телефонные аппараты были тогда еще несовершенны и передавали человеческую речь с большими искажениями. Телефон был изобретением очень перспективным, но нужно было добиться, чтобы телефон правильно передавал речь или звуки, не искажая их; нужно было также устранить и другой дефект телефона Белла, состоявший в том, что приемная трубка служила и для передачи. Чтобы передавать речь, нужно было говорить в трубку, не слыша собеседника; для приема трубка прикладывалась к уху и говорить в это время было нельзя. Усовершенствованием телефона почти одновременно занялось много электротехников, в том числе и Эдисон. В 1877 г. Эдисон разработал конструкцию микрофона — угольный передающий прибор. Телефон стал действовать вполне совершенно, и с этого времени расширение его применения становится обеспеченным. В процессе работы над микрофоном Эдисон подметил возможность записи звуков и их воспроизведения. На основе этих наблюдений он разработал фонограф; первый патент на это изобретение он получил в 1877 г., а усовершенствование его продолжал в течение нескольких последующих десятилетий. В связи с работами по телефонии Эдисон создал телефонный повторитель, чувствительное реле, реагирующее на изменение сжатия материала, угольный реостат. Понимая невозможность, в условиях того времени, передавать речь или команду на расстояние без проводов, Эдисон разрабатывает конструкции переговорных и слуховых труб, позволявших осуществлять переговоры, например, между землей и аэростатом: мегафон и аэрофон. С работами над телефоном связано также построение мотофона, или фономотора, — двигателя, приводимого в действие колебанием воздуха при человеческой речи.

Эдисон разработал много различных типов телефонов, действовавших на разных принципах: электростатический телефон, электромеханический телефон, телефон с жидкостным сопротивлением и др. Он сочетал телефон с фонографом и создал телефонограф, при помощи которого переданная речь могла быть записана на валик фоногра-

фа и затем воспроизведена. Это своего рода говорящий телефон.

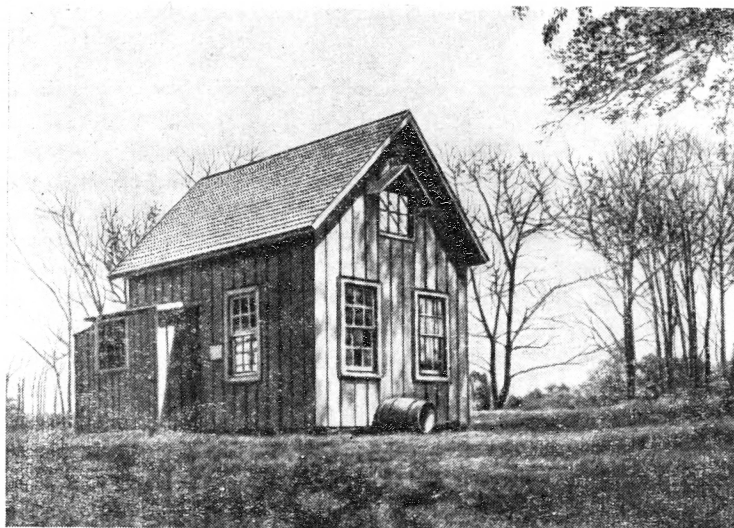
Для того чтобы звуки, воспроизводимые фонографом, могли одновременно слушать несколько человек, Эдисон применяет стетоскопический телефон. Он занимался применением электромотографа в телефонных системах и для целей телеграфирования.

Наконец, среди менее важных изобретений этого периода был тазиметр, а также микротазиметр — прибор, который обнаруживал малейшие колебания температуры. Этот прибор оказался пригодным для астрономических наблюдений, которые производились в 1878 г. в штатах Вайоминг и Техас; по приглашению профессора Ленгли Эдисон участвовал в этой экспедиции и вел измерения этим прибором.

Период Менло-Парка ознаменовался колоссальными достижениями Эдисона в решении ряда проблем, относящихся к энергетическим применениям электроэнергии. Здесь Эдисон решил громадную по трудоемкости задачу — построение пригодной для практики вакуумной угольной лампы накаливания и разработал систему освещения при помощи этого источника света. Собственно лампа накаливания, система распределения электрической энергии, установочный материал, различная аппаратура, генераторы тока, методика монтажа электроустановок, сооружение первой в мире тепловой станции общественного пользования, счетчики энергии, устройство опытной линии электрической железной дороги и построение электровоза — вот громадный комплекс работ, связанный со многими сотнями изобретений и усовершенствований, на которые Эдисон получил многочисленные патенты и привилегии. К этому нужно добавить, что в это же время Эдисон разрабатывал метод магнитного обогащения железных руд.

Когда Эдисон готовился к переезду в Менло-Парк, он следующим образом охарактеризовал масштабы и темпы своей деятельности в новых условиях: он намерен давать по одному малому изобретению каждые 10 дней и по одному крупному — каждые 6 месяцев. Эдисон эту программу перевыполнил: в период работы в Менло-Парке он ежегодно делал заявки не менее чем на 40 важных изобретений.

Как выше было сказано, Эдисон стремился организовать работу в Менло-Парке так, чтобы она концентрировалась



Первый корпус лаборатории Эдисона в Менло-Парке, построенный в 1876 г.

на необходимых исследованиях, разработке конструкций и т. п.; производственную деятельность, изготовление в том или ином масштабе готовой продукции он исключал. Но ему пришлось несколько отклониться от этого основного направления: построенная в Менло-Парке блок-станция не только снабжала электроэнергией свои мастерские, лаборатории и общежития, но и отпускала энергию за плату жителям ближайших окрестностей. Таким образом, блок-станцию в Менло-Парке можно считать самой первой маленькой электростанцией, отпускавшей потребителю энергию как товар.

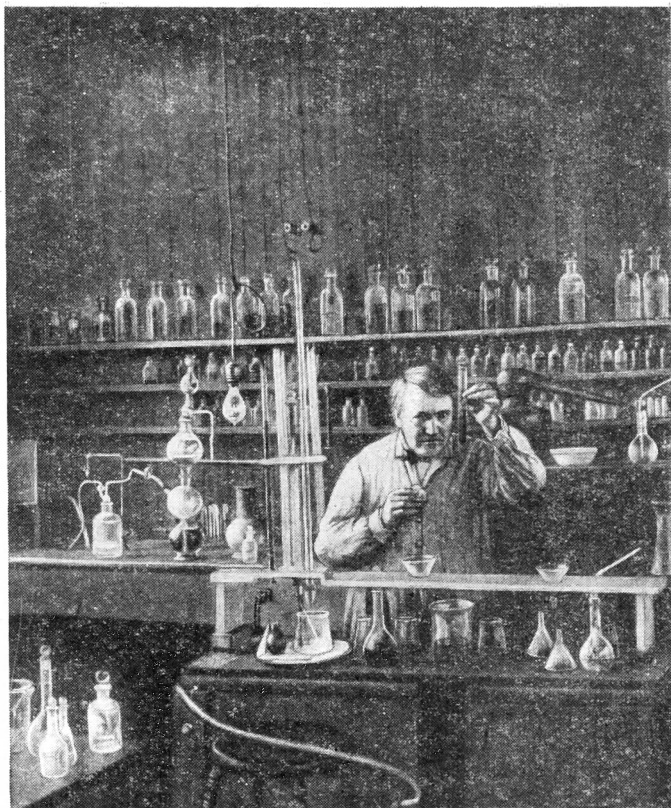
Оказалось практически невозможным совершенно исключить всякую производственную деятельность и коммерческую эксплуатацию изобретений. Так, в Менло-Парке в 1880 г. начался выпуск ламп накаливания на опытном заводе, масштаб работы которого во много раз превосходил нужды осветительного хозяйства Менло-Парка. Лампы, изготавливавшиеся этим первым в мире электроламповым заводом, продавали потребителям. Нельзя было рассчиты-

вать на дальнейшее развитие систем электрического освещения, если не обеспечить установки электрическими машинами, установочным материалом, счетчиками, своевременным ремонтом и обслуживанием. Эдисону пришлось изменить своим первоначальным намерениям. В Нью-Йорке был организован машиностроительный завод «Edison Machine Works». Для производства труб, необходимых при подземной прокладке сетей, была создана «Edison Tube Company», а для выпуска осветительной арматуры, счетчиков, бра, осветительных коробок и т. п. — особое предприятие, возглавлявшееся З. Бергманом. Естественно, что при таком широком масштабе деятельности по устройству освещения требовался большой персонал для электромонтажных работ. Хотя во главе отдельных отраслей стояли опытные руководители, Эдисон неизменно занимался этими делами и сам, контролируя их работы и оказывая производству большую помощь.

В 1883 г. Эдисон обнаружил эффект, получивший название «эффекта Эдисона» и являющийся исходным моментом электронной техники.

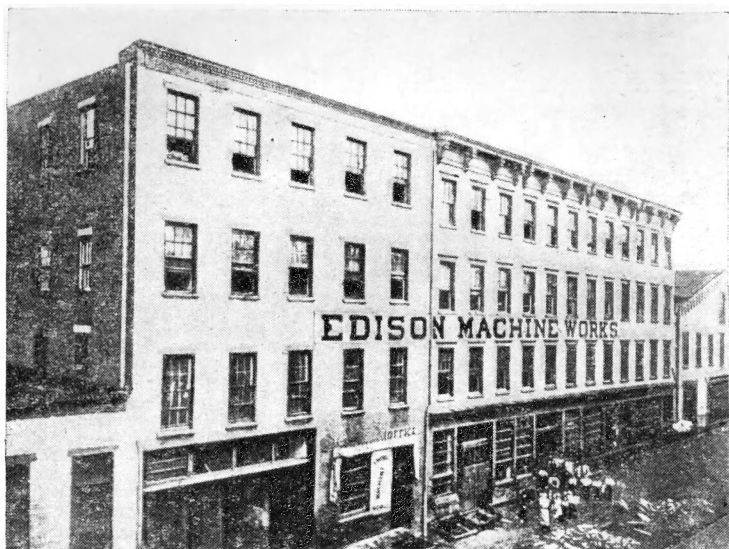
Прогресс электротехники особо ярко выявлялся на многочисленных международных и национальных выставках. Первые единичные экспонаты в виде электрических приборов демонстрировались уже на выставках первой трети XIX в. С середины этого столетия на выставках экспонируются действующие электрические устройства. Так, на Лондонской выставке 1851 г. и на Парижской выставке 1855 г. были богато представлены телеграфные аппараты и схемы их работы, большое число разнообразных электрических машин магнитоэлектрического типа и первые машины с независимым возбуждением. Датский инженер С. Хьорт демонстрировал очень интересный с исторической точки зрения экспонат — электрический генератор, в котором совмещались магнитоэлектрический принцип и принцип самовозбуждения. Кроме того, на этих выставках были экспонированы изделия, обработанные гальваническими методами.

Прошло немного лет, и на Всемирной выставке 1867 г. в Париже, т. е. на заре изобретательской деятельности Т. А. Эдисона, телеграфия составляла уже особый отдел, в то время как другие электрические экспонаты были распределены по разным разделам в соответствии с их практическим назначением. Так, гальванопластика экспониро-



Т. А. Эдисон за работой в химической лаборатории

валась в отделе художественной промышленности, электрические маяки и сигнальные устройства — в морском отделе, другие электроприборы — в отделе физических приборов. На Венской выставке 1873 г. в особом отделе были экспонированы электрические машины (Грамма, Сименса) и разные дуговые лампы. Как известно, на этой выставке И. Фонтен демонстрировал — первый раз в практике — передачу электрической энергии на 1 км, использовав одну машину Грамма в качестве генератора, а такую же другую — в качестве приемника электрической энергии — электродвигателя.



Вид машиностроительного завода Эдисона в Нью-Йорке

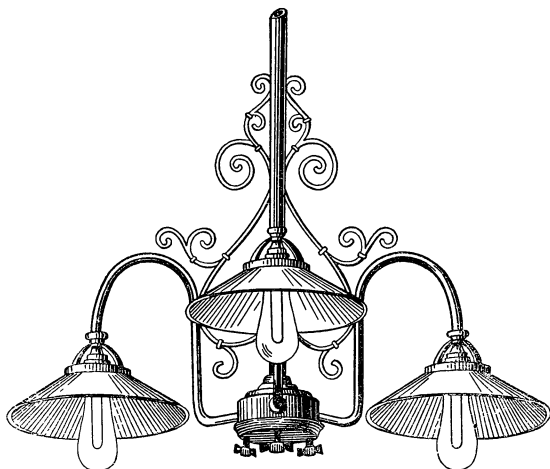
В годы, которые Эдисон провел за работами в Менло-Парке, было организовано много выставок, на которых были представлены достижения в области электричества. Главнейшими из них были международные выставки в Париже 1878 и 1881 гг. Они были важными этапами в истории электротехники. Выставка 1878 г. была посвящена не только электротехнике¹². Это была очередная Международная выставка, на которой были представлены экспонаты по различным разделам техники (машиностроение, железнодорожное дело, строительство, добывающая промышленность, технологические процессы и пр.). Специального электротехнического отдела не было, но гвоздем выставки оказались экспонаты и устройства П. Н. Яблочкова по электрическому освещению, придавшие всей выставке особо праздничный и торжественный вид. Тут были впервые представлены и некоторые совершенно новые экспонаты: всеобщее внимание привлек телефон и передача музыки при помощи этого аппарата, телеграфные аппараты, электрические машины, установки и методы

гальванической отделки, электрические подъемные механизмы и др. Эта выставка показала, что в электротехнике, главным образом благодаря изобретениям Яблочкова и Грамма, произошел крупный переворот.

Эдисон еще не занимал здесь юсобо заметного места. В это время (в середине 1878 г.) он мог показать только ряд отдельных своих изобретений, относящихся к электрической связи, первые образцы фонографа. Для Эдисона эта выставка была очень полезна и поучительна. Экспонаты по освещению — свечи Яблочкова и дуговые лампы, вся система освещения, машины, которые должны были обеспечить снабжение электроэнергией для целей освещения, известный опыт монтажа и эксплуатации электрохозяйства — все это представляло для Эдисона большой интерес. Эдисон знал недостатки электроосветительных систем, представленных на этой выставке; он понял, с чем пужно бороться, чтобы электрическое освещение совершенствовалось. Через год с небольшим после этой выставки Эдисон разработал конструкцию лампы накаливания, пригодной для практического использования, и разработал свою систему электрического освещения. Это было одно из самых значительных изобретений Эдисона не только в коммерческом, но и в культурном отношении; оно имело громадные последствия для техники, быта и деятельности человека. В связи с этим изобретением Эдисон в 1878 г. организовал, при поддержке крупных финансистов, коммерческую корпорацию «Edison Electric Light Company» и приступил к осуществлению большого числа мероприятий по внедрению электрического освещения в практику.

После выставки 1878 г. было решено организовать в ближайшее время специальную Международную выставку по электричеству. Это означало, что было, наконец, достигнуто общее понимание значения электричества и его выдающихся достижений. Замечательные изобретения, которые были сделаны в Менло-Парке до конца 1879 г., особенно в области ламп накаливания и всей системы электрического освещения в целом, несомненно укрепили инициаторов этой выставки в мысли о громадном интересе, который она представит. После выставки 1878 г. Эдисон сделал гигантский шаг вперед; можно было с уверенностью предвидеть, что его изобретения будут в центре внимания посетителей будущей выставки.

Первая Всемирная электрическая выставка была открыта в Париже 1 августа 1881 г. и продолжалась до 15 ноября того же года. Эдисон отправил на выставку 137 ящиков экспонатов; он демонстрировал свои самые интересные изобретения, прокладывая новые направления внедрения электричества в практику.



Трехламповая люстра для ламп накаливания Эдисона со встроенными выключателями на каждую лампу

Известный немецкий энергетик Оскар фон Миллер¹³ дал следующее описание этой выставки.

«...Впечатление от выставки было грандиозным. Освещение превзошло все ожидания. Эдисоновские лампы под сводами зала и на лестницах блистали как тысячи звезд; дуговые лампы Браша, Сименса и Гефнер-Альтенека распространяли неизвестный до того времени мощный свет, который, по словам одного естествоиспытателя, был подобен солнечному. Свечи Яблочкова импонировали своей простотой, а лампа «Солей» Кларка, которая освещала картинную галерею, создавала особо красивый и приятный свет. Но наибольшее внимание привлекала лампа Эдисона, которую можно было при помощи выключателя зажигать и гасить. К этому выключателю выстраивалась очередь желающих хоть раз повернуть его и увидеть его действие.

Кроме освещения громадное впечатление произвела телефонная передача из оперного театра на выставку. Нынешнее поколение, с детства привыкшее к телефону, не может себе представить, каково было изумление, когда в телефонную трубку слышали голоса певцов и звуки инструментов, равно как и аплодисменты публики. Кроме телефона были экспонированы новинки телеграфии и сигнализации, среди которых я хочу особенно упомянуть пишущий телеграф Эдисона, для которого нужно было твердым карандашом написать депешу на бумаге, и точную копию аппарат доставлял на станцию назначения. В то время такая аппаратура уже действовала в США между Филадельфией и Нью-Йорком».

Большое место на выставке 1881 г. занимали электрические машины. Среди разных систем этих машин следует отметить генераторы Грамма, Сименса, Шуккерта, Браша, Уэстона и особенно генератор «Джамбо» Эдисона; это была для своего времени самая мощная в мире машина (150 л. с.), хотя по поводу ее конструкции можно было уже тогда сделать серьезные замечания. Между прочим, вес этого генератора с двигателем доходил до 30 тонн.

На выставке 1881 г. фигурировали и вновь были отмечены наградой электрическая свеча и другие изобретения Яблочкова. Но уже всем, в том числе и самому Яблочкову, стало ясно, что передовую линию в электротехнике прочно занял Т. А. Эдисон.

21 октября 1881 г. жюри присудило Эдисону высшую награду, более высокую, чем другим экспонентам, например Лейн-Фоксу, Максиму и др.

Вслед за этой выставкой 15 декабря 1881 г. в Лондоне открылась выставка в Хрустальном дворце, где вновь были представлены экспонаты Эдисона; они имели большой успех. Эта выставка в основном была коммерческой, а не научно-технической и просветительной. Через год, с 16 сентября по 15 октября 1882 г., происходила Международная выставка в Мюнхене, на которой впервые демонстрировалось и испытывалось устройство для передачи энергии на расстояние (Мисбах — Мюнхен, 57 км). На этой выставке демонстрировался громадный электрический генератор Эдисона, питавший энергией 250 ламп накаливания. В следующем году, с 16 августа по 3 октября 1883 г., происходила Венская выставка в большой ротонде Пратера. Там было установлено 60 паровых двигателей (об-

шая мощность 1300 л. с.), приводивших в действие 100 электрических генераторов разных систем, в том числе и эдисоновских, для питания 300 дуговых ламп и 4000 ламп накаливания. Тогда же демонстрировался электрифицированный участок длиной 1,5 км, по которому шел поезд; была показана электрическая лодка, приводимая в движение от аккумуляторной батареи. На Туринской выставке 1884 г. также были выставлены многие экспонаты Эдисона. Всюду они были свидетельством как новых достижений изобретателя, так и развития электротехники.

Зарубежные выставки, в которых принимал участие Эдисон, были не только хорошим средством для правильной информации специалистов и широкой публики о его изобретениях и деятельности, но и приводили к прямым практическим результатам: они открывали возможность установления коммерческого контакта Эдисона с теми европейскими крутами, которые желали приложить свои усилия к развитию электротехники. После показа изобретений на Парижской выставке 1881 г. сначала во Франции, а затем и в других европейских странах были созданы филиалы эдисоновских компаний, которые стали быстро и успешно развивать системы электрического освещения.

Все эти коммерческие дела также требовали от Эдисона большого внимания и отвлекали его от прямой изобретательской деятельности.

В период работы Эдисона в Менло-Парке, в 1884 г., скончалась его жена, мать троих его детей. В 1886 г. он вступил во второй брак с Минной Миллер (1870—1947). Менло-Парк, где были достигнуты самые блестящие успехи Эдисона, был для него связан теперь с тягостными воспоминаниями. Эдисон приобрел в г. Вест Орендж (штат Нью Джерси) виллу «Гленмонт» и имение Льюлин-Парк и решил построить там фундаментальные здания лабораторий и мастерских. В 1887 г. все было подготовлено к переезду в Вест Орендж. Он переехал туда со всеми своими сотрудниками; деревянные здания в Менло-Парке были оставлены в сохранности. Много лет спустя Эдисон подарил Форду мастерскую Менло-Парка, в которой была построена лампа накаливания. Форд перевез эту мастерскую в Дирборн; на 30 платформах туда была доставлена земля из Менло-Парка, на которой стояла мастерская. Она была полностью восстановлена и ныне является частью организованного Фордом мемориального музея «Эдисония».

В Вест Орендже Эдисон организовал все так, как когда-то мечтал устроить в Менло-Парке: здесь не было никаких производств, а только крупный научно-исследовательский центр.

Масштабом своих лабораторий в Вест Орендже Эдисон очень гордился и хотел, чтобы это было широко известно. На Всемирной выставке 1889 г. в Париже в павильоне Эдисона висела большая картина, написанная масляными красками, изображающая лаборатории в Льюлин-Парке. Подпись над ней гласила: «Новая лаборатория в Льюлин-Парке, предназначенная для научных опытов, самая большая и самая дорогая лаборатория в мире».

Монументальные здания были возведены и оборудованы таким образом, чтобы соответствовать общему направлению работ. Отдельные производственные предприятия, которые принадлежали Эдисоновской компании, продолжали свою деятельность вне Вест Оренджа, так же как и новые предприятия для испытаний в промышленном масштабе. В Вест Орендж переехали основные сотрудники Эдисона, продолжавшие работу уже испытанными методами, хорошо зная самого Эдисона, его требовательность, упорство и дальновидность. Это была сплоченная группа «эдисоновских пионеров», работы которой сыграли немаловажную роль в истории деятельности Т. А. Эдисона.

В период работы в Вест Орендже Эдисон продолжал усовершенствование некоторых своих прежних изобретений. Своему любимому изобретению — фонографу он продолжал уделять большое внимание. Он приспособляет его к устройству, которое назвал диктовальной машиной. С 1887 по 1897 г. Эдисон получил 80 новых патентов на фонограф. Ему пришлось в этот период вести конкурентную борьбу с другими изобретателями, конструировавшими приборы для записи и воспроизведения звуков (Белл и Тейнтер — графофон, Эмиль Берлинер — граммофон). Эдисон рассматривал фонограф как прибор для научных и специальных целей и всячески стремился избежать превращения его в предмет, служащий для развлечения, чего как раз добивались его конкуренты. Но в условиях ожесточенной конкурентной борьбы Эдисон принужден был перейти на путь широкой коммерческой эксплуатации фонографа, а в 1896 г. он организует «The National Phonograph Company» по производству и продаже заводных (пружинных) фонографов для домашнего использования. Только в

1929 г. Эдисон окончательно прекратил работу над фонографом. Одно из последних применений фонографа, над которым Эдисон работал в 1912—1913 гг., это комбинация кинопроектора с фонографом — «кинетофон».

В Вест Орендже Эдисон разрабатывал систему движущихся изображений — предшественника современного кинематографа. В начале 90-х годов Эдисон построил кинетоскоп с целлулоидной лентой и дисковым obturatorом, а в 1892 г. в Нью-Йорке, на Бродвее, был открыт «Салон кинетоскопа» для публичной демонстрации этого изобретения; спустя несколько месяцев кинетоскоп демонстрировался в Париже.

Много лет посвятил Эдисон усовершенствованиям в области аккумуляторной техники. Он предвидел, что аккумуляторы получат значительное распространение для переносных электрических устройств, требующих автономного питания, для целей электрической тяги, в электромобилях, для специальных целей в военно-морском деле. Результатом этих напряженных работ и длительных изысканий был щелочной (железоникелевый) аккумулятор. Это изобретение привело к широкому распространению аккумуляторных рудничных светильников, в частности головных, т. е. укрепляемых на головном уборе шахтера.

В период работ в Вест Орендже происходят коренные изменения в области организации электропромышленности США. Производственные предприятия Эдисона к этому времени значительно выросли, но бурное развитие электротехники ставило все новые и новые громадные задачи. Нужно было расширять и специализировать производство электроизделий всех родов; нужно было организовать в большом масштабе проектирование новых и расширение существующих электрических станций и сетей. В это время, кроме предприятий Эдисоновской компании, выросли предприятия других компаний — Томсона и Хустона (г. Линне, штат Массачусетс), Эйкемейера (г. Ионкерс, штат Нью Джерси), Вестингауза (Питтсбург, штат Пенсильвания) и др. На очередь встал вопрос о консолидации деятельности таких производственных организаций и их заводов. В 1893 г. на базе предприятий Эдисона, Томсона — Хустона и Эйкемейера создается концерн «General Electric Company». К нему переходит вся производственная и коммерческая деятельность Эдисона, а также дальнейшее усовершенствование и развитие

конструкций. Новый концерн строит головной завод в г. Скинектеди (штат Нью-Йорк) и при нем большой исследовательский институт; к работе было привлечено много выдающихся электротехников, среди которых особо заметное место занимали Чарлз Протеус Штейнметц (шеф-электрик) и Уиллис Уитни (директор исследовательских лабораторий).

Естественно, что с этого времени непосредственные работы Эдисона в области электротехники значительно сократились. Конечно, Эдисон еще частично продолжал работу над отдельными вопросами, но центр тяжести «новой электротехники» переместился к «General Electric Company», Эдисон стал преимущественно заниматься фундаментальными технологическими проблемами. Сам он считал себя химиком, и только теперь, в конце XIX в., он получил возможность заняться вопросами, для которых химические проблемы имели первенствующее значение. Сюда относятся работы по технологии цемента и производству его в промышленных масштабах с применением гигантских обжигательных печей непрерывного действия (1901—1905). Эдисон предвидел большое развитие уже в самом ближайшем будущем строительства жилых домов. Создав возможность производства дешевого цемента в колоссальных количествах, Эдисон разрабатывает технологию массового производства литых цементных домов.

Во время первой мировой войны, когда прекратился импорт разных химических материалов, Эдисон занялся организацией производства их в Соединенных Штатах; благодаря этому отпали трудности, связанные с невозможностью импорта многих химических веществ из Германии.

В течение всей своей деятельности до 1916 г. Эдисон разрабатывал те проблемы, которые он сам считал представляющими интерес, оставаясь совершенно независимым изобретателем. В более ранний период он нуждался в финансовой помощи для ведения наиболее дорогостоящих работ, и эту помощь он получал. После 1887 г. Эдисон уже сам обладал достаточной материальной и финансовой базой.

В 1916 г. Эдисон возглавил Морскую исследовательскую лабораторию (Naval Research Laboratory), которая должна была изучать и разрабатывать проблемы, имевшие общегосударственное и притом оборонное значение. Это был единственный случай, когда Эдисон находился на службе и выполнял работы, тематика которых задавалась извне.

Последние годы жизни Эдисон посвятил проблеме каучуконосов (золотарник и др.) и получению искусственного каучука.

В период работы в Вест Орендже Эдисон участвовал во многих международных и американских выставках; упомянем Парижские выставки 1889 и 1900 гг., Чикагскую выставку 1893 г., выставку в Сент-Луисе 1904 г., Тихоокеанскую выставку в Сан-Франциско 1915 г. На выставке 1889 г. Эдисон выступал, еще не будучи связан с другими организациями; на последующих выставках основные новинки были показаны концерном «General Electric Company».

Международная выставка 1889 г. была триумфом Т. А. Эдисона, что видно по тем наградам, которые он получил, и по тому отношению со стороны государств и обществ, которое к нему было проявлено.

Выставка 1889 г. была организована в память столетия Французской революции. Около трети площади, отведенной для Соединенных Штатов, было занято экспонатами Т. А. Эдисона. Трудно перечислить те приборы, аппараты и устройства, которые он предложил здесь вниманию публики. Перед павильоном Эдисона на постаменте высотой около 13 метров была помещена гигантская лампа накаливания. Этот павильон посетили все коронованные особы и все знаменитости, приезжавшие в Париж на выставку; непрерывный поток посетителей проходил через этот павильон. Ни один американский гражданин после Франклина не пользовался в Европе таким вниманием и не был окружен таким почтением, как Эдисон. Город Париж выбил медаль в его честь. Президент республики Карно наградил его командорским орденом Почетного Легиона; итальянский король наградил Эдисона орденом Короны, что давало ему и его жене графский титул, и в приветствиях, которые он получал из Италии, к нему обращались: His Highness Count Edison. По возвращении домой Эдисон сделал заявление о том, что он воспринимает эту почесть как знак уважения к его родине — Америке. На Эйфелевой башне был дан торжественный обед в честь Эдисона, организованный Французским обществом гражданских инженеров, председателем которого был Эйфель. Кульминационным моментом этого обеда было выступление Шарля Франсуа Гуно (ему в это время был 71 год). Знаменитый композитор сочинил торжественную кантату

в честь этого события; собственноручно написанный экземпляр он преподнес Минне Эдисон, супруге изобретателя и его старшей дочери Марион.

В честь Эдисона был дан спектакль в Парижской опере. Эдисон и члены его семьи были приглашены в ложу президента Франции.

Эдисон не любил торжественных приемов и церемоний, здесь ему приходилось преодолевать природную неприязнь к ним. Зоркими глазами смотрел Эдисон на все, что его окружало. Корреспонденту английской газеты «Pall-Mall Gazette» Эдисон высказал некоторые мысли по поводу выставки. «Что меня здесь особенно поражает,— сказал он,— это всеобщая лень. Когда же эти люди работают? И что они делают? Здесь, по-видимому, выработалась целая система праздношатанья... Эти инженеры, разодетые по последней моде, с тросточками в руках, которые меня посещали,— когда же они работают? Я тут ничего не понимаю! ...Мне нравятся французы своими великими идеями. Англичане уступают им в этом. Ну кто бы из англичан придумал башню Эйфеля или статую Свободы?»

Этот корреспондент описывает впечатление, которое Эдисон произвел на него: «Проходя около Эйфелевой башни... я увидел у ее подножия человека с юношеским лицом и седыми волосами над гладким лбом без морщин. Когда я взглянул на него и на грандиозное сооружение, то последнее показалось мне очень маленьким в сравнении с таким умственным колоссом».

Эдисон был торжественно принят в Пастеровском институте в Париже, где при нем были сделаны некоторые прививки.

Из Парижа Эдисон поехал в Берлин, чтобы встретиться с Вернером Сименсом и профессором Гельмгольцем. Он познакомился с заводами и лабораториями. В старинном университетском городе Гейдельберге Германская ассоциация содействия научному прогрессу устроила в честь Эдисона банкет, на котором присутствовало 1200 человек.

В 1892 г. Британское общество искусств наградило Эдисона медалью Альберта «за выдающиеся заслуги, оказанные прогрессу электрического освещения, телеграфу и телефону». В 1893 г. на Всемирной выставке в Чикаго Эдисону были присуждены высокие награды за его экспонаты. В 1915 г. Эдисону (совместно с Тесла) была присуждена Нобелевская премия по физике. После первой мировой вой-

ны Эдисон был награжден военной медалью «За отличную службу».

Американский институт инженеров-электриков учредил в 1909 г. золотую медаль имени Эдисона, которая присуждалась за выдающиеся заслуги в области электротехники. В числе лауреатов этой медали были И. Томсон, Ф. Спрэг, Д. Вестингауз, Ч. Браш, А. Г. Белл, Н. Тесла М. Пупин, Р. Милликен, У. Кулидж, А. Кеннелли, У. Уитни, Э. Александерсон, Л. де Форест и др.

Эдисон с чувством глубочайшего уважения и почитания относился к Льву Николаевичу Толстому. В знак уважения Эдисон послал в Ясную Поляну свой усовершенствованный фонограф для записи голоса великого писателя. Как видно из письма В. Г. Черткова Эдисону от 9(22) марта 1909 г.¹⁴, запись голоса Толстого на валик была осуществлена представителями Эдисона в Ясной Поляне вполне удачно. Из того же письма видно, что и Лев Николаевич относился к Эдисону с уважением. В. Г. Чертков, свидетель сеансов этой звукозаписи, писал, что «только ради Вас он (Л. Н. Толстой.— Л. Б.) превозмог слабость и нездоровье». Известно также, что по личной просьбе Л. Н. Толстого Т. А. Эдисон оказал помощь русским рабочим, эмигрировавшим в Соединенные Штаты из-за преследований русской полиции.

Академия наук СССР в 1923 г. избрала Эдисона в число своих иностранных почетных членов.

21 мая 1928 г. Эдисон был награжден именной медалью конгресса США, которую вручил ему министр финансов Меллон. Церемония вручения медали транслировалась по 48 радиовещательным станциям.

В 1928 г. в США происходил Международный светотехнический конгресс, участником которого был и автор настоящей монографии. Конгресс был торжественно открыт 4 сентября, после чего делегаты начали ознакомление с американской светотехникой — промышленностью, исследовательскими учреждениями и наиболее интересными осветительными установками. 6 сентября делегаты посетили Эдисоновский институт освещения, находящийся в г. Гаррисоне (штат Нью Джерси), в помещениях одной из первых фабрик электрических ламп, позднее ликвидированной. В этом институте хранится много исторических экспонатов, связанных с развитием техники электрического освещения. Здесь собрана богатейшая



Медаль, выбитая в США к 50-летию лампы накаливания Эдисона

коллекция различных ламп накаливания, изготовлявшихся в течение почти 50 лет, начиная с 1870-х годов. После осмотра института делегаты конгресса посетили Т. А. Эдисона в Вест Орендже. Эдисон сам встретил и приветствовал делегатов. Вместе с одним из старейших своих сотрудников, «эдисоновским пионером» Джоном Либом он показывал гостям свою последнюю обитель — Вест Орендж и объяснял собранные здесь и тщательно хранящиеся многочисленные экспонаты и реликвии его изобретательской деятельности. Были показаны экспериментальные лаборатории и производственные мастерские. Большое впечатление на гостей произвела замечательная, тщательно подобранная научно-техническая библиотека, насчитывающая более 100 тысяч томов. Все гости с нетерпением ожидали беседы с Эдисоном. Но как ее вести, если он совершенно лишен слуха? На помощь пришел Джон Либ, в молодости своей бывший телеграфистом. Вопросы, которые задавались делегатами, он выстукивал молоточком по плечу Эдисона, пользуясь азбукой Морзе. С огромным вниманием следили все, как вопрос «доходил» до Эдисона и сразу становился ему понятным и как затем знаменитый собеседник с улыбкой отвечал на него

своим мягким, приятным голосом. Всех особенно интересовало следующее: что теперь, в 1928 г., является предметом наиболее интенсивных работ изобретателя, чему он уделяет наибольшее внимание? Ответ был коротким: «искусственный каучук». Кроме того, Эдисон работал в это время над усовершенствованием говорящего кино, которое стало вытеснять немое.

В ознаменование пятидесятилетия лампы Эдисона в 1929 г. была выбита юбилейная медаль и выпущены почтовые марки с портретом Эдисона и изображением лампы. Это были последние при его жизни общественные выражения признательности Эдисону за его труды.

Эдисон всю жизнь отличался завидным здоровьем. Но с 1930 г. он начал болеть. С 1 августа 1931 г. он был прикован к постели, не мог принимать пищу и, конечно, не мог уже работать. Он не понимал своего положения и рвался к работе. 17 октября 1931 г. он скончался.

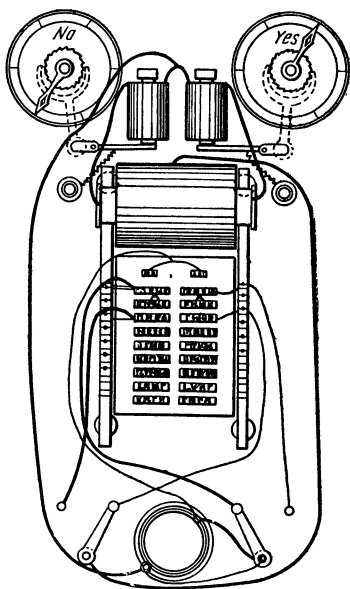
Работы в области электрической связи

Описание работ Т. А. Эдисона мы начинаем с тех изобретений, которые относятся к электрической связи и прежде всего к телеграфии. Длинный перечень его изобретательских работ открывается усовершенствованием и модификацией различных систем телеграфной аппаратуры и передачи, с которыми Эдисон сам непосредственно сталкивался, работая телеграфистом. Практическая работа на телеграфе в разных местах США с различными эксплуатационными особенностями установок дала Эдисону возможность не только детально узнать существующие методы и приемы телеграфии, но и понять, в каком направлении следует вести усовершенствование в этой области.

Вторая половина XIX века, на которую приходится все работы Эдисона в области телеграфии, была временем чрезвычайно быстрого развития телеграфных линий международного значения. Разветвленными телеграфными сетями располагали все европейские и североамериканские государства; все больше и больше телеграфных линий прокладывалось и в других странах; велось соединение континентов телеграфными подводными кабелями. Телеграфия оформилась как самостоятельная отрасль техники. Ее развитие потребовало организации предприятий для производства телеграфного оборудования и массовой подготовки специалистов; началось изучение свойств источников тока, проводов и т. п., а это потребовало разработки методов электрометрии, создания системы электри-

ческих величин, единиц и эталонов. Именно в конце 50-х годов и в 60-е годы отмечается заметный подъем телеграфии и сказывается ее явное влияние на нарождавшуюся тогда электротехнику.

Волна глубочайшего интереса к телеграфии захватила в это время и Эдисона. К 60-м годам относятся два первых его изобретения — аппарат для баллотировки и биржевой тиккер (автомат для регистрации биржевых курсов). Оба эти аппарата представляют собой устройства, действие которых основывалось на электромагнитном принципе, использованном в телеграфии.

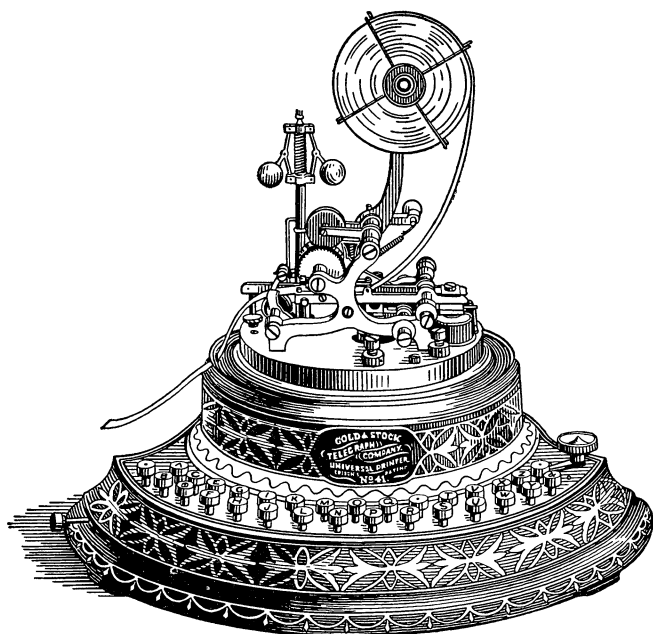


Электрический баллотировочный аппарат Эдисона

Идея создания первого из этих аппаратов — для автоматического подсчета голосов при баллотировках (vote recorder, vote recording machine) возникла у Эдисона на основе его уверенности в целесообразности принятого способа подсчета результатов голосования, требовавшего много времени, допускавшего более или менее существенные погрешности и не исключавшего прямой фальсификации. Патентную заявку

Эдисон подал 11 октября 1868 г., а патент был ему выдан 1 июня 1869 г. за № 90646. Этот прибор представлял собой разновидность сдвоенного электрического счетчика с внутренней блокировкой. Поворотом одной из рукояток производилось голосование «за», а другой — голосование «против». Блокировка была создана для того, чтобы избиратель, входящий в кабину для голосования, мог произвести баллотировку либо только «за», либо только «против». Когда новый избиратель поворачивал одну из рукояток, восстанавливалось действие блокировки. Каждая из половин прибора имела счетные механизмы: один показывал число голосов «за», другой — «против». Счетчики состояли из

электромагнитных реле и системы зубчатых колес. Поворот каждой из рукояток сопровождался посылкой импульса в обмотку электромагнита, вследствие чего поворачивал-



Биржевой тиккер Эдисона. Общий вид

ся на одно деление счетный механизм соответствующей половины прибора.

Этот прибор был отвергнут представителем конгресса и дальше Патентного бюро США не продвинулся. Тем не менее следует отметить правильную идею молодого изобретателя и вполне рациональную конструкцию его прибора. Интересно, что уже давно голосование в США проводится не бюллетенями, а при помощи электрических приборов, с которыми Эдисон вначале не повезло.

Второй аппарат — автомат для записи биржевых курсов был запатентован под названием *universal printer*, т. е. универсального печатающего аппарата; заявка на него была подана в 1869 г. (патент № 123005). Эдисон работал

над этим аппаратом в то время, когда он совместно с Ф. Л. Попом организовал в Нью-Йорке электротехническое бюро, ставившее себе целью изобретательскую и консультационную работу в области телеграфии. Биржевой тиккер представлял собой записывающий телеграфный аппарат, который автоматически печатал на ленте переданные курсы; отсюда сведения могли передаваться абонентам — биржевым дельцам и банкам немедленно по принятии информации с биржи.

Биржевой тиккер Эдисона оказался более совершенным, чем существовавшие до этого системы, например аппараты Лоуса. Эдисон продал это изобретение за 40 тыс. долларов организации «Gold and Stock Telegraph Company». Этот прибор долгое время применялся в конторах американских биржевых дельцов. Эдисон и Поп организовали производство этих аппаратов, их продажу и установку, а также наблюдение и уход за работой. Эдисон продолжал в последующие годы совершенствовать этот прибор; так, за 1872—1873 гг. он получил 63 патента, связанные с ним. Хотя некоторые из них относились к усовершенствованию лишь отдельных деталей, в целом они способствовали расширению практического использования аппарата. Относительно большая сумма, полученная от продажи этого изобретения, впервые дала Эдисону возможность проводить опыты по некоторым интересовавшим его вопросам.

Однако оба эти изобретения не были непосредственно связаны с обычной телеграфной практикой, а касались специального использования телеграфных механизмов для двух частных случаев. Между тем перед телеграфией того времени — начала 70-х годов — возникли новые задачи. Темпы строительства новых телеграфных линий и подвески добавочных проводов отставали от быстрого роста потребностей в телеграфном обмене. Кроме того, линейное строительство обходилось очень дорого; гораздо выгоднее было платить более высокую зарплату искусным телеграфистам, способным обеспечить рекордную скорость передачи. Поэтому телеграфные компании сманивали к себе операторов-рекордсменов, которые часто переходили от одной компании к другой, становясь «бродячими телеграфистами». Не избежал этого и Эдисон, достигший в телеграфии очень высокого мастерства. Частые перемены службы на телеграфе заставили его обратить внимание на

проблему уплотнения телеграфных передач, т. е. способы повышения эффективности телеграфных систем.

Одним из таких способов являлась автоматизация телеграфных передач. Под автоматической передачей телеграфных депеш тогда понималось следующее: вся ручная работа по подготовке депеши для передачи, не связанная с прохождением импульсов тока по линии, отделялась от самого процесса передачи сигналов по проводам. Такой метод требовал переноса кодовых комбинаций всей серии депеш на ленту посредством особого прибора (перфоратора) и последующей передачи сигналов от такой предварительно заготовленной перфорированной ленты посредством работающего с постоянной скоростью передатчика (трансммитера). На другом конце линии в приемном аппарате (ресивере) переданными сигналами производилась запись на ленту или перфорация ленты, а дешифровка текста производилась опять-таки вне связи с электрической цепью. В сущности, в этих системах была автоматизирована только передача.

К тому времени, когда Эдисон занялся проблемой уплотнения телеграфных передач, уже было предложено несколько систем автоматической телеграфии, из которых система Уитстона применялась еще с 1858 г. и была принята во многих странах.

Эдисон не изобретал собственной системы автоматического телеграфа, а сделал попытку усовершенствовать автоматический телеграф системы Литтля, получивший распространение в Англии. Сущность этой системы заключалась в следующем. Тексты депеш машинным методом переносились на общую бумажную ленту, на которой точки и тире заменялись расположенными в условном порядке отверстиями. Эта операция совершенно не загружала линию. Затем лента пропусклась через передатчик в линию со скоростью, значительно превосходившей ручную телеграфную передачу. На приемном конце в ресивере получалась лента такой же длины с переданными текстами, химически записанными на ней по коду Морзе. Расшифровка депеш велась вне линии.

В 1871 г. молодой железнодорожный инженер Эдвард Джонсон принес Эдисону модель такого телеграфа. Джонсон был связан с группой финансистов, которая намеревалась распространять эту систему на американских железнодорожных телеграфах. Джонсон считал, что эта систе-

ма выполнена неудовлетворительно и нуждается в усовершенствовании. Главным ее недостатком являлось то, что она удовлетворительно действовала только на коротких линиях, а на более длинных, например 200—300 км, она была практически непригодна. Сам Джонсон не мог справиться с такой работой, и ему рекомендовали обратиться к Эдисону, которого уже тогда считали компетентным лицом в телеграфии, несмотря на то, что ему в это время было всего 24 года.

Эдисон начал с испытания системы Литтля на Пенсильванской железной дороге. Ожидалось, что эта система должна была передавать депеши быстрее, чем система Морзе: система Литтля базировалась на том же коде. Но это не получалось. Система Литтля требовала «лечения», чтобы применение ее было оправдано. Отрицательное действие на эту систему оказывали электростатические помехи. Мнение Эдисона было таково: система Литтля могла быть положена в основу для создания достаточно хорошей системы автоматического телеграфа.

Ответ, данный Джонсону, усилил интерес финансистов к этому делу. Была организована акционерная компания «Automatic Telegraph Company», и 24 апреля 1871 г. Эдисон заключил соглашение об усовершенствовании системы Литтля. Все это дело оказалось в руках дельцов, главной целью которых было не создание технического прогресса в телеграфии, а обеспечение любым способом возможности одержать победу над конкурентами. Эдисону был выдан аванс в 40 тыс. долларов, и он, в компании с Джозефом Марреем открыл в Ньюарке мастерскую для опытов и производства аппаратов; Джонсон также был привлечен к этой работе. Впоследствии Джонсон более тесно сошелся с Эдисоном и свыше 20 лет работал с ним в качестве его помощника.

Большую часть осени 1871 г. Эдисон был занят автоматическим телеграфом, который стали называть также скоростным телеграфом (high-speed telegraph). Без особого труда удалось Эдисону добиться хорошей работы на передающем конце; трансмиттер работал с большой скоростью. На другом конце приема мешали электростатические помехи. Эдисон тщательно опробовал несколько приемов для устранения этого дефекта и обнаружил, что использование в цепи ресивера катушки самоиндукции с сердечником из мягкого железа резко улучшает работу

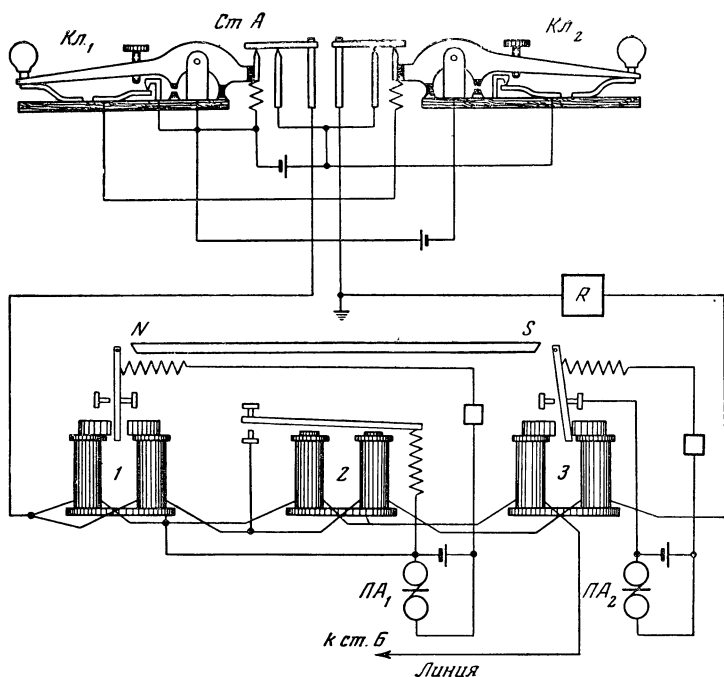
системы на длинных дистанциях. Явление самоиндукции вызывает мгновенное изменение направления тока после каждого импульса, так что каждый следующий импульс передается быстрее и совершенно отдельно от предыдущего. Кроме того, Эдисон улучшил иглу приемного инструмента, и при работе она не производила разрывов или птяен.

В 1872 г. система была опробована на линии Нью-Йорк — Филадельфия; ее производительность дошла до 1000 слов (на основе кодовых сигналов Морзе) в минуту. Эдисон применил для приемного аппарата бумажную ленту повышенного качества (пропитанную раствором солей железа) и ввел некоторые улучшения в перфоратор. 16 августа 1872 г. Эдисон подал патентную заявку на все усовершенствования и изменения в системе автоматического телеграфа Литтля.

К зиме 1873 г. был достигнут полный успех. Результаты оказались более значительными, чем ожидалось. Последняя из моделей аппаратуры давала возможность осуществлять перфорацию посредством прибора, подобного пишущей машине; на приемном конце вместо перфорации можно было получить принятый текст в напечатанном виде.

У Эдисона возникло желание предложить Англии усовершенствованную им систему автоматической телеграфии; с этой целью он поехал в Лондон. Однако эта поездка не завершилась успехом. Его система не была там принята; она нашла некоторое применение только в США.

Отдав дань автоматической телеграфии, Эдисон обратил внимание на другие возможности повышения пропускной способности телеграфного канала. Эти возможности заключались, с одной стороны, в многократном телеграфировании, с другой — в системах одновременных передач по встречным направлениям. Многократное телеграфирование заключалось в следующем: подключив к одному проводу более одного передатчика, можно использовать для передачи сигналов от одних передатчиков паузы между сигналами, передаваемыми другими передатчиками. В этой области хороших результатов добился французский изобретатель Бодо, разработавший пятизначный код и применивший в 1876 г. пятикратный аппарат. Эдисон в этом направлении не работал. Он направил свои усилия на дуплексное телеграфирование и разработал систему «двойного дуплекса» или «квадрушлекса», при котором по одно-



Система квадруплексного телеграфирования З. Я. Слонимского по дифференциальной схеме

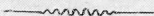
му и тому же проводу одновременно могли передаваться по две дуплексы во встречных направлениях.

Идея дуплексного телеграфирования в 70-х годах уже не была новой. В 1853 г. два электротехника — чех Петржина и австриец Гинтль предложили систему так называемого дифференциального дуплекса. Годом позже, в 1854 г., Вернер Сименс и Карл Фришен предложили дифференциальную схему встречных телеграфных передач с одной батареей на каждой станции. Эта схема, как и схема Гинтля, не получила распространения. По-видимому, решению вопроса об одновременных встречных передачах по одному проводу тогда придавалось большое значение, так как вскоре появился ряд предложений. Так, оригинальную схему предложил в 1855 г. голландский физик Боссха; в 1858 г. русский математик З. Я. Слонимский предложил

**ОПИСАНИЕ СПОСОБА
ПЕРЕДАЧИ ДВУХЪ РАЗЛИЧНЫХЪ ДЕНЕЖЪ
ВЪ ТОЖЕ САМОЕ ВРЕМЯ ПРИЕМА
ДВУХЪ ДРУГИХЪ ДЕНЕЖЪ**

ПО ОДНОМУ И ТОМУЖЕ ПРОВОДНИКУ

З. Слонимскаго



СЪ ЧЕРТЕЖАМИ



САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

ВЪ ТИПОГРАФИИ М. О. ВОЛЬФА.

1849.

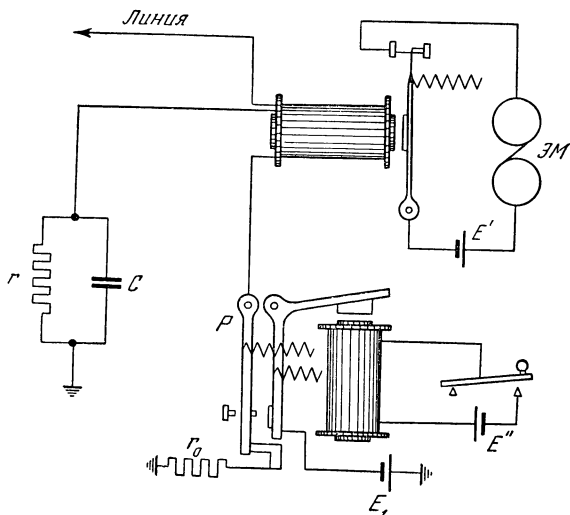
Титульный лист брошюры З. Я. Слонимского

в высшей степени рациональную схему дифференциального типа, а в 1868 г. Марон в Берлине описал первую мостиковую схему для дуплексной передачи. Во всех дуплексных схемах основная идея заключалась в том, чтобы сконструировать такой аппарат, который не реагировал бы на работу своего передатчика, а принимал бы только сигналы, передаваемые с другой станции. На практике выяснилось, что дифференциальная схема дуплексного телеграфирования имела тот недостаток, что действие ее нарушалось в моменты, когда оба контакта телеграфного ключа оказывались в разомкнутом состоянии. А это происходило всегда в те короткие промежутки времени, когда ключ переводился из положения бездействия (покоя) в рабочее положение и обратно. Были обнаружены и другие недостатки этой схемы; так, например, было невозможно прерывать передачу, чтобы произвести какие-нибудь уточнения, проверку или получить справку.

Схема, предложенная Э. Я. Слонимским в 1858 г.¹⁵, полностью устраняла эти недостатки. Сконструировав телеграфный ключ с добавочными контактами, изобретатель добился того, что размыкание одного контакта было возможно лишь тогда, когда другой контакт оказывался замкнутым. Для того чтобы можно было, не нарушая передачи, связаться с передающей станцией для получения уточнений или для проверки, Слонимский предложил схему, которая, по существу, является квадруплексной: во встречных направлениях можно было передавать по два сигнала одновременно; один дуплексный канал служил для передачи сигналов основного сообщения, а второй — для справок.

Несмотря на несомненные достоинства схемы, предложенной Слонимским, в практику она не вошла. Причинами этого были, по-видимому, два обстоятельства. Первое заключалось в том, что технически и экономически отсталая дореформенная Россия еще не имела надобности в таком усовершенствовании телеграфа, которое содержалось в предложении Э. Я. Слонимского. Второе — это консерватизм телеграфного департамента Министерства внутренних дел. Двукратное обращение Слонимского за субсидией для усовершенствования этого изобретения и устранения тех малосущественных дефектов, на которые телеграфный департамент обратил внимание, не увенчалось успехом. Изобретателю ничего не оставалось, как опубли-

ковать сообщение в виде брошюры, разумеется на русском языке. Она не имела распространения за рубежом, и идея русского ученого не обратила на себя внимания. Интересно отметить, что в известной хронологии изобретений Л. Дармштедтера¹⁶, в которой приводятся не только главнейшие, но и многие второстепенные изобретения по телеграфии, работа Э. Я. Слонимского не упоминается.



Система дуплексного телеграфирования Стирнса

Через восемь лет после публикации Слонимского, в 1867 г., американцем Джозефом Б. Стирнсом из Бостона была предложена схема дифференциального дуплекса; патента этот изобретатель тогда не взял. Предложенные ранее европейскими изобретателями схемы дуплексного телеграфирования имели тот недостаток, что в них импульсы ослаблялись электростатическими зарядами в линии. Работы Стирнса были направлены на ослабление этих вредных воздействий. В течение нескольких последующих лет Стирнс улучшал свою систему, вводя емкость параллельно баланскому сопротивлению для уравнивания емкости линии. Для уменьшения переходного времени контактов передатчика Стирнс ввел в схему передающий электромагнит, что у Слонимского достигалось посредством

ключа особой конструкции. Телеграфная компания «Western Union» заинтересовалась патентами, полученными Стирнсом, и собиралась приступить к опробованию этого метода. Эдисон по своей инициативе и независимо от каких-либо телеграфных компаний также работал над системой дуплексного телеграфирования; он предполагал, что его система должна быть более совершенной, чем у других изобретателей. В 1869 г., когда Эдисон над этим уже много работал, он достиг решения, но не делал патентных заявок. Никаких записей, которые позволили бы понять, что нового внес Эдисон в систему дуплексного телеграфирования, не опубликовано. Возможно, что Эдисон не менял общую схему, принятую Стирнсом; на основе косвенных источников можно сделать заключение, что схема Эдисона не имела существенных отличий от схемы Стирнса.

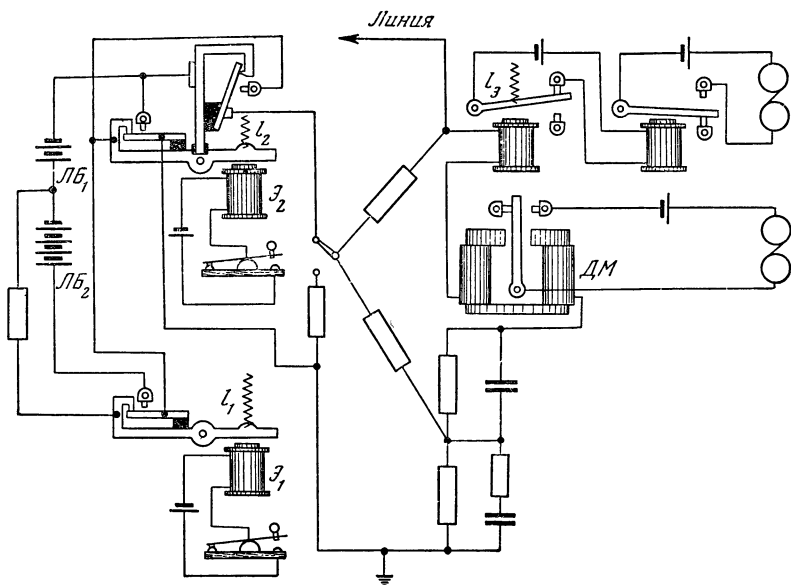
Считая, что от лабораторных испытаний можно перейти к опробованию системы на линии, Эдисон обратился к компании «Western Union» с предложением ввести новую систему в Бостонском узле. Ему отказали. Это заставило его обратиться к конкурирующей организации — «Atlantic and Pacific Telegraph Company», которая решила провести испытания системы на линии Рочестер — Нью-Йорк. 13 апреля 1869 г. была опробована передача на 400 миль. Газеты сообщили об успехе испытания, но в действительности дело обстояло иначе. Передав сигнал из Рочестера, Эдисон не мог получить ответа из Нью-Йорка. Опыты продолжались еще несколько дней, но вновь без успеха. Этим закончились попытки Эдисона внедрить схему дуплексного телеграфирования. На некоторое время Эдисон оставил опыты в этой области, но в 1871 г. предложил Уильяму Ортону, президенту «Western Union Company» возобновить опыты с дуплексной схемой. На это последовал отказ. Больше того: «Western Union Company» в 1872 г. покупает патенты Стирнса. В следующем году Эдисон вновь обратился к той же компании, сообщая, что у него появились совершенно новые и весьма ценные соображения относительно дуплексного телеграфирования. Его пригласили к Ортону, чтобы выяснить, как можно улучшить аппаратуру Стирнса, так как, по-видимому, что-то в ней не ладилось. Эдисон крайне отрицательно отозвался о системе Стирнса, и «Western Union Company» согласилась начать опыты Эдисона по дуплексному телеграфированию при условии, что в новой системе не будут нарушены

патентные права Стирнса. Эдисон обязывался в случае удачного исхода его работ продать свое изобретение этой компании. Ко времени начала этих опытов у Эдисона появилась идея квадруплекса. Весной 1873 г. он запросил «Western Union Company» о том, желательно ли им иметь «двойной дуплекс», т. е. передачу по две депеши во встречных направлениях. Ответ был положительным, но по разным причинам, в частности вследствие поездки Эдисона в Англию, опыты не начались. Ортон тоже долго отсутствовал, а без него никто интереса к квадруплексу не проявлял.

В мае 1874 г. Эдисон обратился к главному инженеру «Western Union Company» Джорджу Прескотту с заявлением о том, что он еще более усовершенствовал квадруплексную систему и имеет новые решения. Он просил Прескотта вмешаться в это дело и предложил ему быть соавтором его изобретения. Прескотт не был изобретателем, но был очень влиятельным лицом в «Western Union Company». Ортон согласился на постановку опытов и одобрил идею соавторства Прескотта с Эдисоном. Это гарантировало возможность покупки прав у Эдисона, в случае успеха изобретения, именно этой компанией, а не конкурентами. Поворотным пунктом этих работ было лето 1874 г., когда Эдисон окончательно испытал свою систему квадруплексного телеграфирования. Патент на квадруплекс был выдан Эдисону по совместной заявке с Прескоттом (за № 480567).

Квадруплексное телеграфирование, предложенное Эдисоном, имело схему «мостикового» типа, представлявшую собой мостик Уитстона, значительно развитой, с балансными сопротивлениями, подобранными так, чтобы собственный приемник каждой станции, включенный в срединную ветвь мостика, не реагировал на действие тока от своего передатчика, а реагировал бы лишь на действия тока, поступающего с другой станции. Схемы на обоих концах линии совершенно одинаковы, с зеркально размещенной аппаратурой.

Эдисон применил, как и З. Я. Слонимский, прием дуплексного телеграфирования, основанный на комбинировании простой или симплексной передачи двумя разными методами таким образом, что передачи могли одновременно вестись по одному проводу, не интерферируя между собой. Один из этих методов — метод двух токов, при котором батарея постоянно присоединена к линии на передающей станции, а направление тока меняется в начале и в конце



Система квадруплексного телеграфирования Эдисона по мостиковой схеме

каждого сигнала без перерыва цепи. Приемное поляризованное реле имеет якорь без регулирующей пружины, действие которого зависит только от перемены полярности в линии, но совершенно не зависит от силы тока. При другом методе — методе одного тока — передача осуществляется путем уменьшения или увеличения силы тока, а прием производится на неполяризованное реле с якорем, имеющим втягивающую пружину. Действие этой системы зависит только от силы тока, причем направление тока не имеет значения.

Применяя одновременно оба этих метода, т. е. переменную направления тока и изменение силы тока, и комбинируя это с приемом дуплексного телеграфирования во встречных направлениях, можно на одном проводе установить четыре телеграфных аппарата, по два на каждом конце линии.

В схеме Эдисона, приведенной на рисунке, ЛБ₁ и ЛБ₂ — две батареи, совместное действие которых сопровождается

посылкой в линию тока большей силы, вызывающей срабатывание одного неполяризованного реле \mathcal{E}_2 на приемном конце линии; сигнал же, переданный при обыкновенной силе тока, обнаруживается на приеме срабатыванием поляризованного реле *ДМ*. В отличие от Слонимского, но подобно Стирнсу, Эдисон применил передающие электромагниты \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 для устранения влияния времени перехода ключа от одного контакта к другому; якоря обоих электромагнитов снабжены особыми контактными пружинами. Эдисон применил метод включения емкости параллельно балансному сопротивлению для уравнивания емкости линии, как это делал и Стирнс.

Несмотря на то, что первая вполне пригодная для практики схема квадруплекса была предложена З. Я. Слонимским еще в 1858 г., только через 16 лет началось применение метода квадруплекса по мостиковой схеме Эдисона, запатентованного в 1874 г. Но, как показала последующая практика, мостиковые схемы не оказались оптимальными; основными стали схемы дифференциального типа, усовершенствованию которых было посвящено много работ. Однако работы Эдисона в этой области в большой мере способствовали развитию работ над квадруплексным телеграфированием, стимулировали конструкторские работы в этом направлении, несомненно очень важном для прогресса телеграфии.

Схема Эдисона была первой из вошедших в практику схем квадруплексного телеграфирования. Работы Эдисона в этой области являются главнейшими из его работ по телеграфии. Но этой системой не ограничивались его достижения в телеграфии. 6 декабря 1881 г. Эдисон (совместно с Патриком Кенни) сделал патентную заявку на «факсимиле-телеграф»; патент за № 47183 был ему выдан только 19 июля 1892 г. В патентном описании этого изобретения указывается, что факсимильная передача осуществляется на основе изменения силы тока в передающем устройстве путем изменения нажима, вызываемого автографической записью на бумаге или другом материале.

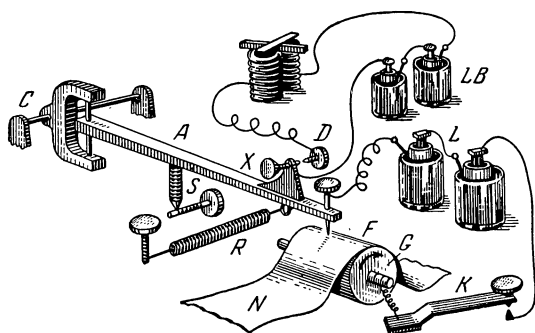
Электромотограф Эдисона представлял собой интересную попытку избавить телеграфную систему от реле, которое было капризным элементом цепи и часто доставляло неприятности. Заявку на это изобретение Эдисон сделал 13 августа 1874 г., а патент получил в январе 1875 г. (№ 158787). К построению электромотографа Эдисона при-

вело наблюдение над тем, что некоторые растворы солей меняют свои свойства под действием электрического тока. Если, например, по бумаге, пропитанной раствором едкого кали и наложенной на металлическую пластину, соединенную с положительным полюсом батареи, проводить свинцовым или платиновым острием, находящимся в контакте с отрицательным полюсом, то трение между бумагой и острием будет зависеть от прохождения тока. В момент замыкания тока трение прекращается, и острие скользит по бумаге, как по зеркалу, до тех пор, пока не произойдет разрыва тока; когда ток не проходит, трение становится очень значительным.

Подобный эффект наблюдается при действии токов очень малой силы. Попеременно появляющиеся трение и скольжение можно использовать так, чтобы получались перемещения некоторого органа в строгом соответствии с перерывами тока, происходящими в передатчике. Именно это свойство было использовано Эдисоном в электромотографе. Этот прибор мог служить телеграфным приемником или применяться для трансляции сигналов по азбуке Морзе с одной линии на другую. Сигналы, принятые этим аппаратом, могли быть либо записаны на бумажную ленту чернилами, либо приняты на слух клопфером. С некоторыми изменениями этот прибор мог быть применен и для телефонной передачи: в этом случае он носил название «приемный мотограф» (*motograph receiver*).

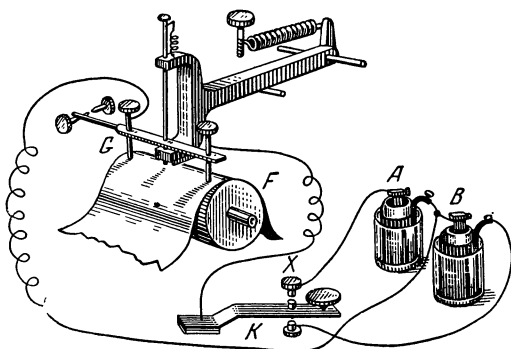
Электромотограф Эдисона (см. рисунок) имел следующее устройство. Рычаг опирается одним концом на универсальный шарнир *C*; на другом конце рычаг имеет винт *F* с платиновой напайкой, лежащий на ленте из влажной бумаги, которая продвигается вперед в направлении стрелки посредством барабана *G*. Барабан непрерывно вращается посредством часового механизма. Пружина *S* служит для нажатия кончика рычага *F* на влажную бумагу. Пружина *R* служит для нажатия на рычаг с острием *X* вправо. Буквой *K* помечен ключ, а *L* — основная гальваническая батарея. Цинковый полюс батареи находится в контакте через проводник с кончиком *F*, а угольный полюс — с металлическим барабаном *G* через посредство ключа *K*. Когда ключ нажат, химическое вещество, которым пропитана лента, разлагается проходящим сквозь бумагу током, трение уменьшается, и рычаг в точке *X* замыкает местную цепь, в которую включены местная батарея *LB* и клопфер

АХ. Если же ключ не нажат, то сила трения платинового кончика *F* по бумаге настолько увеличивается, что пружина *R* не сможет удержать стерженек *X*, который будет



Электромотограф Эдисона

увлекаться в направлении к *D* вращением барабана *G*. В таком положении прибор будет находиться до нового нажатия ключа.



Поляризованный электромотограф Эдисона

Таким образом, рычаг перемещается вследствие различия сил трения.

Кроме этого типа электромотографа Эдисон предложил другой тип — поляризованный. В этой схеме ключ *K* попеременно соединяет батареи *A* и *B* с рычагом электромо-

тографа, посылая ток прямого или обратного направления. Ток от батареи *A* проходит через правое острие, через бумагу к острию *G*, а от него к другому полюсу батареи *A*. Водород будет выделяться у острия *F*, где участок бумаги становится скользким, а кислород образуется у острия *G*, где сохраняется нормальное трение. Поэтому при вращении барабана острие *G* передвинется направо, а при изменении полярности рычаг повернется влево. На практике Эдисон применял этот аппарат для автоматической трансляции сигналов с одной линии на другую со скоростью около 1200 слов в минуту. К этому устройству он присоединил пишущий аппарат.

Особую группу работ Эдисона в области электрической связи составляют разработанные им схемы индукционных телеграфов, в которых между передающей и приемной станциями не было непрерывной телеграфной линии связи.

Разрабатывая разные системы телеграфов и изучая их особенности, Эдисон, конечно, понимал, сколько трудностей в экономическом и эксплуатационном отношениях создает сама линия. Его всегда интересовала проблема дистанционного эффекта посредством индукционного взаимодействия не связанных между собой контуров. Этой проблемой он начал заниматься в 1875 г., когда были уже позади очень трудоемкие работы его по квадруплексной телеграфии. Можно понять логический приход Эдисона к этой проблеме. Если квадруплексная телеграфия позволили значительно более экономично использовать однопроводную линию, то нахождение применимого на практике метода телеграфирования без проводов имело бы громадное значение. К различным методам разрешения этой проблемы Эдисон неоднократно возвращался в 80-х и 90-х годах. Уже в 1875 г. он предсказывал, что в будущем связь будет осуществляться без такой «обузы», как провода («useless encumbrance»). В 80-х годах Прис в Англии, а в США — Джон Трубридж в Гарвардском университете и Эдисон довольно много экспериментировали в этом направлении. Один из близких к Эдисону людей — Эзра Гиллиленд занялся экспериментами на машиностроительном заводе Эдисона в Нью-Йорке.

Задача ставилась вначале в тех масштабах, которые диктовались реальными потребностями страны. Трасса, по которой поезд в течение своего многодневного рейса

пересекала страну с востока на запад, проходила по слабоколонизованной и малонаселенной местности, кое-где даже полупустынного характера. Поэтому чрезвычайно актуальной задачей было создание связи движущегося поезда со всей линией железной дороги. Для реализации этого было предложено устроить особую телеграфную линию, подвешенную на столбах параллельно железнодорожной линии на высоте вагона. На крыше одного или нескольких вагонов предлагалось уложить изолированную металлическую полосу, последовательно соединенную с телефонным приемником и со вторичной обмоткой катушки; заземление производилось через колеса вагона и рельсы. Контур передатчика состоял из батареи, ключа, зуммера и переключателя с передачи на прием. Такие же аппараты устанавливались на железнодорожных станциях. Расстояние между металлической полосой на крыше вагонов и телеграфным проводом, составлявшее 30—50 футов, должно было перекрываться за счет индукционного взаимодействия. Импульсы передавались в виде музыкального жужжания различной продолжительности по коду Морзе. Такой телеграф назывался «телеграфом-кузнечиком» из-за постоянного треска, которым сопровождался прием информации.

На такую систему 26 ноября 1885 г. было подано две заявки и затем были выданы два патента: № 486634—22 ноября 1892 г. и № 465971—29 декабря 1891 г.¹⁷ На схеме, приложенной к патенту № 486634, показаны: *aa* — две изолированные пластины, уложенные на крыше вагона; *I* — проволока, соединяющая эти пластины с одним зажимом вторичной обмотки индукционной катушки *E*, второй зажим которой соединен с телефоном *F*; *2* — провод от телефона к земле через колеса вагона. Первичная обмотка индукционной катушки через выключатель *e* соединяется с электромагнитным прерывателем тока *I* и батареей *H*. Конденсатор *K* служит для устранения искрения. Выключатель *G* нормально замыкает накоротко вторичную обмотку индукционной катушки через проводники *3* и *4*. При поступлении сигнала выключатель *e* размыкается, а *G* остается в короткозамкнутом положении; сигнал принимается на телефон или клопфер. При посылке сигналов выключатель *e* замкнут, а выключатель *G* нажимается с интервалами, необходимыми для создания точек и тире по коду Морзе.

Вторым патентом (№ 465971) предусматривалась возможность использования электромотографа. На схеме показаны емкости C , установленные на достаточной высоте и соединенные с землей проводами I через электромотограф D и вторичную обмотку индукционной катушки F . В первичную обмотку индукционной катушки может

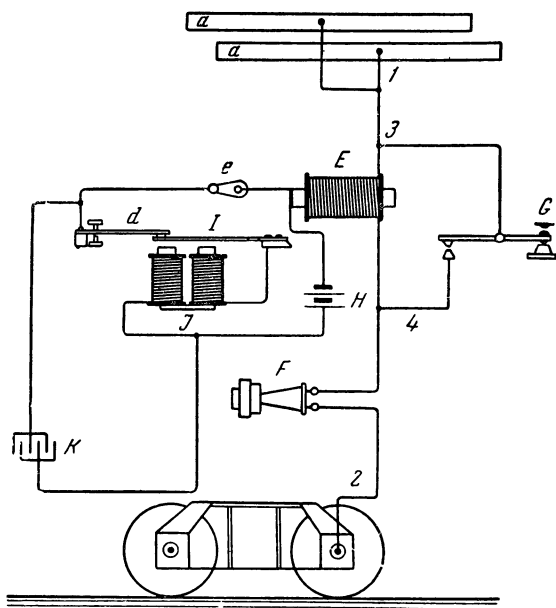


Схема индукционного телеграфа Эдисона по патенту
№ 486634

быть включен вращающийся прерыватель, нормально замкнутый ключом H . Когда ключ нажат, в первичной цепи создается большое число импульсов, а соответствующие вторичные импульсы создаются выведенной вверх емкостью (condensing surface). Электростатические импульсы передаются посредством индукции на удаленную поверхность C' и будут приняты в электромотографе приемной станции. Слой воздуха между C и C' представляет собой диэлектрик конденсатора. Таким образом, здесь имеется цепь, состоящая из последовательно включенных сопротивлений, самоиндукции и емкости, в которой

генерируется переменный ток серией импульсов низкой частоты.

Интересно отметить, что Эдисон был одним из первых, кто указал на преимущество выведенных вверх пластин. В патенте указывается, между прочим: «Я изобрел новое и полезное усовершенствование способа электрической передачи сигналов посредством выведенных вверх пластин»

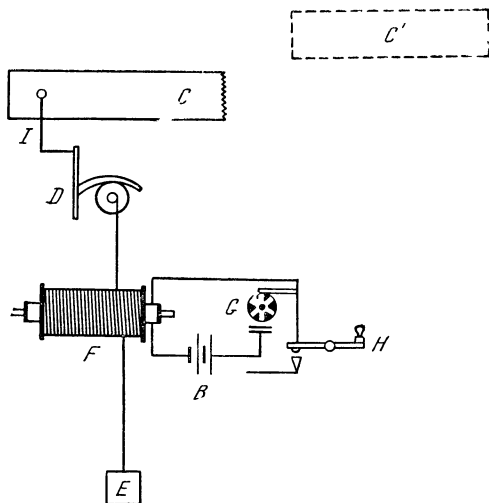


Схема индукционного телеграфа Эдисона по патенту № 465971

или устройств. Я открыл, что если высота установки будет достаточной, чтобы преодолеть кривизну земной поверхности и чтобы свести к минимуму поглощение земной поверхностью, то электрическое телеграфирование или сигнализация между двумя удаленными точками может быть осуществлена без проводов между этими точками посредством индукции. Это изобретение может применяться для телеграфирования через водные пространства, что может быть сделано без прокладки подводных кабелей, или для связи между судами в море, или между судами в плавании и береговыми пунктами. Но это изобретение применимо также для связи между удаленными друг от друга пунктами на земной поверхности, для чего будет необходимо,

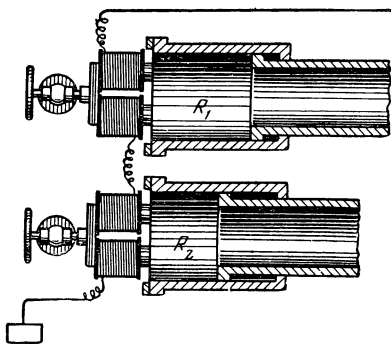
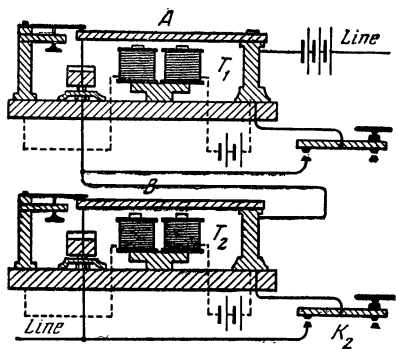
однако, увеличить высоту установки, дабы свести к минимуму эффект поглощения индукции зданиями, деревьями и выжужлыми участками самой земной поверхности. На море при высоте 100 футов я могу создать связь на большие расстояния, так что если такая высота может быть получена от существующих мачт, то связь между кораблями может поддерживаться на большом расстоянии, а при использовании для ретрансляции промежуточных судов — на расстоянии через океан». Это изобретение в 1904 г. было приобретено компанией Маркони, по-видимому для того, чтобы закрепить за собой права на эту систему, которая на заре радио могла конкурировать с радиотелеграфом. Компания Маркони эту систему на практике никогда не применяла. Эдисон и Гиллиленд опробовали эту систему, и опыты были удачными.

Эдисон разработал также вариант этой системы на электростатической основе для передачи на расстояние до трех миль: в Менло-Парке такой «пространственный телеграф» (space telegraph) действовал на расстоянии 580 футов. Этот вариант системы состоял из электрофорной машины и приспособления для разряда индукционной катушки на металлический лист, укрепленный на вершине мачты. Электростатический заряд этого листа вызывает появление такого же заряда на удаленной приемной мачте, отчего получается щелкающий звук в телефонном приемнике. Много лет спустя Эдисон удивлялся, как мало внимания он уделил своим системам телеграфной передачи без проводов, которые являлись предшественниками беспроводной телеграфии, осуществленной на электрических волнах. Как видно из описания систем Эдисона, в них действие происходило на основе индукции, а не на применении электрических волн.

Кроме работ по телеграфии Эдисон много опытов и исследований посвятил телефонии. В этой области его работы также увенчались большим успехом; телефония получила из рук Эдисона угольный передатчик как завершение его упорных поисков средств для усовершенствования телефона и превращения его в четко работающее устройство связи. Работ Т. А. Эдисона по телефонии было очень много, и ход этих работ весьма поучителен.

Вопросом передачи звуков по проводам посредством электричества Эдисон заинтересовался в период своих усиленных работ над квадруплексным телеграфированием.

Первые работы его в этом направлении имели целью применить звуковую телеграфную передачу. Здесь еще не ставилась задача передать на расстояние членораздельную человеческую речь или музыку. Комбинации ограниченного числа звуков могли обеспечить передачу сигналов на расстояние по коду Морзе; возможно даже, что этот принцип помог бы найти новые способы одновременных передач. Исходя из возможностей, уже освоенных телеграфом, Эдисон в начале 1875 г. конструирует «камертонный телеграф». В передатчике два камертона *A* и *B* совершают от 100 до 500 колебаний в секунду и поддерживаются в постоянном колебании при помощи местных электромагнитов и батареи; для замыкания цепей служат ключи *K*₁ и *K*₂. Как видно из схемы передатчика этой системы, в ней применено жидкостное переменное сопротивление с подвижным электродом.



Камертонный телеграф Эдисона (вверху — передатчик, внизу — приемник)

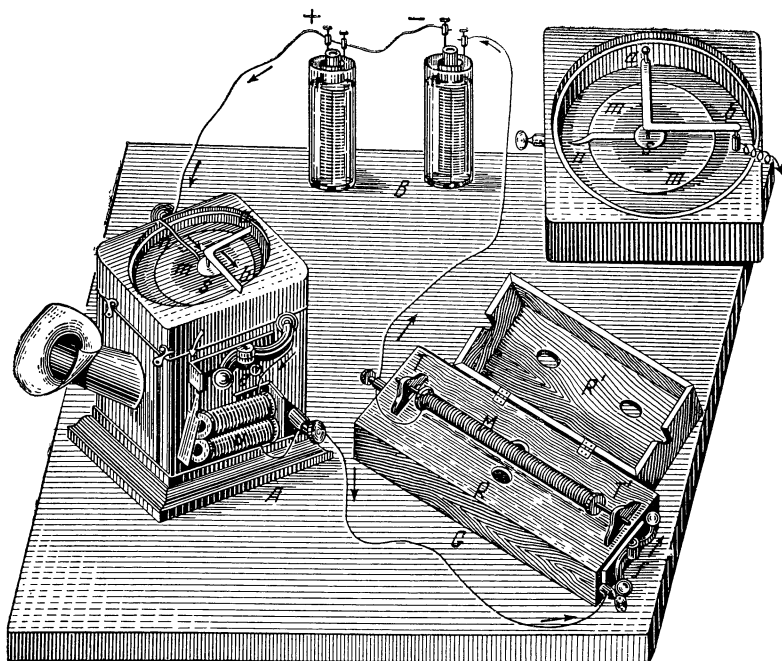
Приемники *R*₁ и *R*₂ состояются из раздвижных металлических труб, изменением длины которых можно добиться того, что образовавшийся столб воздуха будет колебаться в унисон с камертоном. На одном конце труб напаяна стальная диафрагма, а трубы размещаются так, чтобы каждая из диафрагм приходилась против электромагнита, действие которого вызовет вибрации диафрагмы. Если столб воздуха в каком-либо приемнике точно соответствует заданному тону, то сигналы начала и окончания колебаний от удален-

ного ключа будут очень громкими по сравнению с другими тонами, не гармонирующими со столбом воздуха. К приемнику присоединяют гибкие резиновые трубки с наушниками (стетоскоп).

Такая система, по словам Эдисона, работала очень хорошо. Для передачи точки раздавались два звука подряд, а для передачи тире — два звука, разделенные небольшим промежутком времени. Еще лучшие результаты были получены при двух отдельных камертонах: одного для точек и другого для тире; в этом случае камертоны должны быть различны по высоте тона.

В этой системе уже ясно виден принцип магнитного телефона-приемника (телефон тогда еще не был изобретен). В том же 1875 г. Уильям Ортон, президент «Western Union Company», обратил внимание Эдисона на работы немецкого изобретателя Филиппа Райса, телефон которого был подробно описан в 1862 г.¹⁸ Другими словами, выдвигалась проблема передачи звуков на расстояние электрическим методом.

О телефоне Райса было много споров: мог ли он служить для передачи членораздельной человеческой речи или не мог? Несомненно, эту функцию он выполнить еще не мог; тем не менее принцип, положенный в основу прибора Райса, представлял большой интерес и применялся в последующих конструкциях телефона. На приводимом нами рисунке изображен телефон Райса в начальном его виде. Фанерный ящик имеет в передней стенке отверстие с амбушюром, в которое входят звуки; в верхней крышке ящика вырезан круг, в который вставлена гибкая перепонка из бычьего пузыря с приклеенной посредине тонкой платиновой пластинкой диаметром около 2 см. Поступавшие в ящик звуки вызывали колебания перепонки, точно соответствовавшие колебаниям воздуха от музыки или слов. Над платиновой пластинкой находился рычажок с иглой, так что контакт между иглой и пластинкой мог изменяться от вибраций перепонки. Посредством клеммы и проводника пластинка соединялась с положительным полюсом батареи, а рычажок — с отрицательным полюсом. Приемником являлся стержень из мягкого железа с обмоткой, по которой проходил ток; сила тока менялась в зависимости от сопротивления контакта между пластинкой и иглой рычажка. Так как через обмотку стержня проходил ток переменной силы, то менялась степень



Телефон Райса

намагничивания стержня, и он издавал звучание, позволявшее определить, какая музыка передавалась. В усовершенствованном типе своего телефона Райс также не добился передачи на расстояние членораздельной речи. Однако начало телефонии было положено. Эдисон в конце 1875 г. тоже стал интересоваться проблемой передачи человеческой речи на расстояние, считая, что такой метод электрической связи будет иметь важное самостоятельное значение и, кроме того, сможет применяться в некоторых случаях, где прочное место завоевала телеграфия.

Эдисон сам составил сводку своих работ по телефонии, проведенных до 1879 г., которая была опубликована в монографии Прескотта о зарождении и развитии телефонии¹⁹. От попыток использовать передачу звуков для целей телеграфии Эдисон пришел непосредственно к работам по созданию аппаратуры и системы передачи речи и музыки на расстояние.

При первой попытке построить говорящий телефон Эдисон использовал передатчик Райса и один из резонансных приемников, уже применявшихся Эдисоном ранее. Главной целью была передача членораздельной речи, а для этого систему Райса нужно было сделать более чувствительной и прежде всего повысить чувствительность передатчика. Другими словами, нужно было ввести в цепь телефонного передатчика такое сопротивление, которое изменялось бы более заметно под действием звуковых колебаний. Поэтому Эдисон начал испытывать, каким путем можно повысить чувствительность вводимого сопротивления, могут ли сыграть роль, например, капли жидкости, помещаемые в передатчике Райса между острием и платиновой пластинкой на перепонке. Начало оказалось совершенно неудачным: вода разлагалась, а изменение сопротивления в цепи от воздействия звуковых колебаний не только не становилось более значительным, а наоборот, ухудшалось, что вызывало сильные искажения. Не удалось добиться хороших результатов и тогда, когда на острие надевали небольшой кружок, а между ним и кружком на перепонке помещали каплю воды, губку, бумагу или войлок, пропитанные разными растворами.

Эдисон еще в 1873 г. изготовлял реостаты, в которых было использовано свойство порошкообразного угля, графита и других материалов, заключенных в трубку, менять свое сопротивление при их сжатии. Поэтому в своих опытах над телефонным передатчиком в начале 1876 г. Эдисон обратился к твердым веществам. Применяв топкую пленку из графита и арканзасского белого камня, Эдисон впервые четко и членораздельно передал несколько фраз. Однако и при этих опытах не был достигнут полный эффект. Изменение сопротивления неметаллических проводников под воздействием колебаний диафрагмы оказалось недостаточным. Эдисон вводит очень важное усовершенствование: он включает это сопротивление в первичную обмотку индукционной катушки. В этом случае вторичная обмотка обнаруживала весьма заметные колебания силы тока, который и передавался в линию. От этого повышалась чувствительность передатчика и громкость на приеме, а также увеличивалась дальность приема. В качестве материала для угольного сопротивления в микрофоне Эдисон использовал прессованную ламповую сажу, получаемую от сжигания керосина.

На основе этих экспериментов Эдисон построил две схемы телефонной передачи. На приводимой нами схеме, предназначенной для длинных линий, A — индукционная катушка, первичная обмотка которой имеет сопротивление несколько ом и помещена поверх вторичной обмотки (а не внутри, как обычно); S — вторичная обмотка из более тонкой проволоки сопротивлением 150—200 ом, в зависимости от применяемого напряжения; R — приемный телефон, состоящий из магнита, обмотки и диафрагмы; один из полюсов магнита приходится у периферии диафрагмы, а второй (от обмотки сопротивлением около 75 ом) расположен против центра диафрагмы. PR — поляризованное сигнальное реле, которое дает смещение в одну сторону и реагирует только на ток одного определенного направления. Рычаг этого реле под воздействием тока, посылаемого от другой станции, замыкает местную цепь, содержащую звонок B , что будет сигналом к началу переговоров. Местная батарея E может служить также и для посылки сигнала. Рычаг S , находясь в среднем положении o между m и n , отключает передатчик T и местную батарею E от катушки A , и в этом положении поляризованное реле PR может свободно реагировать на токи из удаленной станции. Когда нужно начать переговоры с другой станцией, рычаг S поворачивается налево в положение n и несколько раз быстро нажимается. Тогда ток местной батареи пройдет через первичную обмотку индукционной катушки и вызовет сильный ток во вторичной обмотке s , который подействует на вызывной звонок другой станции.

Для коротких линий (не более 30 миль) Эдисон предложил другое устройство. На рисунке индукционная катушка, ключ, батарея, передающий и приемный телефоны

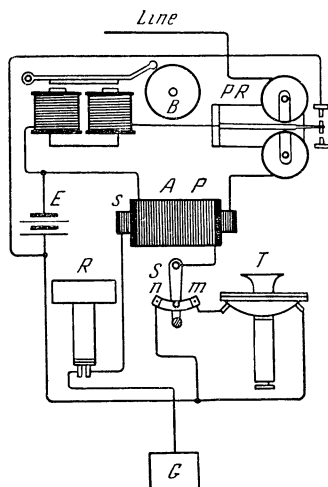


Схема телефонной передачи Эдисона для длинных линий

обозначены теми же буквами, что и в предыдущей схеме. Выключатель S устроен иначе. Если штепсельная вилка вставлена между гнездами 3 и 4 , реле или клопфер R' , батарея E и ключ включаются в главную линию: это нормальное положение для сигнальных целей. Три элемента Даниэля являются местной и линейной батареей. Если штепсельная вилка вставлена между гнездами $1, 2$ и 4 , аппарат готов для телефонной связи.

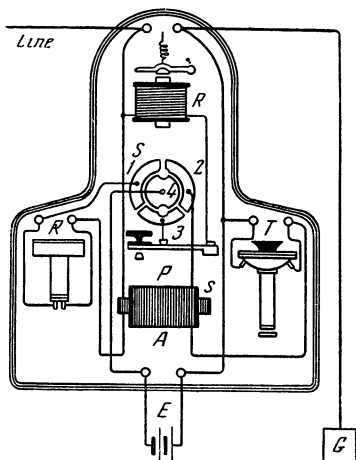
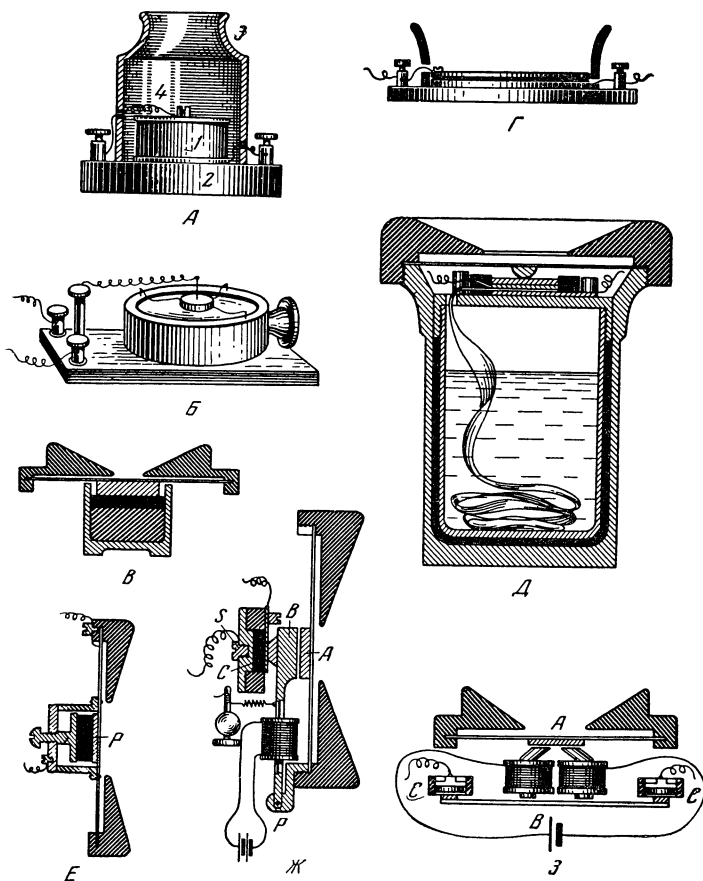


Схема телефонной передачи Эдисона для линий до 30 миль

Предложенные Эдисоном схемы и его решение строить «угольный микрофон» были совершенно правильными. Идя по этому пути, можно было довести весьма несовершенный телефон Белла, который демонстрировался в 1876 г. на Филадельфийской выставке, до состояния, допускающего практическое использование. Основной задачей становится построение хорошего передатчика. Этим и занялся Эдисон. Задача оказалась не из легких, и вторую половину 1876 г. и

почти весь 1877 г. Эдисон посвятил работам по построению угольного микрофона и других его разновидностей. О пути, который Эдисон прошел в поисках рациональной и надежной конструкции микрофона, говорят нам его многочисленные патенты. Мы приводим некоторые из построенных Эдисоном микрофонов (см. рисунок); этим далеко не исчерпываются все его пробы, но даже и эти неполные данные позволяют судить о колоссальной работе, сделанной Эдисоном. Дадим краткое описание принципов, положенных в конструкцию этих микрофонов, на основе которых Эдисон достиг успешных результатов.

А. Угольный микрофон состоит из угольного блока 1 , уложенного на дне цилиндра 3 на металлическую пластину 2 и перекрытого более тонкой металлической пластиной 4 . Вес пластины 4 создает постоянное давление, которое варьируется от звуковых колебаний. Угольный блок



Некоторые типы микрофонов, построенных Эдисоном в 1877 г

может быть заменен толстым диском, спрессованным из ткани, поры которой заполнены пылевидным графитом. Построен 27 июня 1877 г.

Б. Уголь покоится на диафрагме, которая в этом приборе горизонтальна, образуя крышку дно звуковой камеры, амбушюр которой расположен сбоку. Три тонкие проволоки удерживают уголь в центре диафрагмы. При звуковых колебаниях диафрагма вибрирует и вызывает

изменение плотности контакта между нею и углем, а следовательно, и изменение сопротивления. Построен 5 июля 1877 г.

В. Порошкообразный графит плавает над слоем ртути, а на его поверхность нажимает толстый металлический диск, укрепленный в центре диафрагмы. Построен 12 августа 1877 г.

Г. Кусок ткани, поры которой пропитаны частицами пылевидного графита, помещается между двумя пластинами: верхней, на которую действуют звуковые колебания, как на диафрагму, и нижней, представляющей собой толстую металлическую пластину. Построен 20 сентября 1877 г.

Д. Вместо угля применена пропитанная водой бумажная лента, погруженная концом в воду, заполняющую нижнюю часть сосуда; сверху лента заключена между пластинами, и степень нажатия на нее изменяется действием диафрагмы. Построен 19 ноября 1877 г.

Е. Этот микрофон был назван «инерционным»; в нем уголь помещен между двумя металлическими пластинами, из которых одна соединена с диафрагмой, а другая установлена при помощи винта в раме, скрепленной с диафрагмой при помощи изоляционных подпорок. При вибрациях приходит в движение вся система, а не только пластина *P*, как в обычных передатчиках. Эдисон объясняет такое действие следующим образом: после того как произойдет перемещение вправо, диафрагма внезапно останавливается и уголь под действием сил инерции давит на пластину *P*. Построен 30 сентября 1877 г.

Ж. У магнитных телефонов было то преимущество, что диафрагма не соприкасалась с какими-либо деталями, а потому могла свободно вибрировать; нажатие же на уголь всегда сопровождается некоторыми искажениями. Чтобы избежать этого, Эдисон предложил микрофон более сложной конструкции. В нем к диафрагме прикреплен якорь *A* из мягкого железа, который обращен к электромагниту *B*, но не соприкасается с ним. *A* и *B* — два противоположных полюса одного и того же электромагнита, соединенные в шарнире *P* и поляризованные местной батареей. Магнит *B* нажимает на уголь *C*; это нажатие регулируется винтом *S*. Сила притяжения между *A* и *B* изменяется с переменной расстояния между ними. Если от вибраций *A* приближается к *B*, то притяжение быстро

возрастает, а нажатие B на уголь C уменьшается. При движении в обратном направлении притяжение уменьшается, и B под действием пружины увеличивает давление на C . Построен 25 июня 1877 г.

З. Диафрагма в этом микрофоне несет якорь A , который при своем движении меняет магнитное поле двух электромагнитов. Эти изменения магнетизма заставляют стержень, расположенный в магнитном поле, воспроизводить начальные колебания. Концы этого стержня удерживаются магнитной силой у двух кусков угля C , которые вместе со стержнем включены в первичную цепь индукционной катушки. Сопротивление цепи уменьшается, когда стержень подымается, и увеличивается, когда стержень отходит вниз. Построен 10 апреля 1877 г.

Эдисон строил и испытывал также микрофоны, в которых было несколько кусков неметаллических проводящих материалов. Он установил, что громкость возрастает, если увеличивается число контактных поверхностей, но членораздельность и разборчивость речи при этом ухудшаются. Некоторые из приборов этого рода представлены на приводимом нами рисунке. Все они построены в 1877 г.

А. Четыре куска древесного угля CC поддерживаются вертикальными пружинами S и S' ; ближайший к диафрагме кусок угля соприкасается с угольным диском D , укрепленным в центре диафрагмы. Первичная обмотка индукционной катушки присоединена к диафрагме и к пружине S' ; таким образом, в цепи тока находятся все неметаллические проводники.

Б. Два угольных блока разделены металлической пластинкой.

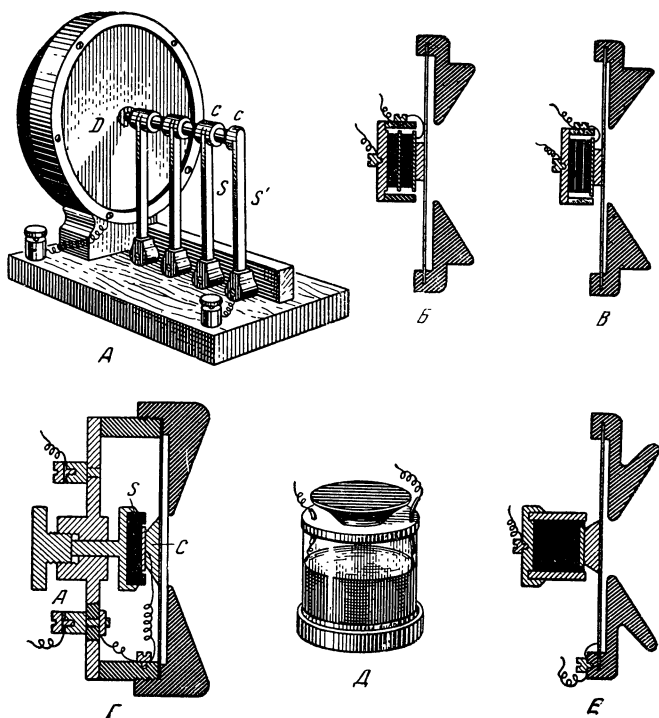
В. Три смежных куска угля использованы для повышения чувствительности микрофона.

Г. Десять шелковых пластин, в поры которых запрессована смесь из декстрина и ламповой сажи.

Д. Вместо угля использована масса из мелких кусочков пробки, покрытых графитом.

Е. Уголь заменен волокнами шелка-сырца, покрытыми графитом. Такой микрофон мог применяться как в передатчике, так и в приемнике.

Перечисленные типы угольных микрофонов Эдисона показывают, что он разработал много пробных конструкций. Однако в практику они не вошли. Основываясь на этих опытах, Эдисон сконструировал еще два типа уголь-

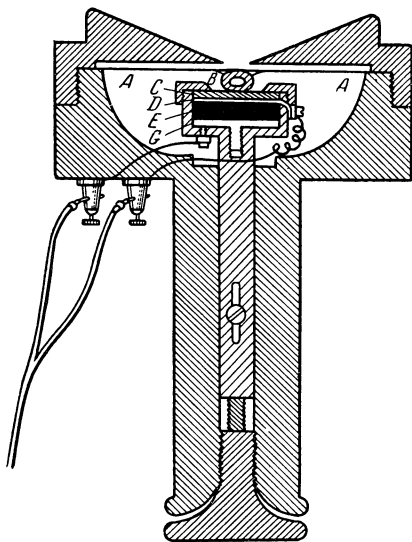


Микрофоны Эдисона с большим числом контактных поверхностей

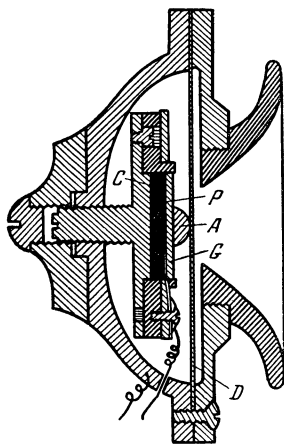
ных микрофонов, пригодных для использования в телефонии. В первом из них угольная пластина *E* (на рисунке зачернена) расположена около диафрагмы *AA* и находится между двумя платиновыми листами *D* и *G*, которые присоединены к цепи батареи. Кусочек резиновой трубки *B* присоединен к центру металлической диафрагмы и слегка нажимает на пластинку из слоновой кости *C*, которая положена на один из платиновых листов. Любое смещение диафрагмы сопровождается соответствующим нажатием на уголь и, следовательно, изменением сопротивления в цепи. Назначение резиновой трубки — смягчать удары и быстро возвращать уголь в состояние покоя. Любой электромагнит с металлической диафрагмой может

служить приемником для звуков, передаваемых этим передатчиком.

В последних моделях телефонного микрофона Эдисон в качестве вибрирующей диафрагмы применил металлическую пластину, назначение которой — собирать и концентрировать звуковые волны на ограниченной угольной поверхности. Угольная пластина в этом приборе (см. рисунок) заключена в обойму из твердой резины и опирается



Угольный микрофон Эдисона



Угольный телефонный передатчик Эдисона

одной стороной на металлическую часть корпуса, имеющую провод для присоединения к одному полюсу батареи. Другая сторона угольной пластины покрыта тонкой платиновой фольгой *P*, соединенной с другим проводом для включения микрофона в цепь батареи. К платиновой фольге приклеен стеклянный диск *G*, над серединой которого находится алюминиевая кнопка *A*. Диафрагма *D* соприкасается с кнопкой *A* своей центральной частью и служит для передачи давления на уголь. Этот микрофон Эдисона значительно улучшил качество передачи и способствовал расширению применения телефона.

Одновременно с Эдисоном над усовершенствованием телефона работали и многие другие изобретатели и ученые, имевшие несомненные достижения. Здесь следует упомянуть о работах Э. Берлинера, который также создал угольный микрофон, улучшивший телефонную передачу; прибор действовал на принципе изменения сопротивления неплотных контактов. Эдисон в своих опытных работах этот принцип не применял.

Работы Эдисона над телефоном были очень трудоемкими, на них было затрачено много времени и средств. Мы уже говорили о том, как много разновидностей микрофонов построил Эдисон для испытаний. Однако он не ограничился работой только над микрофонами; он опробовал много типов телефонов, действовавших на принципах, отличных от электромагнитного, или же придавал электромагнитному телефону совершенно оригинальную конструкцию. Приведем краткие характеристики этих принципиально различных типов телефона.

Несколько типов его телефонов можно объединить под общим названием «телефоны с коротким замыканием или с отключением» (*short circuiting telephones, cut-out telephones*). В таких телефонах диафрагма при вибрациях отключает от цепи некоторую часть сопротивления, пропорциональную амплитуде своих колебаний. В других типах тонкая проволока большого сопротивления навита в спиральной борозде на поверхности цилиндра и включена в первичную цепь индукционной катушки. На эту проволоку наложена пружина, которая под действием диафрагмы может вводить в цепь большее или меньшее число витков и таким путем менять сопротивление. Колебания диафрагмы могут вызывать сближение и удаление витков спиральной пружины, а следовательно, полный контакт у большего или меньшего числа крайних витков, что приводит к изменению сопротивления проволоки в соответствии с амплитудой колебаний диафрагмы.

Эдисоном были построены конденсаторные телефоны, в которых используется не изменение силы тока в цепи, а изменение емкости конденсаторов в результате изменения расстояния между пластинами под действием звуков. Он получил патенты на электростатический телефон, электромеханический телефон, телефон с жидкостным сопротивлением, телефон с вольтовым столбом, в котором

меняется внутреннее сопротивление и его поляризация в зависимости от вибраций диафрагмы.

Труд Эдисона над усовершенствованием телефона огромен. Совершенно несравнима с ним работа А. Г. Белла, получившего патент на телефон в 1876 г. Без усовершенствований, внесенных другими изобретателями, в том числе Эдисоном, телефон не получил бы большого распространения и не стал бы простым, дешевым и удобным средством связи.

Фонограф и кинематограф

На Всемирной выставке 1889 г. среди многочисленных замечательных экспонатов особенно выделялся один, привлекавший чрезвычайное внимание публики. В машинной галерее, в павильоне электрических машин и приборов, среди других изобретений Эдисона на особых столах были помещены ящики из красного дерева, в которых находились сложные и довольно изящные аппараты, от которых отходили длинные каучуковые трубки. Каждая такая трубка на другом конце разветвлялась на несколько (до шести) трубок меньшего диаметра. Каждая из них в свою очередь разделялась на две короткие и еще более тонкие трубки с наконечниками из китового уса. Около этих экспонатов выстраивались большие очереди посетителей выставки. К каждому аппарату одновременно допускались группы по шесть человек. Посетители вставляли в уши наконечники и слушали передачу из этого аппарата: она была в высшей степени чистой и отчетливой и настолько похожей на подлинную человеческую речь, что у некоторых слушателей возникало сомнение — не обманывают ли здесь наивных людей, способных верить в чудеса. Некоторые аппараты передавали не речь, а музыку. Можно было прослушать в фонографе игру симфонического оркестра, отдельного музыкального инструмента или голос певца. Информационные материалы и иллюстрированные путеводители по выставке отмечали, что запись человеческой речи и музыки, которую можно прослушать при посредстве фонографа Эдисона, была



Групповое прослушивание фонографа на Всемирной Парижской выставке 1889 г.

произведена незадолго до выставки и что она может сохраняться неопределенно долгое время, пока не разрушится материал валиков, на которые нанесена запись.

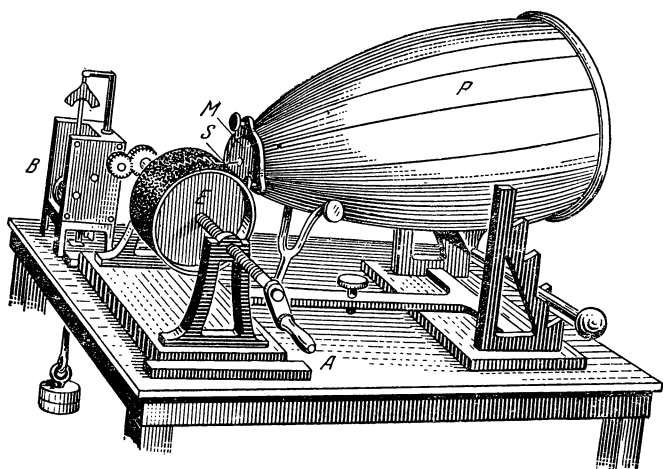
Фонограф в то время уже не был новинкой. Об опытах записи звука и ее репродукции, с успехом произведенных Эдисоном, знали многие. Первые образцы фонографа уже демонстрировались ранее. Еще в 1877 г. Эдисон получил патент на это изобретение. Но потребо-

валось много лет упорного труда, чтобы усовершенствовать прибор, устранить многие присущие ему недостатки и найти для него место в жизни. Ко времени Всемирной выставки 1889 г. прибор вполне отвечал тем требованиям, которые к нему предъявлял сам изобретатель, и мог быть показан широкой публике. Вместе с тем в этот прибор можно было внести еще много усовершенствований. В течение последующих 40 лет Эдисон не оставлял работ над фонографом и его внедрением в жизнь: только в 1929 г. он заявил, что больше не будет работать над усовершенствованием фонографа и прекращает производство этого аппарата.

Эдисон относился к этому своему изобретению с исключительной любовью и называл его «самым любимым». Газетному корреспонденту, приехавшему в 1877 г. в Менло-Парк, Эдисон сказал: «Я изобрел много машин, но эта,— и он с нежностью положил руку на фонограф,— мое последнее дитя. Я надеюсь, оно вырастет и будет мне поддержкой в старости». «Последнее дитя» — это последнее к тому времени изобретение.

Мысль изыскать способ верной звукозаписи и четкого звуковоспроизведения не была новой. Но до Эдисона не было предложено ни одного решения, пригодного для практики. Однако кое-что в истории этого вопроса уже было сделано. Так, в 1857 г. французский типограф Леон Скотт из Мартенвиля построил прибор, названный им фоновавтографом, при помощи которого можно было записывать звук. Фоновавтограф имел следующее устройство (см. рисунок). На узком конце параболоидной трубы P натянута упругая перепонка M , к центру наружной поверхности которой воском прикреплен штифт S ; штифт состоит из пружинящей щетинки, к концу которой прикреплена бородка пера. Цилиндр E имеет снаружи бумажную обкладку, покрытую сажей; при вибрациях перепонки бородка счищает частицы сажи. Двигатель B с гирей (или рукоятка) сообщает цилиндру вращение. От колебания воздуха в трубе происходят вибрации перепонки, и штифт записывает эти вибрации на вращающемся цилиндре с закопченной бумагой.

28 октября 1857 г. Скотт сделал сообщение о своем изобретении в Париже «Обществу для поощрения национальной промышленности». Сообщение произвело благоприятное впечатление, и 6 января 1858 г. доклад о фон-



Фонавтограф Скотта

автографе Скотта сделал известный физик Лиссажу²⁰, отметивший правильность и целесообразность идеи изобретателя. В 1861 г. Скотт демонстрировал прибор в Парижской Академии наук, но поддержки не получил и потерял всякую надежду на возможность доработки изобретения и его использования. Он умер в бедности в 1878 г., т. е. тогда, когда Эдисон уже имел заметные успехи в опытах с фонографом.

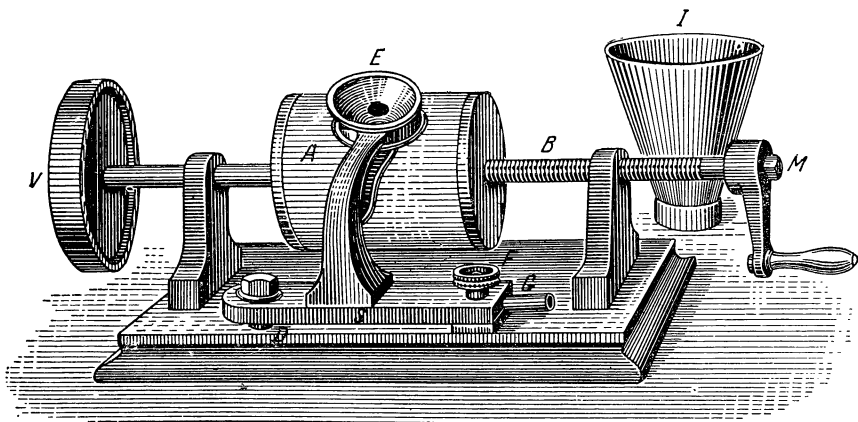
Скотт не пытался решить другую задачу — как воспроизводить записанные колебания. Некоторый шаг в этой области был сделан примерно через 20 лет после Скотта другим французом — Шарлем Кро. 30 апреля 1877 г. он представил Парижской Академии наук описание своего изобретения — «палеофона»; описание это было запечатано в конверт, на котором была написана просьба Кро вскрыть конверт 3 декабря 1877 г.²¹ Палеофон (что означает «голос прошедшего») представлял собой прибор для звукозаписи; вместо нанесения записи на поверхность цилиндра Кро предложил наносить запись, как след от качательного движения рычажка с записывающим штифтом, на вращающуюся плоскую пластину, покрытую ламповой сажей. Кро не ограничился только проблемой звукозаписи. В своей записке Академии наук

он писал: «Главная суть моего способа состоит в получении следов попеременного движения вибрирующей перепонки так, чтобы можно было воспользоваться этими же самыми следами для воспроизведения ее первоначальных вибраций с сохранением их прежних взаимных отношений по силе и продолжительности. Задача состоит в том, чтобы преобразовать весьма нежные следы — как, например, штрихи, получаемые от скольжения тонкого острия по покрытой сажей поверхности, — в рельефные или углубленные черточки, обладающие такой прочностью, чтобы они могли выдерживать трение подвижного штифтика, передающего свое движение звучащей перепонке».

Далее Кро указывает, что волнообразная спираль посредством фотографического процесса переводится на какое-либо прочное вещество (например, на закаленную сталь) в форме выпуклой или углубленной линии такого же вида и размеров (он называет это «клише»). Полученное таким образом клише кладут в аппарат, сообщающий ему вращательное и поступательное вращение с той самой скоростью, с какой перемещалась записывающая поверхность. В заключение Кро отмечает, что гораздо целесообразнее было бы получить след спирали на цилиндрической поверхности, поэтому он будет продолжать работу именно в этом направлении.

Идеи Кро не нашли поддержки; средств для продолжения работы у него не было. Он предлагал свое изобретение многим капиталистам, но неизменно получал отказ. Ему оставалось только опубликовать в печати описание своего прибора, что он и сделал.

Эти факты относятся к предыстории фонографа, и их значение не всегда правильно оценивалось некоторыми учеными. Отмечалось, что Эдисон в своем фонографе дал лишь небольшое видоизменение аппарата Скотта, что фонограф Эдисона воспроизводит речь способом, очень похожим на фонавтограф Скотта. Такие мнения ошибочны. Скотт вообще не занимался вопросом о воспроизведении звука, записанного фонавтографом, и поэтому утверждение, что Эдисон заимствовал идею у Скотта несправедливо. Необоснованным было бы предположение о том, что Эдисон мог использовать для своих работ над фонографом конструкцию палеофона Кро. Публикация об этом приборе появилась тогда, когда фонограф Эдисона уже был построен; кроме того, Эдисон производил запись



Первый фонограф Эдисона (1877 г.). Общий вид

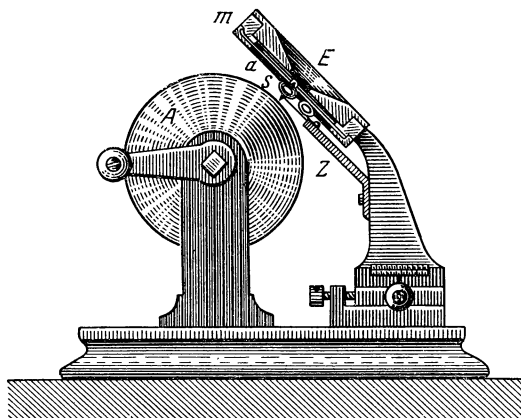
не на пластинку, а на валик. Вероятная дата построения фонографа Эдисоном — 12 августа 1877 г.²²

Эдисон не ставил перед собой специальную задачу построить говорящий аппарат. Он пришел к этой идее в результате наблюдений, сделанных при работах в области проводной связи. Где истоки работ Эдисона над фонографом? Как эти работы развивались в течение многих лет? Как происходило непрерывное совершенствование прибора?

В 1877 г. Эдисон построил угольный телефонный передатчик. Это изобретение принесло ему значительные средства и независимое положение. В это время он работал в Менло-Парке и имел возможность экспериментировать по своему выбору. Его очень занимали проблемы телефонии, и он считал, что значение телефона неизмеримо возросло бы, если бы передаваемую по телефону речь можно было записывать. В этом случае телефон получил бы даже некоторые преимущества перед телеграфом.

Задача заключалась в том, чтобы найти способ звукозаписи и ее воспроизведения. Эдисон принялся за эксперименты, но его полная глухота чрезвычайно затрудняла их. Нужно было изыскать такие условия опытов, при которых глухота экспериментатора не мешала бы ему. Тогда

Эдисон придумал следующий остроумный прием: к диафрагме приемного аппарата он прикрепил короткую иглу, которая перемещалась при колебаниях диафрагмы. Если держать палец около острия иглы, то ее нажимы, а иногда даже уколы могли служить критерием для суждения о переданном сигнале. Эти опыты навели Эдисона на



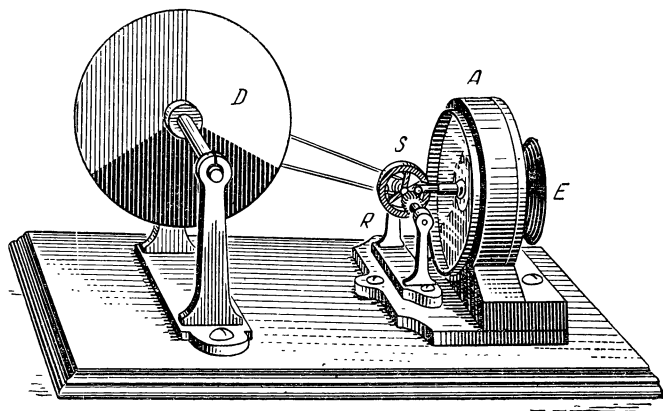
Первый фонограф Эдисона (1877 г.). Боковой вид в разрезе

совершенно логичный вывод: действие, которое производит игла на палец, она может производить и на бумажную ленту, и на ленте останутся следы записи речи.

В книге лабораторных записей под датой 18 июля 1877 г. зафиксировано начало этих опытов²³, которые производились с парафинированной бумагой. Затем Эдисон заменил бумагу цилиндром, покрытым оловянной фольгой. В первом фонографе игла совершала движение вместе с диафрагмой вверх и вниз; таким образом, канавка состояла из выступов и впадин. Такая звукозапись обладала свойством обратимости — звук можно было воспроизвести. 24 декабря 1877 г. Эдисон подал патентную заявку на фонограф и 19 февраля 1878 г. получил на него патент за № 200521.

В истории изобретения фонографа имела значение еще одна работа Т. А. Эдисона. 3 февраля 1877 г. Эдисон сделал патентную заявку на «Усовершенствование авто-

матического телеграфа» и получил патент № 213554. Существо этого изобретения заключалось в следующем: на бумажный диск, положенный на вращающийся круг, можно было наносить точки и тире по коду Морзе; получался спиральный след в виде зубчиков от кончика рычага, перемещавшегося вместе с якорем приемного реле телеграфа. Если затем диск положить в такой же аппарат



Мотофон Эдисона

с контактным острием, то при помощи зубчиков можно создать кодовые знаки, которые автоматически будут переданы на другую линию. Таким образом, здесь была осуществлена запись на пластинку комбинации электрических импульсов, а их воспроизведение обеспечило автоматическую ретрансляцию депеши.

Летом 1877 г., уже работая над фонографом, Эдисон построил «мотофон» — очень любопытную игрушку. Усилие от иглы, прикрепленной к диафрагме телефонного микрофона, которое Эдисон использовал для определения амплитуды колебаний, могло произвести некоторую работу. В игрушке, построенной Эдисоном для своей дочери, при произнесении слов в амбушюр вибрации диафрагмы передавались на шкив, от которого шнурком приводился в действие игрушечный пильщик. На выставке 1889 г. Эдисон экспонировал «мотофон» («голосовой двигатель») или «фономотор». На приводимом рисунке *E* — амбушюр

для звуковых колебаний, A — барабан со слюдяным дном, к нему прикреплена ручка, которая при своем перемещении от вибрации диска вращает зубчатое колесо с маховичком S ; отсюда шнурком или ремешком вращение передается валу, на который насажен секторный трехцветный диск D , служащий для наглядного показа аддитивного смещения цветов. (Характерно, что Эдисон не оставлял без внимания ни одного любопытного наблюдения, стремясь отыскать применение для многих подмеченных эффектов.)

На основе таких наблюдений у Эдисона возникла идея создания телефонного повторителя, что могло расширить применение говорящей машины.

Когда Эдисон перешел к конструктивному оформлению прибора, он избрал для звукозаписи цилиндрическую поверхность с винтообразными канавками; такой цилиндр (валик) обертывался оловянной фольгой, на которой и должны были появиться следы движения диафрагмы. Первый экземпляр фонографа, изготовленный сотрудником Эдисона Джоном Крюзи, был готов 6 декабря 1877 г. Вскоре образец фонографа был доставлен в редакцию журнала «Scientific American». Первые фонографы были еще грубыми приборами, которые могли вызвать сомнение в их полезности. Но Эдисон рассчитывал на безусловную возможность усовершенствования этого устройства, он принимал меры к его показу и не прекращал работать над ним. Он организует «Edison Speaking Phonograph Company» и в январе 1878 г. устраивает выставку фонографов. 18 апреля 1878 г. Эдисон демонстрировал фонограф на заседании Национальной Академии наук в Вашингтоне, а затем президенту Хейесу и выдающемуся американскому физическому Джозефу Генри. В Америке заговорили о фонографе. В целях его популяризации Эдисон опубликовал в мае и июне 1878 г. статью в «North American Review», содержащую перечень возможных применений этого прибора:

- 1) диктовка писем без применения стенографии;
- 2) издание фонографических «книг» для лиц, потерявших зрение или слепых от рождения;
- 3) изучение ораторского искусства;
- 4) воспроизведение музыки;
- 5) запись семейных выступлений, воспоминаний, голосов родных и т. п.;

- 6) изготовление музыкальных шкатулок и игрушек;
- 7) говорящие часы, подающие членораздельные словесные сигналы;
- 8) правильная передача фонетики иностранных языков;
- 9) для педагогических целей: повторение объяснений учителя и т. п.;
- 10) сочетание с телефоном — для записи передачи при отсутствии вызванного абонента, для ретрансляции и других задач связи.

Действительно, возможности фонографа были велики и разнообразны. Специалисты в разных областях могли бы этот перечень расширить. Приведем, например, мнение о фонографе Антона Рубинштейна. Он одобрительно отозвался о фонографе; по его мнению, исполнители музыкальных произведений должны широко пользоваться фонографом и почаще прослушивать свое исполнение, записанное на валики фонографа, от которых не скроется ни одна фальшивая нота, ни одна детонация в голосе.

Большой интерес вызвал фонограф и в Европе. Уильям Прис в январе 1878 г. демонстрировал модель фонографа и доложил о нем в Королевском институте в Лондоне; профессор Флиминг Дженкин изготовил по описанию модель фонографа и сделал о нем доклад в Эдинбурге. На Парижской выставке 1878 г. демонстрировалось действие этого еще не вполне разработанного прибора.

Первая половина 1878 г. прошла в опробовании разных модификаций фонографа. Делались опыты по применению вместо валика пластины со спиральной канавкой, так как фольгу легче накладывать на плоскость, чем на цилиндрический валик. Однако при этом было обнаружено, что в центральной области диска качество воспроизведения ухудшалось, и эту идею пришлось оставить. Вращение валика от руки, как при звукозаписи, так и при репродукции, не могло производиться с постоянной угловой скоростью, и поэтому был сконструирован пружинный заводной механизм.

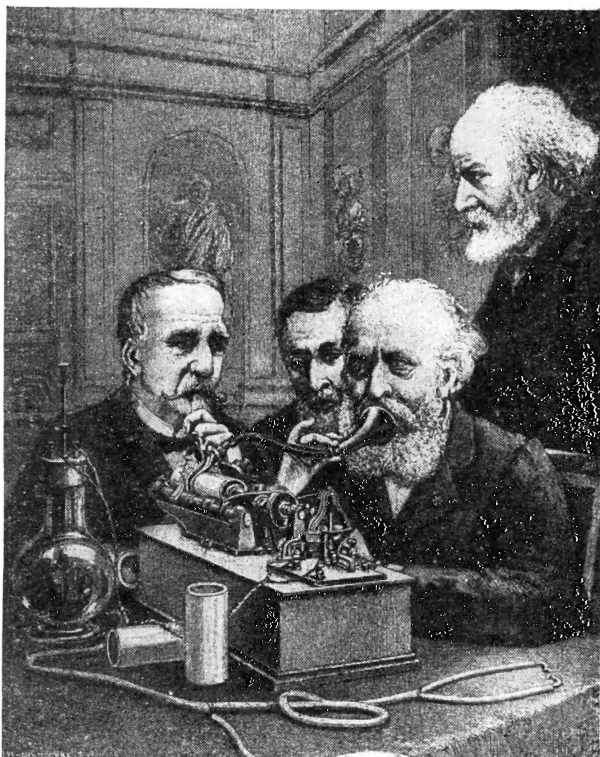
Во время своего пребывания в Париже в 1878 г. Эдисон выступил с докладом о фонографе в Академии наук, которая когда-то весьма равнодушно отнеслась к изобретениям своих соотечественников Скотта и Кро в области звукозаписывающих машин. Фонограф демонстрируется и во многих других странах. Но после выставки 1878 г.

Эдисона увлекает электрическое освещение и он уделяет меньше внимания дальнейшему улучшению фонографа. Следует признать, что фонограф того времени имел серьезные дефекты. Так, например, звуки речи воспроизводились с носовым оттенком, звук «о» передавался неясно. Разобрать речь было вполне возможно, но тембр голоса несколько искажался. При повторном использовании оловянных фонограмм воспроизведение звука становилось все хуже и хуже. Транспортировка фонограмм была, в сущности говоря, невозможна. Имелись и другие недостатки, связанные с невозможностью получить при помощи рукоятки равномерное вращение цилиндра как при звукозаписи, так и при воспроизведении.

На Парижской электрической выставке 1881 г. фонограф Эдисона не вызвал особого интереса. Работы по электрическому освещению отвлекли Эдисона, и в течение нескольких лет он не занимался усовершенствованием фонографа. В последующие годы он затратил на опыты около 3 млн. долларов, прежде чем удалось получить аппарат, способный записать и воспроизвести музыку целого симфонического произведения так, чтобы оно не отличалось от подлинного оркестрового исполнения.

В процессе совершенствования фонографа (по 1888 г.) Эдисон пришел к выводу, что оловянная фольга не вполне подходит для процесса звукозаписи. Он начинает опыты с воском, которым предполагал покрывать поверхность валика. Он нашел рецепт и способ составления такой комбинации из разных сортов воска, при которой запись производилась без искажений; однако запись обходилась дорого, а слой воска крошился. Опробован был стеарин, который обладал достаточной твердостью, чтобы не разрушаться; эти опыты дали обнадеживающие результаты, но получить полный успех Эдисону все же не удалось.

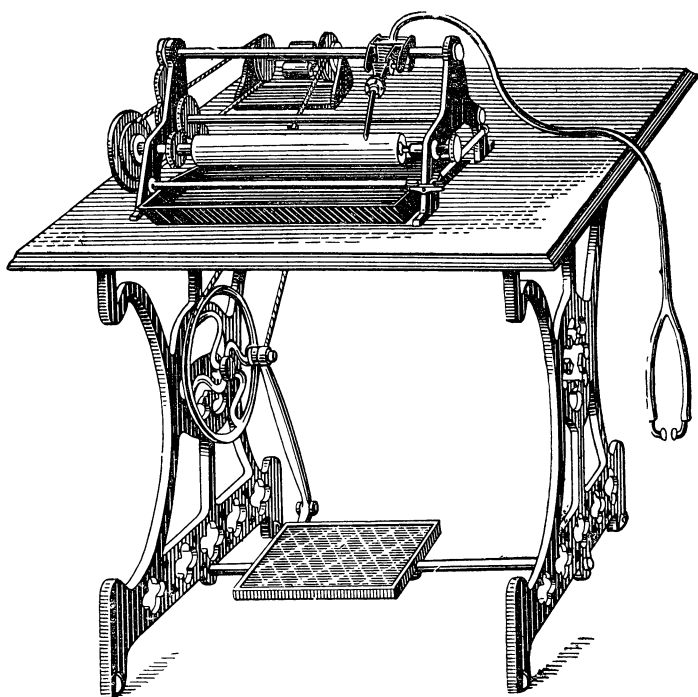
Трудности, с которыми столкнулся Эдисон в работах по усовершенствованию фонографа, доставляли ему много огорчений, но не ослабляли его веры в конечный успех. Так, в газете «New York World» от 6 ноября 1887 г. Эдисон писал о фонографе в том конструктивном исполнении, которое он тогда имел: «Прибор весит около 100 фунтов и стоит очень дорого. Извлечь из него хотя бы малейшую выгоду никто не может, кроме лиц, обладающих специальными сведениями. След, оставляемый стальным острием на оловянном листе, сохраняется



Испытание фонографа Эдисона в Парижской Академии изящных искусств 27 апреля 1889 г. Слева направо: герцог Омальский, де Клуазо, Шарль Гуно, Янсен

недолго. Я лично не вполне надеюсь увидеть когда-либо фонограф в настолько усовершенствованном виде, чтобы он был способен хорошо записывать речь и затем воспроизводить ее ясно и отчетливо. Но я уверен, что если это не удастся мне, то удастся следующему поколению. Сам я перестал работать над фонографом в уверенности, что посеял семя; теперь я занят электрическим освещением».

Однако через полтора года — 27 апреля 1889 г. Эдисон демонстрировал всесторонне усовершенствованный фонограф в Париже в Академии изящных искусств, где аппарат испытывала комиссия при участии известного ком-



Графофон Ч. Белла и Ч. С. Тейнтера

позитора Ш. Гуно, профессора Янсена, герцога Омальского и др. Как же за такой короткий срок Эдисон решил столь трудную задачу, которая наводила его на мысль, что это решение, возможно, будет уже делом следующего поколения?

В эти годы происходили следующие события. В лаборатории А. Г. Белла в Вашингтоне два сотрудника — Чичестер Белл и Чарльз Самнер Тейнтер, начиная с 1881 г., занимались усовершенствованием фонографа. 27 июня 1885 г. они подали патентную заявку на говорящую машину под названием «графофон». Вместо оловянной фольги, на которой следы записи были слабыми и легко повреждались, они применили смесь из разных сортов воска, в том числе обыкновенного сотового пчелиного и твердого воска из листьев карнаубы — растения, произ-

растающего в Северной Бразилии. Карнаубский воск выделяется на наружной поверхности листьев в виде сухой порошкообразной массы пепельного цвета. Восковая смесь наносилась на цилиндр и тщательно приглаживалась на станке. Записывающая игла перемещалась вертикально вверх и вниз по канавке, как и в приборе Эдисона, но она погружалась в самую восковую канавку и там награвировывала след. Игла в приборе Эдисона была установлена жестко, а в графофоне Белла и Тейнтера она могла «плавать», не отскабливая материал.

В мае 1886 г. Белл и Тейнтер получили патент на графофон; для вращения цилиндра с постоянной скоростью они приспособили электродвигатель, что, естественно, было гораздо целесообразнее, чем вращение от руки в фонографе Эдисона. Оба эти изобретателя полностью признавали за Эдисоном приоритет изобретения говорящей машины, а свою работу рассматривали как усовершенствование фонографа и развитие идей Эдисона. Они обратились к Эдисону с предложением передать ему всю работу и договориться о совместной коммерческой эксплуатации изобретения: графофон тоже был еще грубым прибором, но звучал он лучше, чем фонограф с оловянной фольгой. Они были согласны даже на то, чтобы прибор не носил названия «графофон». Однако Эдисон отнесся к этому предложению резко отрицательно, считая, что ничего нового, кроме способа крепления записывающей иглы, в работе Белла и Тейнтера не было, и отказался от каких-либо переговоров. Поэтому они продали в 1887 г. свой патент «American Graphophone Company», организованной для производства диктовальной конторской аппаратуры. Эта компания открыла в Лондоне агентство для Европы. Эдисон телеграфно дал распоряжение своему уполномоченному в Лондоне Гуро не иметь никаких дел с представителями агентства Белла и Тейнтера.

Между тем соглашение с Беллом и Тейнтером имело бы для Эдисона положительное значение: оно устранило бы патентную тяжбу и позволило бы усовершенствовать фонограф сразу в нескольких направлениях. Но Эдисон ни на какие уступки не шел и заявил, что заводить патентные тяжбы в судебных инстанциях он не будет, да это ему и не нужно, так как он «доконает» противников, создав более совершенную говорящую машину. После

двух лет упорного труда из опытной мастерской Эдисона вышел вполне совершенный тип фонографа. Это было несомненно крупное достижение. Эксперт Академии изящных искусств профессор Янсен сказал, что фонограф Эдисона «решил одну из труднейших задач, какие только мог поставить ум человеческий».

Что же было сделано нового в течение этого важного этапа работ Эдисона над фонографом? Эдисон занялся работами в следующих направлениях: прежде всего усовершенствование самой записи, что могло быть достигнуто при валиках из материала более подходящего, чем оловянная фольга; затем разработка технологии размножения произведенных записей для большого круга потребителей и процесс регенерации записей. Важно было также предусмотреть методы развития коммерческой деятельности.

В своем начальном патенте 1878 г. Эдисон, перечисляя разные материалы для валиков, указал восковые смеси. При помощи химика Эйльсуорта Эдисон изготовил состав, который наносился на полый цилиндр слоем толщиной 6—7 мм; при этом канавки можно было размещать более тесно. Записывающее орудие было сделано более твердым и оставляло в канавках следы в виде выступов и впадин. Усовершенствована была и приобрела гибкость установка иглы («плавающая игла»). Так как глубина записи в канавках была не более 0,025 мм, то стало возможным многократное использование валиков, если удалять тонкий слой для новой записи.

Нет сомнения, что Белл и Тейнтер заимствовали идею говорящей машины у Эдисона, но идею «плавающей иглы» Эдисон заимствовал у них.

Вопрос о размножении записей долго не удавалось решить, так как восковой слой не проводил электричества и для изготовления копий с матрицы нельзя было применить гальванические методы. Только спустя много лет в лаборатории Эдисона был разработан метод осаждения на воск металлической пленки в вакууме: от разряда высокого напряжения в эвакуированном пространстве, где находилась матрица, испарялось золото, которое оседало в виде тонкой равномерной пленки на вращавшейся матрице. На эту электропроводящую пленку уже можно было нарастить гальваническим путем любой другой металл. После удаления воска остается твердый негатив-

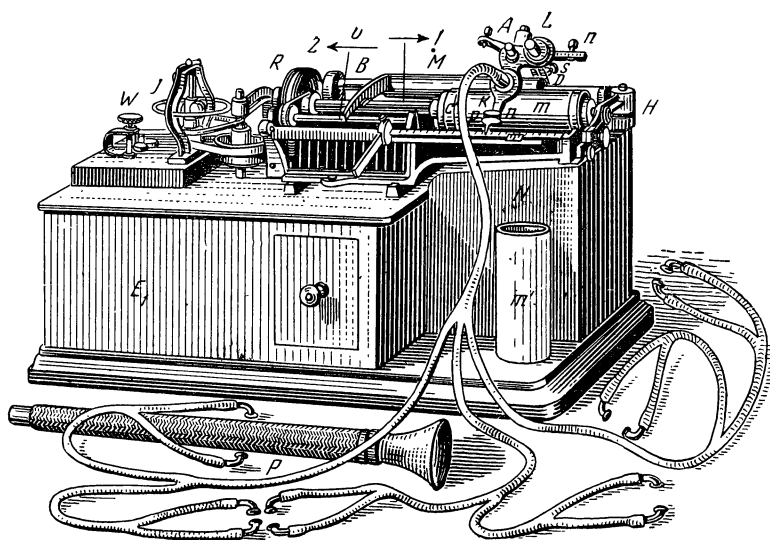
ный отпечаток, с которого можно изготовить любое число позитивов.

Эдисон перешел на вращение фонографического цилиндра электродвигателем; для того чтобы это вращение было наиболее равномерным, на валу двигателя и воскового цилиндра был установлен центробежный регулятор. Эдисон устранил такие дефекты, как дребезжание звука от царапания иглы при записи, искажение правильности канавок, притупление звукозаписывающей иглы, гудение от работы электродвигателя. Он устранил вредное действие стружек на восковом цилиндре. К концу 1888 г. Эдисону удалось довести фонограф до относительного совершенства.

Уполномоченный Эдисона в Лондоне Гуро экспонировал модель усовершенствованного фонографа на выставке в Хрустальном дворце; Гуро использовал возможность записать выступления некоторых видных деятелей. Была произведена запись голоса У. Ю. Гладстона, Теннисона, Роберта Броунинга. В Германии не менее деятельный уполномоченный Эдисона демонстрировал фонограф Вильгельму II; Бисмарк разрешил записать на валик свое краткое выступление. Такие фонографы экспонировались и на Парижской выставке 1889 г. и показали высокое качество работы.

Эдисон хотел привлечь внимание капиталистов к усовершенствованному фонографу. Но из-за неприятной случайности демонстрация фонографа перед американскими финансистами прошла неудовлетворительно, и Эдисону не удалось получить их поддержку. Однако прибор уже заслужил всеобщее внимание. В 1888 г. двенадцатилетний Иосиф Гофман, а затем Ханс фон Бюлов, знаменитые пианисты того времени, играли Эдисону произведения Шопена для записи, а затем прослушивали свое исполнение через трубки фонографа; Гофман остался очень доволен прибором, а записи фон Бюлова оказались не вполне удачными.

Патентная тяжба между «American Graphophone Company» и Эдисоном все же возникла и в 1888 г. приняла очень острый характер, несомненно мешавший внедрению фонографа. Но в том же году произошло одно событие, которое внесло некоторое успокоение. Питтсбургский делец и миллионер Липпикотт приобрел акции «American Graphophone Company» и начал переговоры с Эдисоном



Фонограф Эдисона (модель 1889 г.)

по вопросу о покупке его патентов на фонограф. (Отметим, что за время работы над усовершенствованием фонографа — с 1886 по 1887 г. — Эдисон получил более 100 новых патентов!) Соглашение с Эдисоном было достигнуто: Липпинкott купил у Эдисона патентные права за 500 тыс. долларов, и 14 июля 1888 г. начала функционировать контролируемая Липпинкоттом новая компания «North American Phonograph Company». После того как все производство фонографов оказалось в руках одной компании, патентные споры были ликвидированы. Но Липпинкott интересовался только коммерческой стороной дела: для него фонограф был только товаром. Липпинкott и Эдисон считали, что фонограф — это только конторская диктовальная машина, а не средство для развлечения. Поэтому коммерческая деятельность этой компании оказалась малоуспешной, и в 1890 г. фирма обанкротилась. Липпинкott умер, и единственным хозяином стал Эдисон как главный кредитор.

Выставка 1889 г. имела решающее значение для судьбы фонографа. Мы уже отмечали, что около выставленных фонографов происходило, как писали газеты того

времени, «вавилонское столпотворение». Сотрудник Эдисона Хаммер, демонстрировавший фонографы на выставке, установил, что ежедневно фонограф прослушивало по 30 тысяч посетителей. В машинной галлерее эдисоновского павильона было выставлено 45 приборов, и, кроме того, в отделе промышленности был отдельный павильон фонографа. Среди посетителей, прослушавших фонографические записи, были президент Франции Карно с семьей, Гладстон с супругой, принц Уэльский (будущий король Эдуард VII) и принцесса Уэльская, князь Монакский и другие королевские лица. Уже после выставки был организован специальный показ фонографа в Берлине для Вильгельма II и гостившего там Александра III, а в Вене — для императора Франца-Иосифа. Интересно высказывание Бисмарка о фонографе: он сказал, что фонограф — опасная вещь для дипломатов, но он станет чрезвычайно хорошим, если дипломаты начнут говорить правду.

После выставки 1889 г. можно было рассчитывать на коммерческий успех фонографа, особенно от записи музыки для прослушивания в домашней обстановке и в общественных местах. Но Эдисон оставался твердым сторонником использования фонографа только для диктовальных целей и сознательно препятствовал развитию применений фонографа для целей развлечения и пропаганды музыки.

В 1888 г. итальянский офицер Джанни Беттини, эмигрировавший в США, запатентовал аппарат для записи и репродукции звуков — «микрофонограф». Беттини устранил дефекты восковых валиков и крупный недостаток фонографа — применение резиновых слуховых трубок, из-за чего слушать передачу могло только несколько человек. В целях усовершенствования записи он ввел слюдяную диафрагму с крестообразно расположенными иглами, которые были размещены в разных местах диафрагмы, а остриями сходились в одной точке. Такая же совокупность игл была и в репродукционном громкоговорящем устройстве. Беттини организовал запись музыкальных произведений в исполнении известных инструменталистов и певцов. С течением времени у него собралась большая и очень ценная коллекция валиков. К сожалению, она погибла во время первой мировой войны во Франции, куда переехал Беттини. В 1945 г. в г. Мехико у одного любителя была случайно обнаружена

коллекция валиков Беттини, которая была куплена за баснословные деньги одним американским антикваром. В противоположность Эдисону, Беттини считал, что его прибор должен в основном служить средством для распространения музыки. Роль Беттини в этом направлении была очень значительной.

Некоторые из филиалов «North American Phonograph Company» стали осторожно проявлять инициативу в том направлении, которому Эдисон препятствовал. Очень выгодным оказалось устройство монетных автоматов (nickel-in-slot) для прослушивания фонографов в парках и других местах общественного пользования, а также в бакалейных лавках и барах: фонограф-автомат приносил в среднем до 50 долларов дохода в неделю, а в отдельных случаях — даже 125 долларов. Цена фонографа была тогда еще высокой — от 150 до 200 долларов. Спрос на записи как серьезной, так и легкой музыки сильно возрос; пришлось организовать производство цилиндров с музыкальными записями. Эдисон был недоволен этим, но понял, что придется пойти на уступки; он решил построить упрощенный и более дешевый тип фонографа, доступный средней американской семье. Но прежде чем действовать в таком направлении, Эдисон хотел ликвидировать распространившуюся по всей стране непригодную, по его мнению, коммерческую организацию «North American Phonograph Company» с ее тридцатью филиалами. В 1894 г. эта компания снова обанкротилась, и Эдисон занимался ликвидацией ее дел. По американским законам, из-за банкротства компании Эдисон в течение двух лет не имел права продавать фонографы; наступил период застоя. Построенный в 1894 г. графофон типа «Grand» стоил только 75 долларов, и возродившаяся «American Graphophone Company», свободная от ограничений, которым был на два года подвергнут фонограф Эдисона, проявляла заметную коммерческую активность.

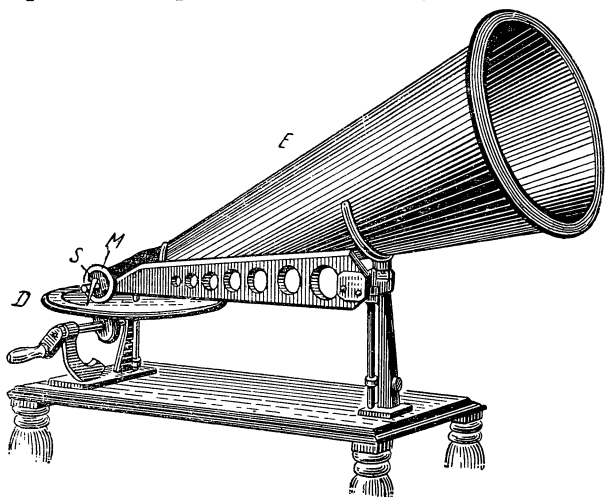
Фонограф постепенно завоевал также и Европу. Во Франции братья Шарль и Эмиль Пате стали развивать это дело, и к концу 90-х годов на их предприятии работало уже более 200 рабочих. Затем промышленность звукозаписи появилась в Германии и Италии. В 1889 г. в Вене были записаны фортепьянные произведения Брамса в исполнении автора. Для фонографа делались записи выступлений выдающихся певцов; большим успехом

пользовались записи оперных арий в исполнении Энрико Карузо.

Однако в это время для фонографа наступила пора новых испытаний. Опасность угрожала ему со стороны молодого изобретателя в области телефонии Эмиля Берлинера. Когда впервые появилась у него мысль заняться усовершенствованием фонографа, — неизвестно. Есть сведения, что его на это натолкнуло знакомство с фоноавтографом Скотта, макет которого хранился в Вашингтонском музее. Берлинер начал работать над созданием прибора, в котором звукозапись велась бы на горизонтально расположенной пластине и при движении иглы зигзагообразно по спирали, а не вверх и вниз, как у Скотта. Покрыв толстый стеклянный диск ламповой сажей, Берлинер поместил его на вращающийся столик и привел в контакт с иглой, которая могла описывать путь по спирали. На стеклянной пластине появлялся след от вибраций мембраны, который фиксировался лаком и затем выгравировывался на металле. Этот метод звукозаписи отличался от тех, на которые были выданы патенты Эдисону, Беллу и Тейнтеру. 26 сентября 1887 г. Берлинер подал патентную заявку на «граммофон с плоскими пластинками». Для гравирования звукозаписи Берлинер сначала применял фотографический способ, но он был сложным технологически и искажал человеческий голос. В патентной заявке Берлинер указал, что гравирование граммофонной записи можно осуществить чисто химическим методом. В 1888 г. он разработал такой метод и сделал ряд записей музыкальных произведений в исполнении пианистов, скрипачей и певцов. Опыты были вполне удачными. 16 мая 1888 г. в Франклиновском институте были прослушаны новые и старые записи Берлинера, что показало значительный прогресс, которого он добился. Через год Берлинер демонстрировал граммофон в Германии; один немецкий завод игрушек («Kämmerer und Reingardt» в г. Вальтерхаузене) начал выпускать миниатюрные граммофоны с целлулоидными или эбонитовыми пластинками.

В 1893 г. все было подготовлено для коммерческой эксплуатации граммофонов. Был разработан хороший состав для изготовления штампованных пластинок. В Вашингтоне организовалась «United States Gramophone Company» для эксплуатации патентов Берлинера. Для

записи музыкальных произведений были привлечены крупные артистические силы. Деятельность этой компании сперва органичивалась округом Колумбия, но в 1895 г. в Филадельфии начала действовать «Berliner Gramophone Company», которая приобрела лицензию у «United States Gramophone Company». С этого времени граммофоны

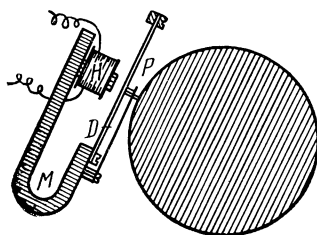


Первый граммофон Э. Берлинера

стали распространяться все шире и шире. В том же году была организована «Deutsche Grammophon Gesellschaft» в Берлине, открывая филиалы в Австрии и России; во Франции с 1899 г. начала работать «Compagnie Française du Gramophone», открывая филиал в Испании.

3 октября 1901 г. была организована новая компания «Victor Talking Machines Company»; в нее вошел Э. Берлинер со своими патентами и Элдридж Джонсон, владелец патентов на состав массы для изготовления граммофонных пластинок. Диаметр пластинок увеличился до 30 см, так что проигрывание длилось четыре минуты; на такой пластинке вполне могла уместиться оперная ария, в то время как проигрывание валика продолжалось две минуты и запись оперных арий приходилось прослушивать в два приема (с перерывом для смены валика). Между тем, Эдисон и его сотрудники только в октябре

1908 г. разработали состав для валиков под названием «амбреол», допускавший нанесение 200 канавок на одном дюйме длины валика (вместо прежних 100), что удлинит проигрывание до четырех минут. На валиках, покрытых амбреолом, Эдисоном были сделаны записи многих арий в исполнении артистов Парижской оперы и других знаменитых вокалистов. С 1912 г. Эдисон вводит особый амбреоловый бесшумный валик (plastic blue ambreol cylinder) из небьющегося синтетического материала, допускавшего проигрывание до 3000 раз. Запись и воспроизведение звука на таких цилиндрах и фонографах были очень высокого качества, особенно при помощи алмазной иглы для проигрывания, введенной Эдисоном (diamond reproducer). Эдисон добился совершенного постоянства скорости вращения цилиндра, устранил внутреннее разрушение канавок, которое являлось обычным в пластинках; его способ записи с вертикальным перемещением иглы был лучше для акустической записи, чем метод Берлинера.



Телефонограф Эдисона

Д — диафрагма; H — обмотка электромагнита; M — неподвижная устойчивая скоба для крепления электромагнита; P — пишущая игла

Несмотря на все эти усовершенствования, запись на валики доживала последние дни. Постепенно выпуск валиков прекращается: восторжествовала пластинка. В конструкции граммофона отказываются от большой трубы, и он становится более компактным. С течением времени граммофон стал срачиваться с радио; были построены радиолы и электролы. В 1928 г. «Victor Talking Machine Company» вошла в состав радиокорпорации R.C.A., а в 1929 г. Эдисон прекратил производство фонографов, поняв, что время надежд на процветание этого прибора окончательно прошло.

В изобретении звукозаписи механическими методами Эдисону принадлежит бесспорный приоритет. Он создал в 1889 г. совершенный фонограф. Шведская Академия наук наградила Эдисона за изобретение фонографа золотой медалью ²⁴.

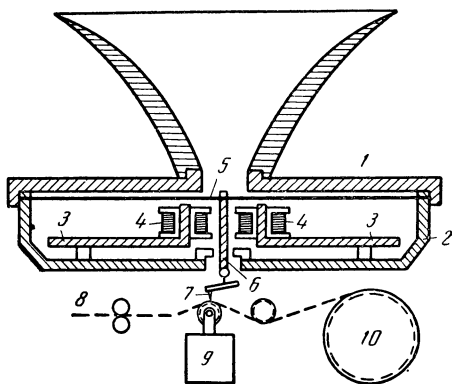


П. М. Голубицкий

Сыграв громадную роль в деле звукозаписи и звуковоспроизведения, фонограф должен был уступить свое место более прогрессивным методам и конструкциям, которые стали появляться и развиваться с середины 90-х годов прошлого века.

Фонограф Эдисона развивался вначале вне всякой связи с его другими электротехническими изобретениями. Введение электродвигателя в систему фонографа несколько сблизило фонограф с электротехникой. У Эдисона были такие изобретения, в которых фонограф был включен непосредственно в электрическую систему и составлял существенную часть чисто электротехнического устройства. К числу таких приборов относится телефонограф,

построенный вскоре после изобретения фонографа и создания его первой модели. Телефонфонограф представляет собой, как показывает название, комбинацию телефона и фонографа. В этом приборе диафрагма приводится в колебание не голосом человека или другими звуками, а действием тока, протекающего по обмотке электромагнита от передающей станции.



Телефон-фонограф П. М. Голубицкого

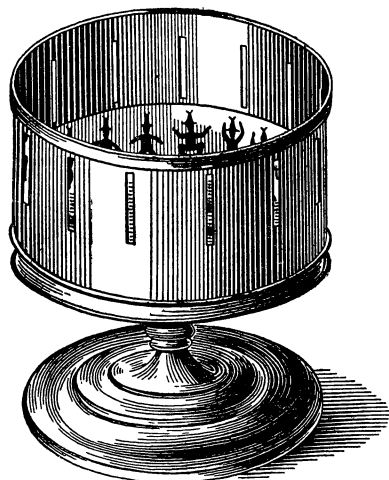
1, 2 — коробка с амбушюром; 3 — полюсные надставки; 4 — два плоских электромагнита; 5 — мембрана; 6 — штифт; 7 — резец; 8 — лента, на которую наносится запись колебаний мембраны в виде звуковой канавки; 9, 10 — лентопротяжной часовой механизм с регулятором

К этой же группе приборов относится телескриб — аппарат для записи телефонных разговоров на валик фонографа (1914). Такой прибор мог служить либо для фиксации самого разговора, либо для того, чтобы записать телефонную информацию при отсутствии вызываемого абонента. Эдисон получил патент на «эдифон»: это разновидность конторской диктовальной машины (1914), которая имела остроумное приспособление, позволяющее вносить в уже произведенную запись поправки или вставки.

Выше был описан мотофон Эдисона; в этом приборе амбушюр и диафрагма такие же, как у фонографа. Он мог служить для измерения механической энергии звуковых волн.

Мысль о комбинировании фонографа с другими приборами электросвязи появлялась не только у Эдисона, но и у других видных изобретателей. Так, русский изобретатель П. М. Голубицкий 29 октября 1881 г. получил привилегию на телефон-фонограф.

Принципы, положенные в основу фонографа, Эдисон использовал в ранней стадии своих работ над устройством, которое должно было показывать фигуры и другие изображения в движении. В настоящее время это громадная область, крупная отрасль промышленности, важный участок культуры и искусства, носящий название кинематографии. У колыбели кинематографа стоял Т. А. Эдисон. Правильнее сказать, сама колыбель кинематографа была построена Эдисоном. Преимущественно его собственными трудами, а также усилиями его помощников было положено начало этому новому делу: оно привлекло затем очень многих, стало быстро прогрессировать и заняло то видное место, которое ныне полностью за ним закрепилось.



Зоотроп Горнера (1833 г.)

Идея кинематографа зародилась у Эдисона, по его собственным словам, в результате ознакомления с зоотропом, изобретенным в 1833 г. Горнером. Этот прибор состоял из барабана со щелями, вырезанными параллельно оси. Внутри барабана ниже щелей находилась бумажная полоса с изображениями последовательных фаз какого-либо движения. Если привести барабан в быстрое вращение в одном направлении, а полосу с изображениями — в противоположном, и смотреть через щели, то получалось впечатление движущихся фигур. Прибор создавал иллюзию движения на основе инерционности зрительного впечатления, воспринимаемого человеческим глазом. В первое время рисунки для зоотропа делались от руки, а в

70-х годах такой эффект с еще большим совершенством получался при использовании вместо рисунков фотографических снимков. Наиболее интересными были опыты по созданию впечатления движущихся фигур, произведенные Э. Ж. Мареем во Франции и Э. Мьюбриджем в США. Мьюбридж расположил несколько фотоаппаратов вдоль беговой дорожки ипподрома и получил ряд последовательных фотографий бегущей галопом лошади. Затворы фотоаппаратов были соединены проволоками с досками, расположенными на беговой дорожке; пробегающая лошадь прижимала доски и приводила в действие затворы фотоаппаратов. При проецировании такой серии последовательных снимков (12 и больше) на экран посредством приспособления, могущего придать им соответствующую и равномерную скорость перемещения, на экране получалось изображение бегущей галопом лошади²⁵.

В 1886 г. Мьюбридж снял уже много «сюжетов» — движущихся лошадей, собак, птиц и т. п. К этому времени он перешел на съемку одним аппаратом, который заряжался сухими пластинками, вращающимися вместе с поддерживающим их колесом, и делал 12 снимков в секунду, что представляло собой заметный прогресс. Эдисона заинтересовали эти опыты, но результаты их были еще настолько примитивны, что он усматривал в них лишь одно: безусловную возможность использовать явление инерционности зрительного восприятия для получения изображения объектов в движении.

В 1887 г. было закончено строительство лабораторий Эдисона в Вест Орендже. Эдисон в это время был поглощен работами по усовершенствованию фонографа: в разгаре были опыты с валиками, покрытыми слоем восковых смесей. Эдисон не мог сам заняться разработкой кинематографа, но и оставить этот вопрос без внимания он не хотел. Один из его ассистентов, У. Диксон, был страстным любителем фотографии, и Эдисон поручил ему сконструировать фотокамеру для съемки движущихся объектов. Эдисон указал ему, какой технической схемы следует придерживаться.

В то время фотоаппараты не отличались большим разнообразием, но все же можно было выбрать тип, наиболее подходящий для данной цели. Диксон подобрал такой аппарат; в начале 1888 г. он снял много фотографий

движущихся объектов, причем каждый «кадр» был размером не более $\frac{1}{16} \times \frac{1}{16}$ дюйма (около $1,6 \times 1,6$ мм). Кадры эти были сняты так, что в совокупности составили полный цикл движения объекта. Эдисона такое решение не удовлетворило, и он поставил новую задачу: применить методы моментальной фотографии для непрерывной съемки и таким образом получить большое число изображений, которые следует просматривать через аппарат, использующий явление инерционности зрительного впечатления. Несмотря на крайнюю загруженность другими работами, Эдисон начинает более активно заниматься этой проблемой.

После нескольких месяцев работы Эдисон 8 октября 1888 г. представил в Патентное бюро предварительную заявку (saveat) на аппарат, действие которого было описано следующим образом: «Я произвожу опыты с аппаратом, который будет для глаза тем, чем для уха является фонограф; этот аппарат фиксирует и воспроизводит предметы в движении и при этом в такой форме, которая является одновременно дешевой, практичной и удобной. Этот аппарат я называю кинетоскопом, т. е. движущимися видами».

В чем особенности примененной Эдисоном методики? Его изобретение заключалось в моментальной фотосъемке последовательной серии изображений на непрерывную спиральную полосу, находящуюся на цилиндре (валике) или на плоском диске (пластинке); этот процесс аналогичен изобретенному им способу звукозаписи посредством фонографа. Имелось в виду, что цилиндр совершает прерывистое вращение (с остановками после каждого поворота на некоторый угол); съемка производится в тот момент, когда цилиндр неподвижен. Светочувствительный слой должен наноситься на поверхность цилиндра; вращение и остановки цилиндра должны быть синхронными с действием затвора фотографического аппарата и автоматическими. Как вращение цилиндра, так и его продольное смещение при неподвижном фотоаппарате должны осуществляться каким-либо двигателем, но не от руки.

Продолжая опыты с такими приборами, Эдисон приходит к выводу, что правильнее будет иметь непрерывно вращающийся цилиндр с непрерывным продольным его смещением, как в фонографах; прерывистым же должно быть само фотографирование и при этом с такой

скоростью кадров, которая соответствует фактору инерционности зрительного впечатления человеческого глаза.

Мы видим, что Эдисон пошел по своему, совершенно оригинальному пути решения задачи, но при этом он полностью находился во власти принципов, положенных им в основу фонографа.

В то время еще не были точно установлены физиологические данные, которые позволили бы определить минимальное число смен зрительного впечатления в секунду для получения непрерывности впечатления. Поэтому Эдисон вначале считал, что для хорошей записи изображений нужно делать примерно 40 снимков в секунду. Но достигнуть этого при помощи существовавшей тогда фотосъемочной аппаратуры было трудно, и Эдисон уменьшает число снимков в секунду. Для получения более четких изображений Эдисон переходит к кадрам большего размера ($1/4 \times 1/4$ дюйма, т. е. $6,25 \times 6,25$ мм). Кадры рассматривались через увеличительное стекло; для освещения кадров пользовались искровым разрядом индукционной катушки²⁶. При просмотре через увеличительное стекло изображение становилось более грубым и частично искаженным по периферии, но все же имелся несомненный прогресс.

Наиболее трудным моментом в этом начальном периоде было то, что снимки нужно было производить на стеклянные пластинки (фотопленки тогда еще не существовало). Эдисон стал подыскивать новые материалы для фотосъемки. В 1869 г. братья Хайетт в Америке изобрели целлулоид, который получался в результате взаимодействия нитроцеллюлозы с камфорой; при замене части камфоры касторовым маслом целлулоид становится гибким. В 1889 г. Эдисон испытал листы целлулоида, покрытые фотоэмульсией, и увидел, что из такого материала в виде гибкой полосы длиной около 15 дюймов можно изготовить обкладку на цилиндр фонографа и получить гораздо большее число снимков размером $1/4 \times 1/4$ дюйма. В конце 1889 г. он переходит на применение целлулоидной пленки для целей кинетоскопа. При использовании ленты для съемок нужно было создать попеременное открытие и закрытие затвора для получения отдельных кадров, не сливающихся друг с другом. Эдисон и Диксон изготовили узкую целлулоидную ленту, склеив ее из нескольких отдельных частей, и предусмотрели дальней-

шее увеличение размера кадра до $1/2 \times 3/4$ дюйма. Так началось применение фото пленки в кинематографии.

Американец Джордж Истмен усовершенствовал пленку, сделав ее очень легкой, гибкой и прозрачной. Он стал применять ее в изобретенных им портативных фотоаппаратах «Кодак». Такая пленка легко наматывалась на катушку, что позволило уменьшить габариты как съемочного устройства, так и проекционного аппарата. Эдисон мог получать от Истмена такой сорт целлулоида в виде ленты длиной 50 футов (около 16 метров). Опыты вступили в новую фазу. Был спроектирован такой механизм подачи ленты, что можно было варьировать скорость и обеспечить получение заранее намеченного числа кадров в секунду. Для подачи и перемотки делалась перфорация у одного края; перемещение ленты происходило так, что в момент ее остановки вращающаяся диафрагма также поворачивалась на один шаг.

Вначале киноаппараты были очень громоздкими и неудобными; зубцы шестерен подачи разрывали перфорацию. Светочувствительный слой был тогда очень крупнозернистым. Уезжая летом 1889 г. на Парижскую выставку, Эдисон оставил своим сотрудникам задание, какие работы в области кинетоскопа нужно осуществить.

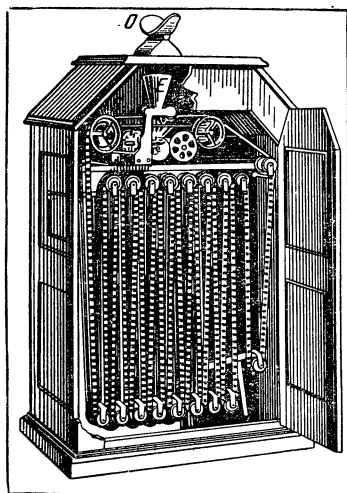
За время отсутствия Эдисона Диксон снял ряд фильмов со скоростью 12 снимков в секунду; эти фильмы могли демонстрироваться непрерывно друг за другом, т. е. уже появилось некоторое подобие того, что мы называем киносеансом.

6 октября 1889 г. Эдисон вернулся из Европы в Вест Орендж. Сотрудники лаборатории приветствовали его следующим образом: на экране появилось изображение Диксона, и его голос, переданный фонографом, произнес: «Доброе утро, мистер Эдисон. Рад видеть вас после возвращения. Я надеюсь, что вы будете удовлетворены кинетофонографом. Чтобы показать вам синхронизацию, я буду поднимать руку и одновременно считать до десяти». Показ подтвердил устойчивость изображения и синхронность его со звуком. Теперь уже можно было кое-что показать публике. Эдисон устранил ряд механических недостатков аппаратуры. Ему хотелось добиться показа движущихся изображений с музыкальным сопровождением; для этого нужно было добиться совершенно точной синхронизации изображения со звуком, т. е. синхронизи-

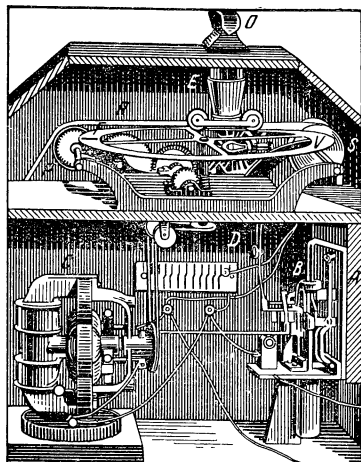
ровать вращение катушек фильма и вращение цилиндра фонографа. Чтобы начать коммерческую эксплуатацию этого изобретения, нужно было изготавливать ленту с позитивными изображениями и обеспечить просмотр ее через отверстие или объектив. Такой прибор Эдисон назвал кинетоскопом.

Какое же место занимал кинетоскоп среди уже имевшихся приборов для наблюдения движущихся изображений? Все такие приборы, в том числе кинетоскоп Эдисона, относятся к так называемым стробоскопическим приборам. Они были различных конструкций: дисковые, зеркальные, барабанные и тетрадочные. Все они были предназначены для одного зрителя, как и кинетоскоп Эдисона. Однако кинетоскоп принципиально отличался от всех прежних приборов: он был ленточного типа. Кинетоскоп открыл дорогу ленточным киноаппаратам. Это направление и стало наиболее интенсивно развиваться после Эдисона и является основным в современной кинематографии.

В 1890 г. Эдисон и его сотрудники построили усовершенствованную киносъемочную камеру для озвученных картин с размерами кадра $\frac{3}{4} \times 1$ дюйм на ленте шириной $1\frac{3}{8}$ дюйма для обеспечения хорошей перфорации. Эта ширина пленки (35 мм) закрепилась в практике и стала стандартной. Эдисон запатентовал свои изобретения в области кино только в конце июля 1891 г. (патенты № 493426 и 589168), но и эти патенты были неполными: в них не были включены все внесенные им усовершенствования. Вскоре некоторые сотрудники Эдисона перешли к конкурирующим фирмам. Жалобы Эдисона на нарушение его патентных прав не были признаны судом; его работы в области кино были подвергнуты сомнению. Однако справедливость требует признания за Эдисоном значительных заслуг в этой области. Действительно, в отдельных деталях, использованных Эдисоном, не было ничего нового. Но он удачно скомбинировал существовавшие механизмы и добавил к ним новые; в конечном итоге Эдисон создал нечто такое, чего ранее не было и в чем нельзя не усмотреть практическую целесообразность. На судебном процессе против «Mutascope and Biograph Company» (1900) эксперту Мортону был задан вопрос: правда ли, что Эдисон использовал только те возможности, которые возникли в связи с разработкой промышлен-



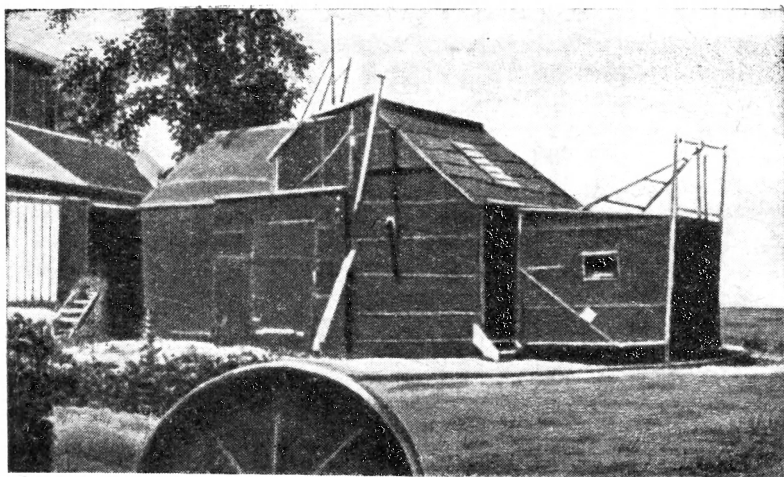
Внутренний вид кинетоскопа
Эдисона



Детали механизма кинетоскопа
Эдисона

ностью новых фотоматериалов. Эксперт ответил, что в начале своих опытов Эдисон не располагал многими из наиболее подходящих для него материалов, но в связи с тем, что у Эдисона возникла потребность в них, такие материалы были разработаны промышленностью.

Кинетоскоп Эдисона имел следующее устройство. Внутри светонепроницаемого ящика помещалась бесконечная целлулоидная лента длиной около 10 м, на которой было снято около 1440 кадров движущихся предметов; вся лента проходила перед глазом зрителя в течение 30 секунд. Для большей компактности прибора лента обходила внутри ящика через большое число роликов. Вверху прибора лента проходила между окуляром *O* и осветительной лампой. Между окуляром и лентой находился черный диск *V* со щелью *F*, вращавшийся со скоростью 48 оборотов в секунду и служивший для того, чтобы освещать ленту на короткое время (около $\frac{1}{7000}$ секунды), а в остальное время скрывать ее движение от глаз зрителя. Высота ящика была такой, чтобы зритель стоя мог смотреть через окуляр. Отзывы современников о кинетоскопе были в общем хорошими, но освещенность



Киносъёмочный павильон Эдисона «Черная Мария»

кадров была недостаточной. Кинетоскоп Эдисона был первым прибором, в котором был применен один из основных элементов кинематографа — пленка с перфорацией, но он не давал проекции изображения на экран и не имел механизма для прерывистого передвижения ленты.

Долгое время о кинетоскопе Эдисона ходили лишь неясные слухи; газеты публиковали случайные и не вполне верные сведения. Но разработка этого прибора настолько продвинулась вперед, что можно было начать постоянные съемки и организовать коммерческий показ изобретения. В 1893 г. Эдисон построил первый павильон для киносъемок — студию, которую сотрудники называли «Черная Мария» («Black Maria»). Стены ее были покрыты черной краской, так как в то время ошибочно считали, что при съемке необходимо устранить влияние других источников света. В этой студии в 1893—1894 гг. производились киносъемки танцовщиц, акробатов, жонглеров, дрессированных животных и т. д. В 1894 г. в США на основе изобретений Эдисона организуется «Kinetoscope Company», занявшаяся коммерческой стороной дела. В разных местах были устроены «салоны кинетоскопа» («Kinetoscope Parlors»); первый из них был открыт

14 апреля 1894 г. в Нью-Йорке на Бродвее. Все эти кинетоскопы имели монетные автоматы.

Нужно было разнообразить содержание картин и не ограничиваться только полуминутным просмотром ленты. Начат был показ в кинетоскопе фильмов из «нескольких частей». Летом 1894 г. в студии «Черная Мария» было снято состязание боксеров Лионарда и Кушинга; это заняло более 350 метров пленки. Фильм был выпущен в четырех частях, каждая в отдельном кинетоскопе. У дверей салона на Бродвее собирались такие толпы народа, что нередко требовалось вмешательство полицейских. Показ этого фильма способствовал популяризации кинетоскопа, который с этого времени завоевал широкие массы.

На показ фильма о состязании боксеров компания «Kinetoscope Company» выдала лицензию братьям Латам. Им пришла идея изменить способ показа: вместо отдельных ящиков для одного зрителя создать экран для демонстрации большой аудитории сразу. Эдисон в своих патентах не предусматривал проектирования на экран; он был сторонником отдельных аппаратов с монетными автоматами. Кроме того, Эдисон не брал заграничных патентов на кинетоскоп; это создавало благоприятные условия для конкуренции, так как за границей могли производить киноаппаратуру и даже ввозить ее в США. Кроме того, это давало возможность в зарубежных странах вносить некоторые усовершенствования и брать патенты. Не получив согласия Эдисона на создание кинопроектора, братья Латам и их отец, профессор химии, втайне занялись построением такого аппарата и разработкой проблемы кинопроекции на экран. Но за границей этим можно было заниматься открыто, и там начали вести многочисленные работы по созданию кинопроектора и экранов. Во Франции и Англии появилась хорошая киноаппаратура. В начале 1895 г. братья Люмьер осуществили первые съемки и проекцию кинокартин. Это и было рождением кинематографа.

В том же году У. Латам создал аппарат «паноптикон», который дополнял кинетоскоп Эдисона устройством для проектирования на экран, но в этом аппарате отсутствовал скачковый механизм для прерывистого движения. В 1896 г. американец Томас Армат построил большой кинопроекторный аппарат «витаскоп». Эдисон стал го-

товиться к открытию кинотеатра с экраном и аппаратом Армата. Экран имел размер 4×7 м. Ранней весной 1896 г. была произведена первая демонстрация фильмов для газетных корреспондентов, а с 23 апреля в мюзик-холле на Herald Square начался показ уже для публики. С этого времени наладилась совместная работа Эдисона и Армата. В Бронксе (район Нью-Йорка) была построена большая студия, и в течение нескольких лет Эдисон был самым крупным в США производителем кинокартин и киноаппаратуры. После 1907 г. в США была организована «Motion Picture Patents Corporation», признавшая все патенты Эдисона и начавшая их эксплуатацию.

7 февраля 1912 г. Эдисон демонстрировал в Нью-Йорке кинетофон, т. е. кинематограф, озвученный посредством фонографа. Усовершенствованный фонограф с цилиндрами из амбреола создавал превосходное звуковое сопровождение киноотрывка из трагедии Шекспира «Юлий Цезарь». Длительность «говорящей» картины была не более 7—8 минут. Поэтому показ кинетофона мог быть лишь вставным номером во время киносеанса, продолжавшегося не менее часа.

Эдисон посвятил кинематографу много труда, так как он с самого начала понял огромное значение, которое кино приобретет в культуре и общественной жизни. Эдисон считал, что кино будет самым широким образом использоваться для педагогических целей. В 1923 г. Эдисон говорил, что не более чем через 20 лет обучение детей будет вестись с помощью картин, а не книг. Он не предполагал, что будут полностью или частично упразднены учебники и школьное преподавание, но он был уверен, что наглядное преподавание с привлечением кино приведет к наилучшему усвоению материала учащимися.

Эдисон не приписывал себе особо больших заслуг в области создания кино. «Какова бы ни была доля моего участия в создании кинематографа как организованной страсти промышленности, я неизменно стремился к его техническому усовершенствованию», — сказал Эдисон 15 февраля 1924 г. представителям кинопромышленности.

В связи с этим не может не вызвать осторожное отношение книжка Гендрикса, изданная в 1961 г. в Лос-Анжелесе под претенциозным названием «Миф об эдисоновском кинематографе» (G. Hendricks. The Edison Motion Picture Myth). Цель автора — убедить читателей в том,

будто бóльшая часть того, что приписывается Эдисону, есть результат работ его сотрудника У. К. М. Диксона. Диксон такого вопроса никогда не возбуждал (он пережил Эдисона на четыре года), и трудно понять, почему этот вопрос выплыл почти через 30 лет после смерти обоих изобретателей. Архив эдисоновских лабораторий, вероятно, позволит установить, какое участие принимал Диксон в этих работах Эдисона. Можно полагать, что оно было очень плодотворным. Как бы то ни было, нет никаких сомнений в том, что построение кинетоскопа Эдисона (1891—1894) было очень важным этапом на пути создания кинематографа.

Вслед за работами Эдисона последовали изобретения проекторов (Ж. А. Лерой, США, 1894; У. Латам, США, 1895; Ф. У. Поул, Англия, 1895), скачкового механизма для прерывистой смены изображений (И. А. Тимченко, Россия, 1893; Ж. Демени, Франция, 1893—1894; О. Месстер, Германия, 1896). К 1896 г. все составные части кинематографа были изобретены. Братья Огюст и Луи Люмьер, при непосредственном участии конструктора-электротехника Ж. Карпантье, в 1895 г. построили первый технически удовлетворительный киносъёмочный аппарат. Придавая большое значение трудам братьев Люмьер, нельзя тем не менее признать их единственными изобретателями кинематографа. Кинематограф является одним из тех комплексных изобретений, которое с полным правом можно назвать интернациональным. Эдисон не являлся изобретателем кинематографа, но своими успешными работами над кинетоскопом он усилил интерес к этому новому делу и способствовал развитию работ в этой области, которые в конце концов привели к созданию широко вошедшего в культуру, науку и технику средства передавать изображения движущихся предметов.

Электрические источники света

Эдисону принадлежит много изобретений в различных областях техники. Но одно из его изобретений, с течением времени усовершенствованное, постоянно находится перед глазами современного человека; оно быстро и чрезвычайно широко распространялось по всему земному шару и в огромной степени способствовало приобщению людей к культурным жизненным условиям. Это изобретение — электрическая лампа накаливания.

В течение трех четвертей века до Эдисона множество людей делали попытки создать такой источник света и внедрить его в практику. Иногда получались обнадеживающие результаты, но чаще тех, кто работал над этой проблемой, постигали разочарования. Только Эдисон нашел рациональное решение проблемы электрического освещения при помощи лампы накаливания, в устройство которой он внес новые идеи, способствовавшие удачному и успешному завершению работ.

Успех Эдисона объяснялся не только тем, что он избрал рациональное направление в конструировании лампы накаливания, принципиально отличавшееся от тех путей, по которым развивалась работа его предшественников, но и тем, что Эдисон занялся построением лампы накаливания тогда, когда предпосылки к ее широкому использованию уже вполне созрели. До середины 70-х годов прошлого века еще не было таких предпосылок, главная из которых заключалась в наличии хороших электромашинных генераторов. Эдисон стал развивать свои

исследования и конструирование лампы накаливания голла, когда уже не было никаких сомнений в возможности широкой реализации этого прибора, а общественное мнение было уже подготовлено к принятию этого изобретения. Интерес к электрическому освещению резко возрос, в первую очередь благодаря пионерским трудам в области электрического освещения выдающегося и всемирно известного русского изобретателя-электротехника Павла Николаевича Яблочкова.

Возможности устройства электрического освещения были обнаружены при первых наблюдениях явлений электрического тока. Одна из возможностей была обнаружена буквально через год после того, как стали строить первый генератор электрического тока — вольтов столб — и исследовать его действие. Многие ученые, особенно Тенар и Дэви, наблюдали, что проводники, по которым протекает ток, нагреваются; их нагрев может быть доведен до накала и свечения. Дэви демонстрировал это в 1802 г. на лекции в Королевском институте в Лондоне. Тепловое действие тока на проводник позволяло рассчитывать, что электрический источник света можно разработать, используя этот эффект.

В мае 1802 г. русский ученый академик Василий Владимирович Петров демонстрировал построенный для его экспериментов огромный вольтов столб из 4200 медных и цинковых пластин, дававший ток высокого напряжения (1600 вольт); среди публично показанных им интересных опытов было получение явления устойчивой электрической дуги между угольными электродами. Сам Петров, описав свои гальванические опыты в научном мемюаре «Известие о гальвани-вольтовых опытах» (1803), указал на возможность применения явления дуги для целей освещения. Через пять лет, в 1807 г., Х. Дэви, построив такой же большой источник тока, также наблюдал явление электрической дуги и описал его в 1812 г.²⁷ Использование эффекта электрической дуги открывало возможности создания освещения на принципиально иной основе, чем накаливание проводника током.

Наконец, при своих опытах в 1802 г. В. В. Петрову удалось наблюдать электроразрядные явления при прохождении электрического тока через эвакуированное пространство. Он впервые наблюдал явление тлеющего разряда; это был тоже эффект свечения, полученного па-

средством электрического тока. Хотя свечение тлеющего разряда было недостаточно интенсивным по своим световым характеристикам, оно наглядно свидетельствовало о возможности получения светового потока в результате электролюминесценции. Как известно, это направление для создания электрических источников света развилось почти на столетие позднее, чем первые два.

До конца XVIII в. вообще не имелось источников большой силы света: создать интенсивный пламенный источник, сжигая жир, масло или газ, было практически невозможно. В тех случаях, когда нужен был интенсивный источник света, в фонарях строились оптические системы, отражающие или преломляющие свет, но при этом достигалось лишь незначительное увеличение силы света в каком-нибудь одном направлении. Особенно страдала от ограниченности этих возможностей служба береговых морских маяков и другие светосигнальные приборы. Известно, что к числу семи чудес древнего мира относят Александрийский маяк на острове Фарос у входа в гавань Александрии, возвышавшийся почти на 100 м над уровнем моря. Трудно представить себе, каким образом в древнее время могли создать такое световое устройство, которое подавало бы сигнал кораблям, находившимся в море на расстоянии десятков километров от маяка. Если это действительно было так, то Александрийский маяк действительно являлся одним из чудес древнего мира.

В начале XIX в. увеличилась потребность в интенсивных источниках света для целей сигнализации, световой проекции и т. п. Эту потребность стали удовлетворять так называемым «друммондовым», или известковым, светом — тепловыми и люминесцентными излучениями от накаливания известкового цилиндра (или пластины) пламенем горячей кислородно-водородной струи.

В это время начинает распространяться газовое освещение. Интенсивных газовых горелок тогда не было и еще не могло быть; но даже газовые горелки небольшой силы света имели известные преимущества перед масляными лампами. Следует учесть, что после промышленного переворота конца XVIII в. начался чрезвычайно быстрый рост машинной индустрии; во многих отраслях промышленности создавались крупные механизированные предприятия, а так как рабочий день продолжался 14—16 часов, то вопрос освещения предприятий приобрел серьез-

ное значение. Освещение пламенными источниками света не могло удовлетворительно решить этот вопрос. Помимо того, что пламенные источники света имели небольшую величину излучаемого светового потока, недостаток их заключался в том, что они нуждались в индивидуальном зажигании и гашении, а также в постоянном уходе и пополнении горючего. При газовом освещении кислород воздуха расходовался на горение рожков, в результате чего атмосфера в рабочих помещениях ухудшалась. Газовые горелки питались газом по проложенным в помещениях газовым трубам и при неплотностях или случайном погасании отравляли атмосферу помещения. В пожарном отношении все пламенные источники были небезопасны, а там, где в воздухе могла иметься горючая пыль (в особенности волокнистая), пламенные источники света были совершенно неприемлемы.

Для бытового освещения пламенные источники были столь же неудобны. Сальные и стеариновые свечи и керосиновые лампы в середине прошлого века были качественно усовершенствованы и широко применялись для бытового освещения, но в других случаях использование их сокращалось за счет расширения применения газа.

Такое положение с освещением не отвечало нуждам общества и производства. Изыскание новых методов освещения становилось все более и более актуальным. Основная задача при разработке новых принципов освещения заключалась в том, чтобы избавиться от открытого пламени. В этом случае устранялись как огнеопасность осветительного устройства, так и расходование кислорода воздуха в процессе горения. Взоры ученых, а затем и изобретателей обращаются к тем возможностям, которые открывал электрический ток. Изучаются новые методы освещения, расширяется экспериментальная работа над построением дуговых ламп и ламп накаливания.

Работы по этим двум направлениям развивались независимо друг от друга. Построение удовлетворительных дуговых ламп было осуществлено раньше, чем создание пригодной для практики лампы накаливания: в 50-х годах прошлого века уже было построено несколько типов дуговых ламп со сложными автоматически действовавшими регуляторами. Их стали применять для освещения открытых пространств, в маяках, для освещения больших помещений общественного пользования и т. п. Плохо об-

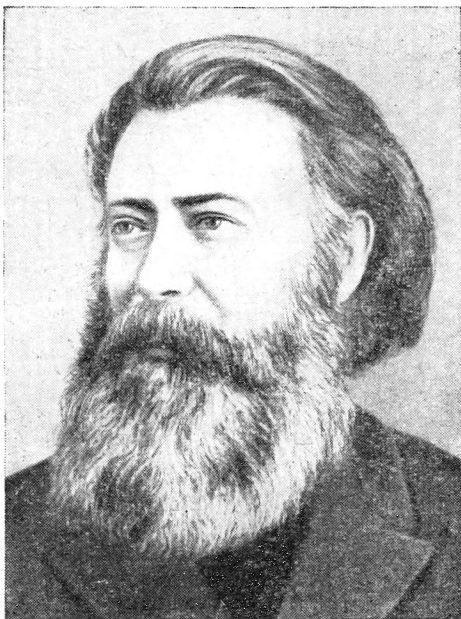
стояло дело со снабжением этих источников света электроэнергией: каждая дуговая лампа должна была иметь независимый источник тока, что очень удорожало установку. Сама дуговая лампа была очень интенсивным пламенным источником света. Получив некоторое распространение (по существу только в исключительных случаях практики), дуговые лампы могли лишь частично стать основой для нового направления в технике освещения. В 70-х годах, когда появились хорошие электромашинные генераторы тока (Грамма, Сименса и др.) и были найдены методы одновременного горения в одной цепи произвольного числа дуговых ламп, техника применения их улучшилась. Однако получить универсальное применение дуговые электрические лампы не могли из-за того, что они излучали чрезмерно мощный световой поток и были пламенными источниками света.

П. Н. Яблочков в 1876 г. изобрел электрическую свечу, т. е. дуговую лампу с относительно малой силой света; благодаря этому значительно расширилось применение электричества для целей освещения. Яблочков показал широким кругам общества и представителям технической мысли, что представляет собой электрическое освещение, каковы его возможности, особенности, качество. Это был важный период в области электрического освещения. Электрические свечи Яблочкова стали применяться для освещения улиц, магазинов, гостиниц, набережных, гаваней, фабрик, заводов и даже жилых помещений. Однако их распространение ограничивалось тем, что все потребители электрического освещения должны были собственными средствами обеспечивать свои установки электроэнергией, а это, конечно, удорожало электрическое освещение. Продолжительность горения электрической свечи составляла около 2 часов, после чего нужно было производить смену электродов. Поэтому требовался постоянный и очень внимательный уход за всей осветительной установкой в целом. К тому же электрическая свеча была пламенным источником света, так же как и другие дуговые лампы.

Решение проблемы электрического освещения было найдено в самом конце 70-х годов в результате работ очень многих лиц, занимавшихся построением электрических ламп накаливания. Т. А. Эдисон не изобрел принципа лампы накаливания. Если проанализировать работы предшественников Эдисона над лампами накаливания, то

стаповится ясно, что основной принцип прибора вполне намечился еще до работ Эдисона. Нужно было подобрать наиболее целесообразные, оптимальные отдельные элементы лампы, удобные для практики, сочетать их в едином устройстве. Нужно было четко представить себе всю систему электрического освещения в целом. Лампу накаливания рациональной конструкции, вполне пригодную для широкого практического использования, экономично расходовавшую электроэнергию, человечество получило из рук Эдисона. Она явилась воплощением его интересных научно-технических идей, результатом тщательных конструкторских разработок и экспериментов поистине громадного масштаба.

Как пришел Эдисон к мысли о необходимости усовершенствования лампы накаливания и разработки новой системы освещения? В некоторых источниках указывается, что известный стимул для этих работ возник у Эдисона после ознакомления (по-видимому, в 1876 г.) с лампами Лодыгина, образцы которых были привезены в США лейтенантом А. М. Хотинским, командированным туда для приемки крейсеров, заказанных русским морским министерством. вполне вероятно, что Хотинский, сотрудничавший в Петербурге с Лодыгиным, мог повезти в США образцы лодыгинских ламп, а само стремление поднять перед судостроителями и электротехниками вопрос об оборудовании на кораблях электрического освещения было в то время прогрессивным и целесообразным. Но следует отметить, что в те годы уже были построены электрические лампы накаливания более рациональных типов, чем лампы Лодыгина. Эдисон несомненно о таких лампах знал, так как о них было опубликовано много подробных сведений в технической и общей прессе; конструкция же Лодыгина, как менее рациональная и еще не доработанная до стадии практического использования, не могла особенно способствовать мобилизации Эдисона на эту работу. Хотя лампа Лодыгина была еще несовершенной, у него были несомненные достижения, мимо которых нельзя пройти. А. Н. Лодыгин был первым, кто в широких масштабах в 1873 г. демонстрировал освещение лампами накаливания в Петербурге (освещение Одесской улицы, адмиралтейской верфи, аудиторий Технологического института, разного рода производственных помещений, магазинов и пр.). В то время это был самый крупный показ освеще-



П. Н. Яблочков

ния лампами накаливания, выявивший достоинства этого метода и вместе с тем подчеркнул его недостатки.

Интересны были практические установки освещения во Франции и других странах, устроенные при помощи свечей Яблочкова. Сама электрическая свеча не была идеалом, к которому следовало стремиться, у нее были существенные недостатки. Тем не менее роль осветительных установок, осуществленных Яблочковым, была очень значительной. Он не только продолжил в промышленном масштабе показ электрического освещения, но стал энергичным его пропагандистом, привлекавшим на его сторону все больше и больше сторонников. Работы Яблочкова как пионера в деле электрического освещения дугowymi источниками света малой мощности не могли не повлиять на взгляды, намерения и работы электротехников. Об этом свидетельствует и американская пресса. В 1879 г., когда публиковались сведения об успешно завершенных



А. Н. Лодыгин

работах Эдисона над построением лампы накаливания, газета «New York Herald» в номере от 21 декабря отметила, какое значение имели работы предшественников Эдисона в этой области, в том числе А. Н. Лодыгина и П. Н. Яблочкова.

В течение 1877 г. Эдисон производил отдельные опыты над лампами накаливания. Он пробовал делать тело накала из угля, платины, бора, хрома и других веществ. Опыты не удавались, лампы получались совершенно неудовлетворительные. Но даже и эти начальные опыты убедительно показали Эдисону те свойства ламп накаливания, которые вообще являются их преимуществом по сравнению с дуговыми лампами: небольшой световой поток и возможность целесообразно распределять лампы накаливания по освещаемому пространству, как это делалось при газовом освещении.

В 1878 г. Эдисон посетил завод электроизделий в г. Ансония, штат Коннектикут, принадлежавший известному изобретателю электрических машин и дуговых ламп Уильяму Уоллесу. Генератор системы Уоллеса — Фармера был одним из самых распространенных в США. Все увиденное здесь произвело большое впечатление на Эдисона; он покупает генератор Уоллеса — Фармера для лабораторий в Менло-Парке и детально знакомится с работой машины и дуговых ламп. В результате этого посещения у Эдисона укрепилось убеждение в том, что решение проблемы лампы накаливания чрезвычайно важно для техники и для общества. Лампы накаливания не только коренным образом изменят технику освещения, но и внесут живую струю во всю электротехнику, приведут к большому развитию промышленной активности. Вместе с тем дело это требовало огромных усилий. Однако это никогда не пугало Эдисона; он смело пошел навстречу трудностям, которых вначале полностью себе даже и не представлял. Вся история освещения и достигнутый прогресс в производстве электроэнергии давали Эдисону уверенность в целесообразности работ по конструированию ламп накаливания. Эдисон говорил: «Очень легко делать удивительные открытия, но трудно усовершенствовать их в такой степени, чтобы они получили практическую ценность. Вот это я и занимаюсь»²⁸. Эта общая характеристика направления работ Эдисона полностью применима и к его работам над созданием практически пригодной лампы накаливания.

С 1878 г. Эдисон обращает более серьезное внимание на проблему электрического освещения. Весьма вероятно, что шумный успех электрического освещения на всемирной Парижской выставке в этом году и показанные там новые достижения электромашиностроения, электроаппаратостроения, монтажной техники, электроматериаловедения убедили Эдисона в том, что электрическому освещению принадлежит блестящее будущее. В своих воспоминаниях об Эдисоне Генри Форд передает следующие слова Эдисона²⁹:

«Как раз в то время (1878 г.) я хотел заняться чем-либо новым, и профессор Баркер посоветовал мне поработать над тем, как разделять электрический свет на малые доли, дабы источники света были подобны газовым рожкам. Это не было новой идеей, так как я уже провел ряд

опытов по освещению в предыдущем году. Я их прервал и отложил из-за фонографа. Теперь я решил возобновить эти работы.

По возвращении домой я начал подбирать разного рода информационный материал. Это было время газового освещения. Я приобрел все журналы газовых научно-технических обществ и т. п., все старые номера журналов. Собрав все эти данные и ознакомившись с распределением газа по сети в Нью-Йорке, непосредственно наблюдая это, я пришел к выводу, что проблема разделения электрического света может быть решена и сделана коммерчески целесообразной. Я считал, что для практического распространения лампы накаливания должна быть сходной с источниками газового освещения по крайней мере в двух отношениях: 1) она должна создавать умеренную освещенность и 2) каждая лампа должна гореть совершенно независимо от других, чтобы ее можно было зажигать и гасить, не нарушая работы других ламп».

Исходя из этих предварительных соображений, Эдисон начал вести опыты. Он пришел к выводу, что для решения проблемы разделения электрического света необходимо иметь лампы с большим сопротивлением и малой излучающей поверхностью; кроме того, они должны быть включены в цепь параллельно, так как этим достигается независимая работа каждой лампы. Эдисон первый из конструкторов лампы накаливания отчетливо понял, что применение тел накала малого сопротивления потребует тока более низкого напряжения, а следовательно приведет к повышенному расходу материала для проводников электрической сети. Этот совершенно правильный взгляд еще более укрепил его решение прекратить опробование ламп с малым сопротивлением, и это направление было навсегда исключено из работ Эдисона, а затем и из опытов других изобретателей.

В уже цитированных воспоминаниях Г. Форда приводится следующее высказывание Эдисона: «Я хорошо знал свойства угля и понимал, что если из этого материала сделать нить, подобную человеческому волосу, то получится тело с большим электрическим сопротивлением при малой излучающей поверхности. Но сможет ли такая хрупкая нить сопротивляться механическим толчкам и выдержит ли она накал в течение 1000 часов при температуре более 2000° С? Далее: как заключить этот

проводник, имеющий форму нити, в эвакуированное пространство, чтобы в течение времени горения при разных температурах частицы воздуха не попадали во внутреннюю полость и не разрушали бы нити. И дело не только в этом! Лампа должна отвечать не только лабораторным требованиям, но стать коммерческим средством для эксплуатации; она должна быть дешевой в производстве, допускать изготовление в массовом масштабе и транспортировку на далекие расстояния без повреждений. Эти соображения и ряд других, менее значительных, но также немаловажных, образовывали большую и комплексную проблему».

Эти взгляды выкристаллизовались у Эдисона в самом начальном периоде работ над лампой и явились программой длительных, разнообразных и глубоких исследований и конструкторских разработок.

Известие о том, что Эдисон начинает работы в совершенно новом направлении — по электрическому освещению, скоро появилось в печати. К Эдисону в Менло-Парк устремились многочисленные газетные корреспонденты за более точной и подробной информацией. В нью-йоркской газете «Tribune» от 28 сентября 1878 г. было помещено выступление Эдисона, в котором он указал, что многие изобретатели начали заниматься построением ламп накаливания раньше него, а сам он тогда еще не придавал большого значения электрическому освещению. Теперь он принимается за всестороннюю разработку этого вопроса и обгонит своих предшественников. Он заявил, что в своих работах над лампой он стремится не столько к богатству, сколько к тому, чтобы оказаться впереди других. Такое заявление — продукт твердого убеждения и глубокой уверенности в успехе; вместе с тем в нем звучит и некоторое честолюбие. Проскальзывает в нем и невысокая оценка тех работ, которые были проведены до него.

Задача, за которую взялся Эдисон, действительно, была сложной и связанной с разными научными отраслями, прежде всего с электротехникой, но не в меньшей степени и с химией. Проблемы химического характера, с которыми Эдисону предстояло встретиться, вначале мало тревожили его. Он говорил: «Химия — великая наука. Я люблю ее больше всех наук!» Но в работах над лампой оказалось неизмеримо больше химических и химико-технологических проблем, чем можно было сначала предпо-

лагать. От успешного проведения этих опытов зависело очень многое в создании хорошей конструкции лампы. Кроме того, большую роль играло также получение сильного разрежения в колбе, т. е. наличие хороших вакуум-насосов: обеспечение надлежащего вакуума — обязательное условие нормальной жизни лампы. Имело значение и усовершенствование производства и распределения электрической энергии. Хороший генератор должен был обеспечить наиболее простое и постоянное, а также самое дешевое питание ламп электрической энергией.

Оба эти устройства — вакуумный насос и электрический генератор были созданы еще до того, как Эдисон начал работать над лампой накаливания. Однако Эдисон внес много нового в эти важные вспомогательные машины, без которых нельзя было добиться полной победы лампы накаливания.

С 1809 по 1878 г. было выдано много патентов на лампы накаливания, и хотя ни один из предложенных типов лампы не вошел в практику, с точки зрения развития технических идей они представляли несомненный интерес (главнейшие типы описаны в приводимой сводной таблице). Конструкции ламп были самые различные: с телом накала из металла и из угля, в виде стержней, пластинок, полосок, проволок и нитей; иногда из металлических проволок делались завитки или спирали; в одних конструкциях воздух из колбы удалялся, в других тело накала находилось в пространстве, заполненном воздухом или инертным газом.

Из приведенных в таблице конструкций только лампа Гебеля с угольной нитью в эвакуированной колбе приближается к тому типу, который, как считал Эдисон, отвечает основным условиям, предъявляемым к лампе накаливания. Лампа Гебеля имела следующее устройство: в длинную запаянную с одного конца трубку через стекло вводились два железных электрода, к которым внутри трубки прикреплялись концы угольной нити из обугленного бамбукового волокна. Эта трубка наполнялась ртутью и переворачивалась в сосуд со ртутью. Тогда около запаянного конца, где находились вводы и угольная нить, образовывалась торричеллиева пустота; этот конец трубки с нитью запаивался и отделялся от всей трубки; получалась вакуумная лампа с угольной нитью. Как известно, Гебелю не удалось осуществить эту хорошую

**Главнейшие типы ламп накаливания, предложенные в период
1809—1878 гг.**

Год	Изобретатель, страна	Тело накала	Полость колбы	Колба
1809	Деларю, Англия	Завиток из платиновой проволоки	Небольшой вакуум	Стеклянная трубка с двумя латунными цоколями
1838	Жобар, Бельгия	Угольный стержень	Вакуум	Стеклянная колба
1840	Гроув, Англия	Завиток из платиновой проволоки	Воздух	Чаша, перевернутая в тарелку с водой
1841	Де Молейнс, Англия	Порошкообразный уголь между витками платины	Вакуум	Закрытый стеклянный шар
1845	Старр, США	1) Платиновая лента 2) Графитовый стержень	Воздух Вакуум	То же Закрытая стеклянная трубка над столбом ртути
1848	Стейт, Англия	Изогнутый платино-иридиевый стержень	Воздух	Закрытый стеклянный шар
1849	Петри, Англия	Платино-иридиевый стержень	»	Без колбы
1850	Шеперд, США	Угольный цилиндр, прижатый к угольному конусу	Вакуум	Закрытый стеклянный шар
1852	Робертс, Англия	Графитовый стержень	»	То же
1854	Гебель, Германия	Угольная нить	»	Запаянная стеклянная трубка
1856	Де Шанжи, Франция	1) Завиток из платиновой проволоки 2) Угольный стержень	Воздух Вакуум	Стеклянная трубка Запаянная стеклянная колба
1859	Фармер, США	Платиновая лента	Воздух	Без колбы
1860	Сван, Англия	Обугленная лента или спираль из бумаги	Вакуум	Стеклянная банка на латунной доске
1865	Адамс, США	Угольная пластинка	»	Запаянная стеклянная колба
1872	Лодыгин, Россия	1) Угольный стержень 2) V-образный графитовый стержень	» Азот	То же Закрытая стеклянная колба
1875	Козлов, Россия	Графитовые стержни	»	Запаянная трубка
1875	Конн, Россия	» »	Вакуум	» »
1876	Бульгин, Россия	» »	»	» »
1877	Максим, США	Платиновая лента	Воздух	Без колбы, с регулятором перекала
1878	Фонтен, Франция	Угольные стержни	Вакуум	Закрытая стеклянная колба
1878	Сван, Англия	Угольный стержень	»	Запаянная стеклянная колба
1878	Эдисон, США	Платиновая завитая проволока	Воздух	Стеклянный цилиндр с регулятором перекала

идею; он не взял патента на свою лампу, и никто, кроме его самого, этой лампой не пользовался.

Известный английский ученый и изобретатель Д. В. Сван вплоть до 1878 г. предлагал лампы вакуумного типа с телом накала в виде тонкого, как карандашный грифель, угольного стерженька. Только после того как Эдисон изготовил лампы с угольной нитью, Сван тоже перешел на изготовление вакуумных ламп такого типа.

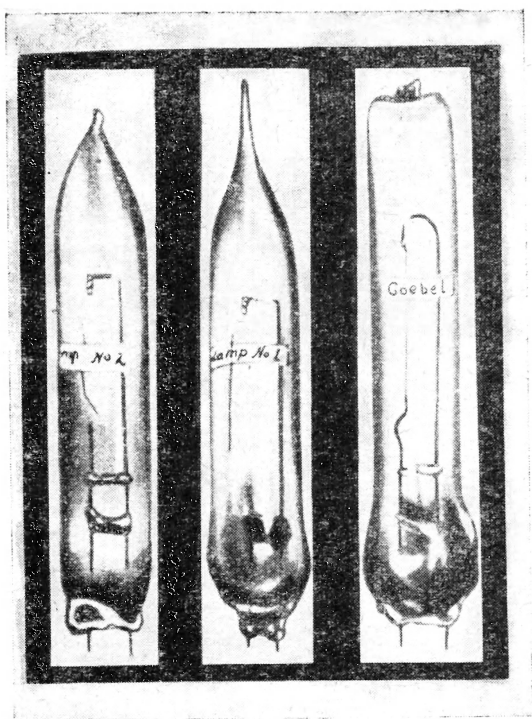
Мы приводим изображения главнейших типов ламп накаливания, предложенных до появления лампы накаливания Эдисона; на некоторые из этих ламп изобретатели получали патенты, но ни одна не была доведена до фабричного производства, все они оставались объектом демонстраций и лабораторных исследований (см. стр. 162—163).

Итак, в 1878 г. Эдисон переключился в основном на опыты по построению лампы накаливания. Финансовые круги заняли выжидательную позицию: не все еще верили в полный успех усилий Эдисона. В сферах, связанных с газовой промышленностью, появляется призрак серьезного кризиса и новые, пока неясные настроения панического оттенка. Но технические круги придавали работам Эдисона исключительно важное значение. В конце 1879 г., когда появились сведения об успешном завершении первой стадии работ по построению самого источника света — вакуумной лампы накаливания с угольной нитью, особенно усилилось желание узнать об успехах Эдисона. Цивилизованный мир нетерпеливо ждал подробных сведений и подтверждения успехов и достижений Эдисона в сфере электрического освещения. Если бы Эдисон действительно создал лампу, дающую свет для бытовых нужд, свободный от недостатков, до того присущих как электрическому, так и газовому освещению, если бы электрический свет стал дешевым, легко управляемым и регулируемым, простым в эксплуатации и обслуживании, то была бы разрешена одна из важнейших технических проблем того времени.

Эдисон правильно понял сущность задачи и потому избрал для ее решения верный и прямой путь. У его предшественников такого понимания не было, и потому все они имели только ограниченный, частичный успех. Удивительно скорее не то, что Эдисон пришел к верному представлению всей проблемы в целом и в отдельных деталях, а то, что к этим взглядам не пришел никто из его



Генрих Гебель

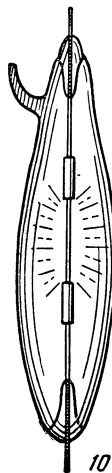
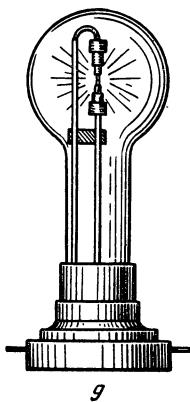
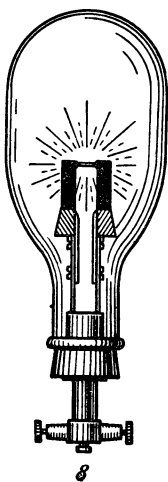
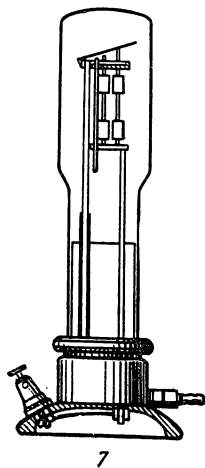
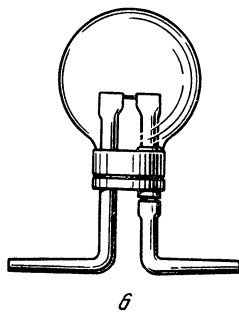
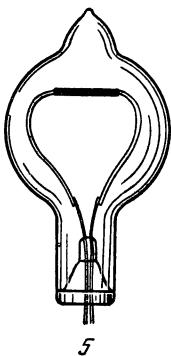
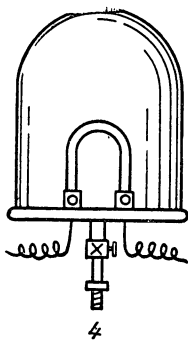
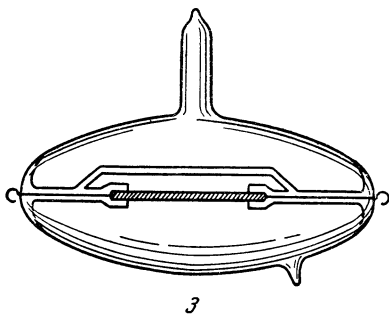
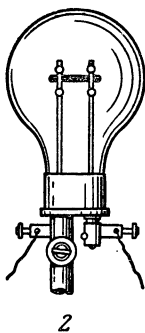
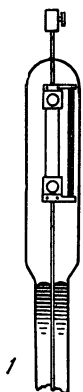


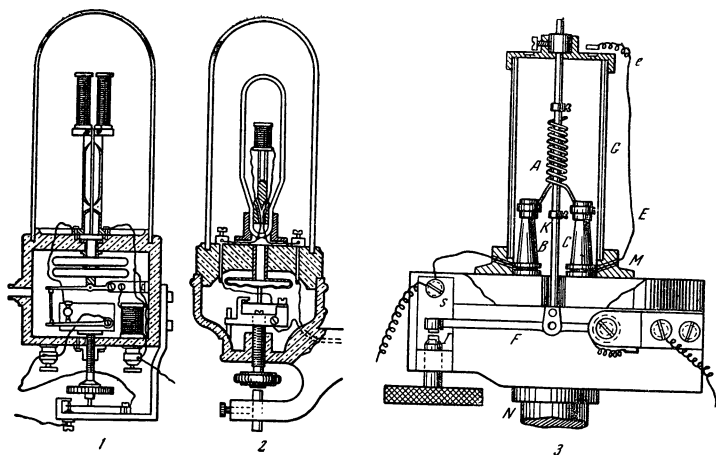
Лампы накаливания Гебеля

предшественников. Если тело накала в лампе будет иметь большое сопротивление, то при параллельном включении ламп в сеть постоянного напряжения сможет гореть любое количество их. В настоящее время это настолько банальные и очевидные истины, что нам просто трудно представить себе, в чем же тогда заключались трудности. Но обратившись к технической литературе конца 70-х годов, мы убедимся, что многие взгляды тогда были весьма неясными и неверными. Все изобретатели придерживались мнения, что для разделения электроэнергии между отдельными источниками нужны были лампы с телом накала малого сопротивления для последовательного включения в питающую сеть высокого напряжения.

В первой стадии исследований Эдисон работал над построением лампы накаливания с телом накала из платины, которая в то время считалась самым тугоплавким металлом. Платина могла быть протянута в тонкие проволоки или нити; она слабо окислялась на воздухе даже при высокой температуре накала, а поэтому не требовала эвакуированного пространства. Основные типы ламп Эдисона с платиновой проволокой или нитью показаны на рисунке. Лампы 1 и 2 имели тело накала из платиновой проволоки, навитой на известковый или глиняный цилиндр. Тело накала было заключено в стеклянный цилиндрический баллон, укрепленный на цокольной коробке, в которой находился автоматический терморегулятор. Существовало убеждение, что нить из платиновой проволоки не может не подвергаться перекалу, который будет приводить к ее перегоранию. При накале проволоки выше некоторого предела терморегулятор отключал нить на короткое время, пока ее температура не снижалась, после чего нить снова вводилась в цепь. В лампе 3 Эдисон отказался от известкового или глиняного цилиндра для навивания платиновой нити, но сохранил терморегулятор.

В процессе работы над лампой с платиновой проволокой Эдисон пробует наносить на тело накала оболочку из окислов или других веществ, в частности из окислов редких земель и угля. Так, он предложил покрывать платиновую нить оболочкой из окислов тория и церия³⁰; он указывал, что платиновая проволока с общей поверхностью излучения 5 мм^2 , покрытая слоем окислов редких земель, позволяет настолько увеличивать накал нити, что световой поток возрастает в несколько раз. Один из патентов Эдисона³¹ предусматривал изготовление нити из смеси мелкоизмельченной платины (платиновой пыли) или других металлов платиновой группы с окисью циркония; из этой смеси выпрессовывались нити, обладавшие большим сопротивлением. Его патенты на разновидности ламп с телом накала из платины позволяют сделать вывод, что в то время Эдисон еще недостаточно верно представлял себе, какие процессы происходят в проволоках с оболочками. Так, например, в одном из своих патентов³² Эдисон писал: «Если наложить цилиндр из платиновой фольги на известковый стержень, то получается превосходный свет; полоски, проволоки, стержни, бисер и куски иридия, рутения, родия, осмия, титана и других тугоплавких метал-





Лампы накаливания Эдисона с терморегулятором

1, 2 — с платиновой нитью на известковом цилиндре; 3 — со свободной платиновой проволокой

лов находят применение [для ламп]; точно так же можно применять токопроводящие окислы их, например окись титана». Недостаточность сведений о материалах для изготовления нитей привела к тому, что Эдисон, довольно близко подойдя к созданию лампы накаливания с нитью из тугоплавких металлов, дал только один вид практически пригодной лампы — лампу с угольной нитью.

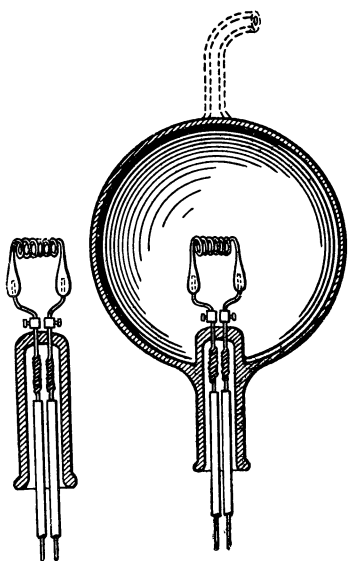
12 апреля 1879 г. Эдисон получил первый патент на лампу накаливания с платиновой спиралью большого сопротивления (американский патент № 227229), особым образом соединяющейся с вводными электродами. Лампа эта — вакуумная, с откачкой через специальную трубку в куполе колбы. Патенты на такую лампу Эдисон получил и в других странах, в том числе и в России (привилегия № 9657 от 11 декабря 1881 г.). Но и эта лампа еще не

Главнейшие типы ламп накаливания, предложенных до появления лампы накаливания Эдисона:

- 1 — Старр и Кинг, 1845; 2 — Робертс, 1852; 3 — Де Шанжи, 1856;
 4 — Сван, 1860; 5 — Адамс, 1865; 6 — Лодыгин, 1872; 7 — Конн, 1875;
 8 — Фармер, 1878; 9 — Максим, 1878; 10 — Сван, 1878

была вполне удовлетворительной: срок службы ее был мал.

Производство ламп с платиновой нитью было затруднено тем, что платина в США не добывалась и, следовательно, производство ламп должно было базироваться на импортной платине, главным образом русской. Кроме того, лампы с платиновой нитью быстро выходили из строя из-за перекала, при котором нить легко размягчалась или расплавлялась. Поэтому перейти к изготовлению тела накала из обугленных материалов было совершенно необходимо. В результате обугливания материалу придавалась плотная угольная структура. Процесс обугливания заключался в прокаливании материала в закрытой камере при высокой температуре без доступа воздуха.



Вакуумная лампа накаливания Эдисона с платиновой спиралью (патент № 227229)

Эдисон возобновляет опыты с угольной нитью, придает ей различные формы. Еще в 1877 г., когда Эдисон работал над телефоном, он сделал несколько полезных наблюдений над обугленными веществами. Так, например, палочки из смеси графита

с гудроном, обугленные без доступа воздуха, плохо разрезались на тонкие стерженьки; из бумаги высоких сортов можно было получить чистый и беззольный уголь совершенной однородности, что было важно для формирования устойчивых нитей. Эдисон решил испытать естественные волокна. Нелегко было выбрать волокно, наиболее подходящее для изготовления нити: различных видов естественных волокон чрезвычайно много. По заданию Эдисона ботаник Сегадор объездил юг США, а затем Кубу для поисков и сбора разных видов волокон. Два других сотрудника Эдисона поехали с той же целью в Китай и Японию и еще один (Бреннан) —

в Бразилию. Наконец, в Менло-Парке собралось множество образцов волокнистых растений и начались их испытания. Только три вида растений оказались наиболее подходящими, из них наилучшим был бамбук. Тогда Эдисон организует «второй тур» поисков. Он командирует своего энергичного сотрудника Мура в Китай на бамбуковые плантации и фабрики, перерабатывающие бамбук. Были испытаны даже куски старого бамбука от простоявших столетия построек. В результате испытаний остановились на одной широко распространенной разновидности японского бамбука, из которого можно было получить ровное, прямое и легко делимое волокно. От спиральной формы, которую придавали платиновой нити, перешли к подковообразной форме. Для лампы мощностью 8 свечей в колбе устанавливали одну подковообразную нить, а для более мощных ламп — от 2 до 4 таких нитей, соединенных последовательно.

Много беспокойства уже на стадии первых опытов было связано с операцией откачки ламп. Сначала Эдисон пользовался существовавшими ртутными насосами — Шпренгеля и Гейслера. Но при этом имелась опасность ртутного отравления: приходилось работать при температуре около 55° в среде, насыщенной парами ртути. Эдисон использовал улучшенную Круксом конструкцию воздушного насоса и внес в него свои улучшения; в 1882 г. в Менло-Парке было установлено около 500 автоматических насосов.

Вот как Эдисон описывает развитие своих работ в 1879 г.: «В моих старых лабораторных записных книжках есть запись о том, что 21 октября 1879 г., после ряда неудачных попыток, мне удалось обуглить кусок хлопчатобумажной нити, которой была придана форма подковы. Я вставил ее в стеклянную запаянную колбу, из которой воздух был удален до разрежения в одну миллионную долю атмосферы. Я включил эту лампу, и в первые же моменты измерили сопротивление: оно равнялось 275 ом. Этого мы и добивались! Затем мы уселись и стали наблюдать за лампой. Нам хотелось знать, сколько времени она будет гореть. Если лампа окажется жизнеспособной, то проблема будет решена. Мы сидели и смотрели, а лампа продолжала гореть. Чем дольше она горела, тем больше мы восхищались... Никто из нас не мог уйти спать, и мы не спали и в течение 40 часов подряд. Мы сидели

и следили за ней со все возрастающим подъемом настроения. Лампа прогорела 45 часов, и во мне укрепилось убеждение, что, наконец, родилась пригодная для практики лампа...»

4 ноября 1879 г. Эдисон сделал заявку в США на вакуумную лампу накаливания с угольной нитью. Патент за № 223898 был выдан ему 27 января 1880 г.; в нем, в частности, говорилось:

«Я заявляю о своих правах на изобретение:

1) электрической лампы, излучающей свет в результате накаливания, состоящей из угольной нити большого сопротивления, изготовленной описанным способом и поддерживаемой металлическими проводниками, как изложено;

2) соединения угольных нитей с баллоном, полностью сделанным из стекла, и с проводниками, проходящими сквозь стекло, причем воздух из баллона удаляется описанным способом;

3) угольной завитой нити или полоски, присоединенной к электрическим проводникам так, что только часть поверхности такого угля сможет излучать свет описанным способом;

4) описанного метода присоединения платиновых вводных проводников к угольной нити и обугливания всего этого в замкнутом сосуде, в основном — как было описано».

В патенте указано, что тело накала может представлять собой угольную нить либо обугленную пластинку или полоску (например, из бристольского картона). Для соединения угольных нитей с токоподводящими электродами Эдисон сначала применял следующий способ: концы электродов снабжались гильзами, в которые вставлялись концы угольной нити; в местах соединения гальванически отлагалась медь. Так как при нагреве медь испарялась и давала коричневый осадок на внутренней поверхности колбы, Эдисон применил другой метод: оба места соединения погружались в бензол, через проводники и нить пропускался ток, доводивший эти места до накала, в результате чего на них появлялся слой твердого угольного отложения.

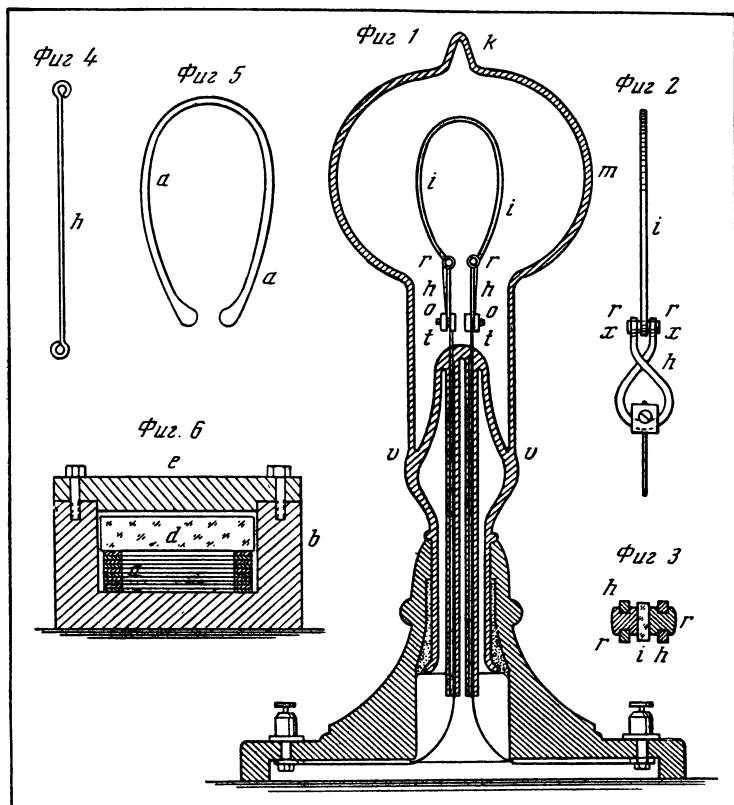
Много подобных технологических проблем пришлось Эдисону решать в период его разработки конструкции лампы накаливания.

Достигнув первых успехов в создании лампы с угольной нитью, Эдисон занялся совершенствованием ее для удлинения срока службы. Опыты стоили более 40 тыс. долларов, но результаты оправдали такие затраты. Вслед за лампой было разработано многое из того, что относилось к системе электрического освещения в целом. Нужно было изобрести или разработать генераторы, регуляторы, счетчики, выключатели, предохранители, осветительную арматуру, провода и кабели для осветительных установок, ответвительные коробки и множество других деталей, до изоляционной ленты включительно. Большей частью все это было создано впервые.

В конце 1879 г. в лабораториях Менло-Парка работа шла лихорадочным темпом. Ни сам Эдисон, ни его сотрудники не знали отдыха ни по ночам, ни по воскресеньям. Перед рождественскими праздниками 1879 г. работы в основном были уже завершены: лаборатория, контора, квартиры Эдисона и еще несколько домов освещались электричеством. Около 20 электрических фонарей были установлены снаружи на территории Менло-Парка. Так была создана первая в мире осветительная установка с лампами накаливания, получавшая энергию от собственной блок-станции, оборудованной электромашинными генераторами.

Лампа накаливания к концу 1879 г. была создана и могла быть показана широкой публике. Производство ламп велось тогда только в лаборатории и мастерских Менло-Парка, что не позволяло провести демонстрацию освещения в большом масштабе. Но и то, что уже можно было показать, было в высшей степени интересно и важно для будущего развития электрического освещения. Газета «New York Herald» 21 декабря 1879 г. посвятила целую страницу лампе и системе освещения Эдисона. Эта информация вызвала такое возбуждение, что Эдисон решил форсировать публичную демонстрацию достигнутых им успехов и осуществить ее до конца года, т. е. закончить всю работу за десять дней и показать ее под Новый год. За время с 21 декабря было изготовлено несколько сот ламп с телом накала из обугленной полоски бристольского картона.

1 января 1880 г. поездом по Пенсильванской железной дороге в Менло-Парк приехало более 3000 человек, среди которых были официальные лица, видные общественные



Лампа накаливания Эдисона с обугленной полоской бристольского картона (1879 г.)

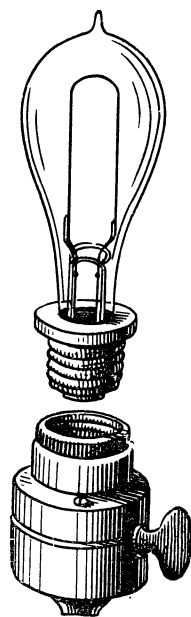
деятели, ученые, журналисты и представители деловых кругов. Далеко не все были настроены доброжелательно; некоторые посетители не скрывали своих чаяний увидеть нечто такое, что отобьет интерес к электрическому освещению. Дело доходило даже до прямого намерения совершить вредительство и нарушить работу установки. Вспоминая эту демонстрацию, Эдисон впоследствии всегда приводил такой факт. «Я вспоминаю посещение лаборатории одним известным электротехником, окончившим университет Джона Гопкинса. Мы разместили лампы на столах, чтобы иллюстрировать нормальное устройство

проводки для домов и улиц. Шестьдесят сотрудников лаборатории были поставлены в качестве наблюдателей за имуществом, причем каждый из них должен был не спускать глаз с определенного участка выставки и следить, чтобы никто из посетителей не «шалил». Оказалось, что упомянутый посетитель намотал кусок изолированной проволоки вокруг рук и на спину под одеждой и вывел концы к кистям рук, так чтобы этого никто не мог заметить. Целью его было присоединить концы проволок к питающему проводу и, не будучи замеченным, вызвать короткое замыкание, в результате которого погас бы свет. Это позволило бы ему сообщить о том, как легко нарушается работа электроосветительной установки, и вызвать к ней отрицательное отношение. Он не знал, что уже были изготовлены и применены плавкие предохранители и что каждая группа ламп имела собственную защиту. Посетитель привел свои проволоки в контакт с проводами, и только группа из четырех ламп перестала гореть. Наши дежурные видели, как он это проделал, и вывели его, наградив весьма нелестными эпитетами».

Показ прошел с большим успехом и способствовал установлению полного доверия и глубокого интереса к электрическому освещению по системе Эдисона. К Эдисону посыпались тысячи писем с просьбой помочь устроить электрическое освещение.

Однако дело, в сущности говоря, еще только-только начиналось. Предстояли трудоемкие и разнообразные работы: надо было добиться, чтобы лампа стала долговечной, экономичной, дешевой и удобной.

Патроны для первых ламп накаливания были гипсовые; в патрон заводилась горловина колбы, на которой были укреплены концы выведенных наружу электродов, т. е. лампы были без цоколей. Затем появились деревян-



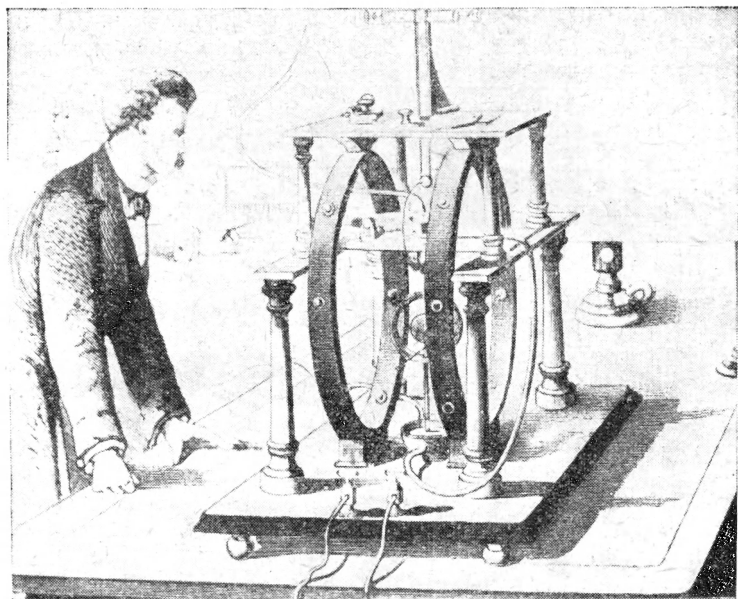
Лампа накаливания с гипсовым цоколем и патрон Эдисона 1881 г.

ные цоколи, причем патроны (тоже деревянные) имели поворотные ключи. Полная взаимозаменяемость ламп была достигнута применением металлических винтовых цоколей и патронов, до сих пор сохранивших название «цоколь Эдисона» и «патрон Эдисона». Предложенная Эдисоном шкала нарезки для патронов стала международной и не изменилась до наших дней.

Предстояло преодолеть большие трудности в области технологии легкоплавкого стекла для ламп накаливания. Колбы запаивались и должны были сохранять высокий вакуум в течение всего срока службы. Не простой была проблема присоединения концов нити к вводным электродам, которые пропускались сквозь стекло. При применении платиновой нити этой проблемы не существовало: концы платиновой проволоки можно было прямо пропустить через стекло, так как коэффициент расширения стекла мало отличается от коэффициента расширения платины. Проблема эта возникла с переходом на угольное тело накала. В дальнейшем на предприятиях Эдисона делали платиновые впайки в вводные электроды, чтобы пропускать электроды через стекло. (Только в 1891 г. Р. Лангханс в Берлине получил патент на платинид — заменитель платины для ламп накаливания в виде проволоки из сплава железа с никелем, покрытых платиной электролитически или же механическим методом плакировки).

Эдисон обнаружил, что газы, окклюдированные в стекле, электродах и колбе, отрицательно влияют на работу нити в лампах накаливания. Однако радикальное решение вопроса об улучшении вакуума в лампах и устранении вредного влияния окклюдированных газов было получено лишь в 1894 г. итальянцем Малиньяни: после откачки лампа подвергается перекалу, пока в колбе не появится голубоватое свечение; после этого в колбу вводят пары фосфора, мышьяка, серы или иода, которые соединяются с остаточным кислородом.

Мы не будем здесь подробно описывать, как Эдисон разработал и довел до практического применения все элементы системы производства, распределения и измерения энергии для осветительных установок: этому посвящена следующая глава. Отметим лишь, что все работы Эдисона по лампам накаливания сопровождалось непрерывным контролем их физических, электрических и световых



Электродинамометр Эдисона

характеристик. Для измерения силы тока Эдисон построил для нужд лаборатории электродинамометр, а для световых измерений — простейшие фотометры; у него были заготовлены магазины сопротивлений. Тогда еще не существовало амперметров; еще не был введен ватт в качестве единицы мощности. Все изготовленные лампы подвергались следующему испытанию: при каком напряжении сила света достигает 16 свечей? Лампы рассчитывались так, чтобы на мощность в одну лошадиную силу приходилось восемь штук. (Мощность, потребляемая в среднем одной лампой, была около 93 ватт, т. е. удельное потребление на одну горизонтальную свечу было около 6 ватт!). Проверка мощности производилась в водяном калориметре по повышению температуры воды за определенный промежуток времени. Современному светотехнику понятно, насколько примитивна была подобная методика измерений. Но ведь приборы для измерения приходилось изобретать, а методику придумывать; система основных элект-

рических единиц еще только разрабатывалась. И при этих, по существу говоря первобытных, возможностях Эдисон организовал эффективный контроль продукции, чтобы добиться ее однородности и возможно более экономичного расходования энергии.

Лишь в начале 90-х годов, когда Уэстон начал изготавливать амперметры и вольтметры, контроль качества и свойств ламп накаливания стали вести на более прочных научных основах; к тому же в это время уже были установлены и освоены электрические единицы измерений и эталоны этих единиц. Фотометрия к этому времени также сделала большие успехи. Эдисон ввел систему выборочных испытаний ламп на продолжительность срока службы, а также ускоренный метод таких испытаний при повышенном напряжении.

Таким образом, можно считать, что 1879 год завершился полной победой Эдисона и признанием его успехов. Он выиграл битву за лампу накаливания и увеличил объем своих работ для ее усовершенствования и широкого распространения. Оказалось, что трудности, которые уже были им преодолены, были менее значительны, чем те, которые с этого времени стали выявляться.

Уже в январе 1880 г., когда Эдисон получил патент, предусматривавший изготовление тела накала из обугленной полоски бумаги или бристольского картона, американский изобретатель Сойер стал по суду оспаривать права Эдисона. Сойер доказывал, что лампу с телом накала из обугленной полоски бумаги он предложил ранее Эдисона и требовал аннулирования эдисоновского патента. Но к этому времени Эдисон, убедившись, что лампы с таким телом накала недолговечны, прекратил их изготовление и перешел на угольную нить большого сопротивления. Лампы с обугленной полоской бумаги перестали изготавливать еще до того как Сойер подал в суд, так что практически его жалоба последствий не имела, хотя приоритет Сойера на тело накала, обугленное из полоски бумаги, судом был признан.

В первой половине 80-х годов Эдисон был слишком поглощен работой над лампой накаливания и усовершенствованием системы освещения; он не обращал никакого внимания на работы других лиц, начавших производить и продавать лампы такой конструкции, которую он разрабатывал. Тогда подавалось множество патентных заявок,

но обычно они либо противоречили ранее выданным патентам, либо касались отдельных деталей. Такое изобилие заявок вызывало большие трудности при усовершенствовании ламп и создании более экономичных типов. К середине 80-х годов американская электропромышленность выросла и окрепла; многие электротехнические фирмы владели правами и патентами на производимую ими продукцию. Сильно выросла и «Edison Electric Light Company», основанная в 1878 г. для коммерческой эксплуатации патентов Эдисона на лампы накаливания и систему электрического освещения. Несмотря на возникновение новых производителей ламп накаливания и рост конкуренции, эта компания изготовляла почти три четверти всех ламп накаливания американского производства, а годовой масштаб этого производства достиг 300 тыс. штук. К концу 1883 г. компания владела 215 американскими патентами Эдисона, а более 300 дополнительных патентных заявок находилось на рассмотрении в Патентном бюро. Но нарушителей патентов Эдисона оказалось так много, что компания была вынуждена внести ясность в создавшееся положение. С 1885 по 1901 г. эдисоновская компания и ее преемники израсходовали около 2 млн. долларов на ведение судебных дел против 200 с лишним нарушителей патентов; примерно такую же сумму израсходовали и ответчики по этим делам.

Рассмотрение этих патентных споров не входит в нашу задачу и вообще представляет узко специальный интерес. Мы остановимся лишь на самых важных моментах этой непрерывной конкурентной борьбы, касающихся только основного американского патента Эдисона № 223898.

В американских законах о патентах содержатся так называемые *negative rules*, т. е. правила, регламентирующие случаи обязательного отказа в патентовании. Но и из этих правил бывают исключения. Таким исключением явился основной патент Эдисона на лампу накаливания. По этим правилам в выдаче патента может быть отказано, если изменения, которые вносятся в существующие патенты, касаются лишь модификации формы, пропорций, масштаба или расположения деталей. Если строго придерживаться буквы этого закона, то были все основания отказать Эдисону в выдаче патента. Но ему патент выдали именно в виде исключения из *negative rules*. Замену угольного стержня угольной нитью большого сопротивления

ния можно было квалифицировать только как изменение формы или пропорций детали. Но это изменение привело к совершенно новым *качествам* лампы. В решении Патентного бюро было указано, что Эдисон создал такую комбинацию, при которой получен результат «долго ожидаемый, долгое время привлекавший усилия изобретателей, но никем и никогда до Эдисона не достигнутый. Такое изобретение является патентуемым». Может быть, именно поэтому патент Эдисона № 223898 и оказался сильно уязвимым.

В 1885 г. Эдисон начал процесс против «United States Electric Lighting Company», являвшейся держателем патентов Максима, Фармера и Уэстона — главных конкурентов Эдисона. Эта компания изготовляла лампы, в основном сходные с эдисоновскими. Эдисон решил проверить на этом процессе действительность своего патента. Прохождение этого дела в суде было очень длительным: оно было возбуждено в 1885 г., рассмотрено судом в 1889 г.; только в 1891 г. было вынесено решение, благоприятное для Эдисона, а в 1892 г. апелляционный суд утвердил это решение.

В 1892 г. фирма Вестингауза заключила договор с Комитетом Чикагской всемирной выставки на полное оборудование ее электрическими установками, в том числе и на устройство электрического освещения. Это был договор на крупнейшую для своего времени электроустановку. Апелляционный суд США в это время подтвердил действительность патента Эдисона на способ герметической запайки колб. В связи с этим Вестингауз не мог больше выпускать на рынок лампы, герметически запаянные в колбы. Вестингаузу пришлось изменить конструкцию собранной лампы, чтобы избежать запайки, и перейти на «лампу с пробкой» (stopper lamp), чтобы иметь возможность выполнить договор с Комитетом Чикагской выставки.

Наиболее сложным был процесс Эдисона против «Vacuum Pump and Electric Company». Он начался в 1893 г. Предполагали, что он закончится как обычно, т. е. неблагоприятно для этой фирмы. Но неожиданно дело приняло совершенно иной оборот. Привлеченная к ответу фирма сообщила суду, что угольные нити для нее много лет изготовлял некто Генрих Гебель, начавший строить электрические лампы накаливания с угольной нитью еще за 20 лет до Эдисона. Лампы накаливания

Эдисона ничем, якобы, принципиально не отличаются от ламп Гебеля. Дело разбиралось в трех инстанциях и получило широкий размах; к участию в разбирательстве были привлечены сотни свидетелей и экспертов, которые отстаивали разные точки зрения: одни доказывали неправомерность выдачи Эдисону патента, другие изыскивали все возможности к тому, чтобы защитить и оправдать монопольное положение Эдисона и его правопреемника — «General Electric Company».

Генрих Гебель был механиком в высшем техническом училище в Ганновере и изготовлял ртутные барометры, гальванические элементы и разные электромагнитные приборы. Эта работа, по-видимому, не давала ему материального благополучия, так как в 1848 г. он эмигрировал с семьей в США. В Нью-Йорке он открыл небольшую мастерскую, просуществовавшую 20 лет. На крыше дома он установил дуговую лампу, которая питалась энергией от батареи гальванических элементов; так как его заподозрили в намерении совершить поджог, он прекратил работу с дуговой лампой и начал строить лампу накаливания. В 1854 г. он построил вполне удовлетворительную лампу, а через год у него их было несколько и притом разных типов; ими он освещал окно своей лавки. Ко времени судебного процесса Эдисона против «Edison Company» у него еще сохранилось несколько таких ламп.

На суде многие свидетели показали, что в 50-х годах они сами видели лампы Гебеля в действии. Некоторые рассказывали, что Гебель освещал лампами возок с установленной на нем подзорной трубой, через которую можно было за небольшую плату наблюдать звездное небо. Для питания ламп на возке имелаась батарея из 60 элементов. Затем Гебель эти случайные работы оставил, но в 1881 г. о нем вспомнил один предприниматель и нанял для организации производства нитей для ламп накаливания. Ламп своего изобретения Гебель из-за отсутствия средств никогда не патентовал.

Вероятно, работы Гебеля были бы навсегда забыты, если бы не судебный процесс 1893 г. Судебные эксперты Поп и Кросс считали, что Гебель не мог при технических средствах 50-х годов изготовить хорошую лампу. Эксперт профессор Томсон придерживался того же мнения. Все эксперты утверждали, что Гебель не мог получить такое сильное разрежение в лампе, которое было необходимо.

Но на суде Гебель рассказал, как он добивался полного вакуума, используя торричеллиеву пустоту, и суд признал его показания удовлетворительными. Эксперт Поп выдвинул новые возражения: он утверждал, что при создании торричеллиевой пустоты вводы внутри трубки должны амальгамироваться, тогда как на образцах, представленных Гебелем, следов ртути не оказалось. Гебель объяснил это тем, что он пользовался только химически чистой ртутью, получаемой путем многократной перегонки. Благодаря этому, а также из-за совершенной сухости воздуха внутри трубки вводы не амальгамировались. При проверке это оказалось совершенно правильным, и Поп от своей позиции отказался.

Второй эксперт Кросс признал, что обугленное бамбуковое волокно, которое применял Гебель в своих лампах, имело диаметр 0,20—0,28 мм и должно считаться нитью, а потому он, как эксперт, считает доводы в пользу Гебеля серьезными. Эксперт Томсон выдвинул новое соображение: при железных вводных электродах нельзя получить надежный вакуум, так как неизбежны неплотности в месте прохождения железа через стекло. Чтобы разобраться в этом вопросе, суд поручил Гебелю изготовить по его способу несколько ламп с железными вводами. Представленные Гебелем лампы горели от 190 до 245 часов, и суд признал мнение эксперта Томсона неосновательным. Судебный эксперт Кларк признал, что Гебель применял более совершенный способ откачки ламп, чем тот, которым Эдисон пользовался в 1879 г.

Суд третьей инстанции признал, что лампа Гебеля, построенная в 1854 г., была практически пригодной и много раз демонстрировалась публично. Это послужило основанием признать патент Эдисона недействительным. Но это решение было вынесено незадолго до истечения срока действия основного американского патента Эдисона. Впрочем, тут появилось еще одно неблагоприятное для Эдисона обстоятельство. Согласно американскому патентному законодательству, американский патент на какой-либо предмет, до того запатентованный изобретателем в другой стране, действителен только до тех пор, пока действителен самый краткосрочный из зарубежных патентов на этот предмет. Оказалось, что Эдисон получил в Канаде патент на лампу накаливания раньше, чем в США. Канадский патент был объявлен 26 февраля 1889 г. недействительным

«по причине соответствия канадскому статуту о производстве и импорте». Такое решение делало недействительным не только канадский, но и американский патент Эдисона. К счастью для Эдисона, канадское патентное ведомство превысило свои права, и решение о досрочном прекращении действия патента Эдисона было отменено высшими инстанциями. Срок действия канадского патента окончился 17 ноября 1894 г., и одновременно стал недействительным и американский патент Эдисона. После этого производство ламп с угольной нитью освободилось от всех ограничений, и десятки крупных и мелких предприятий занялись массовым их изготовлением. Однако самым крупным производителем их все же оставался Эдисон и созданные им компании.

Эдисону пришлось вести патентные процессы не только в США, но и в других странах. В 1882 г. в Англии возник конфликт между Эдисоном и Сваном по поводу нарушения эдисоновских патентов. Дело не дошло до суда, так как было достигнуто соглашение о создании в Англии единой промышленной компании для эксплуатации патентов Эдисона и патентов Свана — «Ediswan Electric Company», которая существует и поныне.

Отметим еще один судебный процесс, возбужденный Эдисоном в 1893 г. во Франции по поводу нарушения его прав русским электротехником А. М. Хотинским, работавшим в Париже. Суд отказал Эдисону в иске, ссылаясь на то, что нити для ламп изготовлялись Хотинским из целлюлозной коллоидной пасты, а не из волокон или волокнистых веществ. Кроме того, суд, очевидно в связи с исходом тяжбы Эдисона с «Weason Company», принял решение считать, что патенты, на которых базируется истец Эдисон, потеряли силу, а это дает всем право производить лампы с нитью большого сопротивления.

Эдисон понимал, что в вопросе о производстве ламп накаливания и различных приборов для электрического освещения ему придется отступить от своего принципа — не создавать предприятий для массового производства и продажи изделий при своих лабораториях. 1 октября 1880 г. в Менло-Парке начала работать первая в мире фабрика по производству ламп накаливания. Так как спрос на лампы быстро возрастал, пришлось подумать о переводе фабрики в другое место и о переоборудовании ее для расширения масштаба производства. В 1881 г. на-

чал работать электроламповый завод Эдисона «Edison Lamp Works» в г. Гаррисоне (штат Нью-Джерси). Основным типом была лампа на 16 свечей; небольшое число ламп делалось на 8 свечей, а еще меньше ламп — на силу света больше 16 свечей (даже до 150 свечей). Техника производства ламп на заводе в Гаррисоне в первое время была довольно примитивна; основные процессы представляли собой очень трудоемкую ручную работу (в 1882—1883 гг. для изготовления лампы требовалось около 300 операций), поэтому выпуск ламп был сравнительно небольшим. На заводе работали 150 человек, дневной выпуск составлял 1200 ламп. В 1883 г. было продано 70 тыс. ламп, а в 1884 г. — уже 125 тысяч. В первые годы лампы продавались только центральным электростанциям или блок-станциям, которые снабжали лампами потребителей.

Для широкого распространения ламп накаливания нужно было проводить такую политику цен, которая сделала бы лампы доступными для очень большого круга потребителей и в то же время прибыльными для их производителей. Эдисон понимал, что увеличение масштаба производства ламп и усовершенствование технологии приведет к быстрому понижению себестоимости (в 1881 г. она составляла 4,1 доллара). Поэтому Эдисон разработал план «завоевания» потребителя с таким расчетом, чтобы продажная цена на лампы была сначала ниже себестоимости и не менялась в течение ряда лет; затем, с усовершенствованием технологии, себестоимость должна значительно снизиться, и тогда при сохранении первоначально установленной продажной цены, производство будет давать прибыль, которая покроет прежние убытки. Так Эдисон и действовал. Он установил продажную цену в 40 центов и, таким образом, на каждой проданной лампе терял 70 центов. В первый год было продано более 20 тысяч ламп. В следующем году себестоимость снизилась до 70 центов, а продажная цена не изменилась, но масштаб производства вырос, и годовой убыток Эдисона от продажи ламп стал даже больше, чем в предыдущем году. В третьем году ряд ручных операций был заменен машинными и была улучшена технология, что привело к снижению себестоимости до 50 центов; однако число изготовленных и проданных ламп настолько возросло, что годовой убыток Эдисона снова увеличился. На четвертом году работы электролампового завода себестоимость была

доведена до 37 центов; при продажной цене 40 центов Эдисону удалось всего за один год возместить все убытки предшествующих трех лет. Наконец, в пятом году себестоимость была доведена до 22 центов, а выпуск ламп превысил 1 млн. штук в год. При прежней продажной цене 40 центов Эдисоновская компания стала получать от продажи ламп большие и из года в год возрастающие прибыли.

К 1896 г. уже существовало 36 компаний, которые производили лампы накаливания. Сильная конкуренция привела к снижению продажных цен; так, цена на разные типы ламп в 1896 г. колебалась от 12 до 18 центов, но производство было настолько усовершенствовано и расширено, что и при таких ценах приносило большие прибыли.

Одновременно с развитием электролампового производства в США идеи Эдисона начали распространяться и в Европе. Пока не выяснилась сущность и достоинства ламп Эдисона и его системы освещения, многие европейские электротехники весьма скептически относились к его работам. На выставке 1881 г. Эдисон с огромным успехом демонстрировал свои лампы. В Европе начало развиваться строительство электростанций.

Немедленно после выставки 1881 г. Эдисон предложил компании Сименс и Гальске в Берлине приобрести у него лицензию на производство ламп по его патентам. Сименс отказался, так как считал, что его крупному концерну не к лицу пользоваться чужими патентами; самое же главное, Сименс был уверен, что увлечение лампами накаливания — явление временное и что в светотехнике неизбежен возврат к дуговым лампам.

Во Франции сложилась несколько иная ситуация: по французским законам, патенты были действительны только в том случае, если изделия изготовлялись в пределах Франции. Между тем в период 1877—1881 гг. во Франции наибольший интерес привлекала электрическая свеча П. Н. Яблочкова, а производство ламп накаливания не встречало поддержки капиталистов. В 1881 г. Сван открывает электроламповый завод в Париже, а в следующем году — еще один, в Лилле. В 1882 г. Эдисон открывает в Иври (около Парижа) электромеханический завод, на котором строились электрические машины и аппаратура для освещения, а также лампы накаливания; выпуск

ламп в первое время составлял 500 штук в день. Для развития своих работ во Франции Эдисон организует «Compagnie Continentale Edison de Paris»; такая компания была нужна и для того, чтобы патенты Эдисона были действительны во Франции, и для того, чтобы избежать взаимных претензий со свановской компанией. В 1888 г. интересы Эдисона и Свана во Франции были объединены путем организации единой компании «Compagnie Générale des Lampes incandescentes»; после этого патентные процессы велись уже между этой компанией и ее конкурентами.

Так как Сименс отказался приобрести лицензии на эдисоновские патенты на лампы накаливания, Эдисон передал «Compagnie Continentale Edison de Paris» право их использования во всей Западной Европе. Эмиль Патенау откупил у этой компании право эксплуатации эдисоновских патентов в Германии и организовал в 1883 г. «Deutsche Edison Gesellschaft für angewandte Elektrizität». В то время в Германии действовала компания Свана; между этими двумя компаниями велась конкурентная борьба, дошедшая до судебного разбирательства. Решением Верховного суда в Лейпциге патенты Эдисона были объявлены действительными и в то же время не было признано нарушение их со стороны Свана. В 1887 г., когда прекратились обязательства «Deutsche Edison Gesellschaft» по отношению к «Compagnie Continentale Edison», в Берлине была организована «Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft»; при этом интересы концерна Сименс и Гальске и АЕГ в области ламп накаливания были согласованы путем особого договора.

Из других стран, в которых ламповое производство занимало более или менее заметное место, следует отметить Австро-Венгрию, Италию и Голландию. Европейская продукция долгое время была по качеству ниже американской. Несколько фирм провели стандартизацию продукции и согласование технологии. Это было первым шагом к созданию Международного лампового синдиката «Phoebus», существовавшего вплоть до 1941 г. с центральным управлением в Женеве.

Создание практически пригодной лампы накаливания и разработка системы освещения были выдающимся достижением Эдисона. Однако он не считал это свое изобретение идеалом; он понимал, что при всей своей важности

и значимости это только этап в истории светотехники и электротехники, этап более или менее длительный. В 1929 г., когда отмечался «золотой юбилей» лампы, Эдисон сказал: «Не существует совершенных изобретений, и современная лампа накаливания не составляет исключения. Свет без тепла— вот идеал, но он еще очень далек». Впрочем, он оказался не очень далеким: спустя 12—15 лет появились флуоресцентные лампы, которые в значительной мере уже обладали свойством давать свет без тепла.

До работ Эдисона долгое время существовало прочно закрепившееся скептическое или априорно отрицательное отношение к изобретениям в области ламп накаливания. Не избежала такого же отношения и лампа Эдисона. Много недоброго было сказано о ней, немало несправедливости в своих первых отзывах допустили и видные электротехники. Однако вскоре ее блестящие успехи уничтожили это предубеждение. В лампу поверили, и для нее открылся беспрепятственный путь в практику.

Приведем суждение по поводу первых ламп накаливания Эдисона французского академика Т. де Монселя, главного редактора журнала «La lumière électrique». В 1881 г. он писал: «Все пробы (предшественников Эдисона.— Л. Б.) имели лишь частичный успех и ничего более; в 1879 г. появились сведения о новой угольной лампе накаливания Эдисона, и многие ученые, в том числе и я, стали сомневаться в достоверности утверждений, которые дошли до нас из Америки. Обугленный подковообразный кусок хлопчатой бумаги казался неспособным сопротивляться механическим ударам и оставаться накаленным в течение любого времени. В это же время Д. В. Сван утверждал, что ему никогда не удавалось получать сколько-нибудь удовлетворительные результаты при аналогичном теле накала. Тем не менее Эдисон не смутился и, несмотря на сильную оппозицию против его ламп, вопреки острой полемике, объектом которой они стали, не прекратил усовершенствования лампы для практических целей и наконец построил лампу, которую мы видим здесь на выставке и которая заслуживает восхищение всего мира»³³.

* * *

В 1929 г., в связи с пятидесятилетием лампы накаливания Эдисона, в США было организовано празднование, на которое приехали многие выдающиеся деятели науки и техники, среди них Мария Склодовская-Кюри, Орвил Райт, группа видных японских инженеров и др. Эдисон получил приветственные телеграммы от принца Уэльского, от германского президента Гинденбурга, от адмирала Берда с Южного полюса, от Альберта Эйнштейна и других ученых. 21 октября в присутствии президента США Гувера, Генри Форда, Эдисона и других механик Джель, который 50 лет назад изготавливал лампы в Менло-Парке и дожил до этих дней, воспроизвел работу по изготовлению лампы в условиях 1879 г., т. е. применяя ту же нить, насосы, стекло, цоколь и пр. Изготовленная им лампа была зажжена президентом Гувером и превосходно горела.

Производство и распределение электроэнергии

Электрическая лампа накаливания, доведенная Эдисоном до такого конструктивного оформления, которое сделало ее пригодной для широкого практического использования, была только одним звеном комплекса, получившего название «электрической системы Эдисона».

Построение хорошего источника света сыграло большую роль в развитии электрического освещения; однако огромное значение имела разработка всей сложной системы освещения в целом.

В истории электротехники и, в частности, в области электрического освещения можно отметить только один случай, когда изобретатель разрабатывал не только одно узловое устройство, но и всю систему, в которой это устройство должно быть приведено в действие. Это работы П. Н. Яблочкова, нашего выдающегося соотечественника, изобретателя «электрической свечи» — безрегуляторной дуговой лампы — и системы освещения, известной под названием «электрическая система Яблочкова».

Во всех других случаях в электротехнике, до трудов Яблочкова и Эдисона, работы изобретателей ограничивались построением того или иного прибора, машины или аппарата. Вопросы, связанные с приведением такого изобретения в действие, вопросы обеспечения внедрения в практику и создания условий для того, чтобы изобретение заняло свое место в арсенале орудий труда, которым пользуется человек, — эти вопросы в лучшем случае лишь частично затрагивались изобретателями, а обычно и вовсе

не затрагивались. Комплексная проблема оставалась неразрешенной, а практика получала только предложения, касавшиеся какого-либо отдельного предмета или метода.

Яблочков шел по пути приспособления дуговых электрических ламп для практического использования. Центральным вопросом, который ему следовало решить, был сам источник света. Такая же проблема стояла и перед Эдисоном: сначала нужно создать источник света,— и Эдисон отдает все свои силы построению лампы накаливания. И Яблочков и Эдисон поставили перед собою одинаковую задачу: создать электрическое освещение при помощи источников малой силы света, пригодных для нужд широкого круга потребителей, добиться дробимости света, которую нельзя было получить при дуговых лампах с регуляторами. Они пошли разными путями, но каждый из них пришел к технически приемлемым решениям. Жизнь показала, что путь, по которому шел Эдисон в выборе источника света, был более правильным, и потому Эдисон добился большого и длительного успеха.

Перед Яблочковым возник ряд сложных вопросов, решение которых было необходимо для создания системы освещения в целом. Перед ним встал вопрос о том, какой ток является оптимальным — постоянный или переменный. Проблема включения в одну цепь произвольного числа электрических свечей была тогда очень важной, хотя теперь она кажется примитивно простой; Яблочков находит технически правильные и целесообразные решения как для случая последовательного включения источников света, так и для случая параллельного включения. Проблема снабжения осветительных установок электроэнергией была им решена путем организации так называемых блок-станций, но уже в 1879 г., в своей публичной лекции «Об электрическом освещении», прочитанной в Москве, Яблочков говорил, что электрическую энергию нужно производить в централизованном порядке на особых электрических «заводах» и доставлять ее потребителю так, как доставляется газ или вода. Яблочков не построил ни одной центральной станции для своих установок, хотя был на пути к этому. Идею концентрации производства электроэнергии на центральных станциях осуществил Эдисон; он стал продавать электроэнергию потребителям, как товар, доставляемый франко место потребления.

Сооружение центральных электрических станций было теснейшим образом связано с конструкцией и действием электрических машин — генераторов тока; в большой зависимости от генераторов находились и блок-станции. И Яблочков, и Эдисон начали организовывать производство электроэнергии на базе уже существовавших генераторов с самовозбуждением, или, как их тогда называли, «динамомашин». Яблочков начал с применения генератора Грамма, но затем создал типы генераторов, которые были приняты к изготовлению заводом Грамма; Эдисон тоже начал свои опыты, пользуясь генераторами Уоллеса—Фармера, а затем спроектировал и стал строить и применять машины своей собственной конструкции. Яблочков разработал конструкцию свечедержателей, арматуры, ручных и автоматических переключателей свечей, трансформаторов для распределения энергии между группами свечей («индукционные катушки»), проводов, кабелей и пр., а также методы монтажа. Аналогичные задачи, применительно к особенностям работы ламп накаливания, поставил и разрешил Эдисон. Яблочков не строил счетчиков расходуемой электроэнергии, так как в условиях блок-станций они не были нужны; Эдисон изобрел и стал строить счетчики, так как отпускаемая с центральных станций каждому потребителю энергия должна была учитываться для оплаты.

Яблочков, избрав для питания своих свечей однофазный переменный ток, обеспечил лучшие возможности для передачи энергии на дальние расстояния и возможность увеличения радиуса действия генерирующих установок. Эдисон избрал постоянный ток, так как испытывал недоверие к переменному току. Этим он сильно ограничил радиус действия своих электростанций; чтобы устранить этот недостаток, он начал применять многопроводные системы, которые, однако, удорожали линейные устройства.

Мы видим, что направления, по которым шли Яблочков и Эдисон для решения важнейших задач электрического освещения, имели много общего; различия в конкретных решениях, к которым они приходили, определялись различием принципа действия и особенностями каждого из двух источников света — электрической свечи и лампы накаливания.

Можно ли говорить о каких-либо заимствованиях Эдисона у Яблочкова? Никаких оснований для этого нет.

Труды Яблочкова по созданию системы освещения, совершенно блестящие для своего времени, были широко известны в период 1876—1881 гг. и имели большое значение. Не зная о них Эдисон не мог. Но, избрав в качестве источника света лампу накаливания, Эдисон сразу пошел по иному пути, чем путь, на котором развивались оригинальные и во многих отношениях неожиданные работы Яблочкова. Но оба они не ограничились созданием источника света рациональной конструкции и экономичного действия, а начали разрабатывать всю систему в целом.

Сделав лампу накаливания отправным пунктом целого комплекса работ, Эдисон представлял себе этот комплекс совершенно отчетливо. Он понимал, что без решения всех проблем комплексной системы электрического освещения изобретенная им лампа не получит распространения или же войдет в практику через длительное время и в малоэффективном виде. Эдисон сам сформулировал основные проблемы этого комплекса³⁴, которые заключались в следующем.

Первое. Разработать широкий и принципиально правильный метод распределения электроэнергии, удовлетворительный с научной точки зрения и практически пригодный для коммерческой эксплуатации с точки зрения экономической. Другими словами, разработать план, соответствующий особенностям электроэнергии и методам ее использования, а в своих деталях аналогичный тому, что уже было сделано для газового освещения. Такой план должен охватывать сеть и проводники, обеспечение многостороннего питания для устранения перерывов в подаче тока, вызываемых неисправностями или авариями на каком-либо одном участке.

Второе. Сконструировать такую электрическую лампу накаливания, которая давала бы относительно небольшой световой поток, практически подходящий для большинства случаев освещения. Лампы должны удобно и просто присоединяться к электрической проводке; каждая из них должна действовать совершенно независимо от других. Лампы должны быть экономичными, чтобы выдерживать конкуренцию со светильным газом, устойчивыми по своим свойствам, прочными и безопасными для потребителей; они должны гореть с нормальной силой света в течение длительного времени.

Третье. Создать способ, с помощью которого можно измерить или подсчитать энергию, доставленную каждому потребителю, как это делается при снабжении газом, причем это должно осуществляться просто, дешево и удобно посредством счетного прибора, устанавливаемого в помещении самого потребителя.

Четвертое. Разработать конструкцию проводников, которые можно было бы прокладывать под землей или подвешивать с помощью изоляторов на столбах; от таких проводников должно быть удобно делать отводы и отпайки для подвода электроэнергии к каждому зданию по улицам. Для подземной прокладки нужно обеспечить проводники защитными оболочками или трубами, причем трубы должны в любом месте допускать доступ к токоведущим проводникам для присоединения потребителей. В связи с этим нужно разработать конструкцию лазов, ответвительных коробок, присоединительных контактов, а также других деталей, обеспечивающих удобное распределение электроэнергии в соответствии с потребностями каждого отдельного потребителя.

Пятое. Разработать способ поддержания во всех точках распределительной системы практически неизменного напряжения, дабы все лампы, независимо от их числа и местонахождения по отношению к электростанции, излучали бы одинаковый поток. Лампы нужно предохранить от погасания при внезапных сильных флуктуациях электрического тока. Необходимо создать такой метод регулирования напряжения в месте генерации тока, т. е. на электростанциях, чтобы нужное напряжение сохранялось в разных местах сети, причем на самой станции должны иметься приборы, в любой момент указывающие действительное напряжение в разных местах сети.

Шестое. Спроектировать экономично действующие быстроходные агрегаты, которых еще не существует, способные эффективно преобразовывать энергию пара в электрическую энергию, а также аппараты для пуска и остановки электрических машин, способы регулирования и уравнивания их нагрузок и подключения такого числа генераторов, которое соответствует спросу потребителей и графику нагрузки. Необходимо также разработать общую компоновку паровой и электрической части электростанций для обеспечения бесперебойности работы.

Седьмое. Изобрести предохранительные устройства для того, чтобы не допускать избыточной силы тока в сети, могущей вызвать пожар или другие нарушения; разработать выключатели, патроны, цоколи и методы внутренней проводки к осветительным приборам.

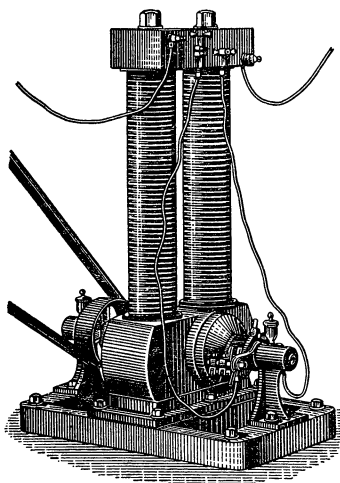
Таково содержание работ для создания системы электрического освещения Эдисона. Рассмотрим, каковы были технические решения, принятые Эдисоном по главнейшим пунктам этой обширной программы.

О работах, которые привели к созданию хорошего источника света — лампы накаливания, подробно рассказано в предыдущей главе.

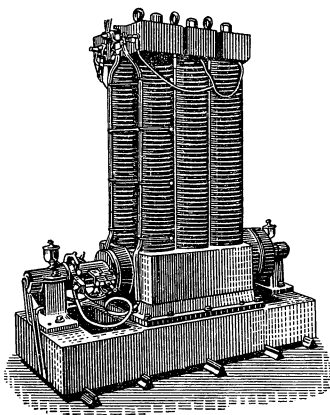
После лампы накаливания самой существенной частью системы Эдисона был генератор электрической энергии. В 1874 г. в США Уильям Уоллес совместно с М. Фармером построили генератор. В Европе в это время уже были разработаны генераторы постоянного тока с кольцевым якорем Грамма, а также генераторы Гефнер-Альтенека с барабанным якорем, которые обычно называли машинами Сименса, так как их выпускали заводы Сименс и Гальске в Берлине; их изобретатель был шеф-электриком этих заводов. Но в Америку таких машин не ввозили; там устанавливали либо машины Уоллес—Фармера, либо машины Браша, Уэстона и других американских конструкторов. Все американские машины, как правило, предназначались для питания дуговых ламп, последовательно включаемых в цепь, поэтому они давали ток постоянной силы; Эдисону же для параллельно включенных ламп нужен был ток постоянного напряжения, при котором должны были работать все лампы, включенные в сеть. Поэтому необходимо было разработать другой тип генератора.

Первый генератор Эдисона был построен в 1879 г., когда его работы над лампой накаливания достигли кульминационного пункта, и был опробован в Менло-Парке в октябре того же года. Примерно тогда же экземпляр такой машины был построен Эдисоном для электрического освещения судна «Жаннетта», позднее совершившего экспедицию в Арктику. Это была двухполюсная машина с барабанным якорем, приводившаяся в действие посредством ременного привода. Этот генератор давал постоянное напряжение 110 вольт для параллельного включения ламп. Общий вид первой конструкции генератора с двумя массивными вертикальными электромагнитами показан на

рисунке. В связи с тем, что в разных осветительных установках было разное число ламп, подключенных к цепи генератора, Эдисон запроектировал и строил на своем заводе серию генераторов из шести типов, имевших буквенную маркировку (в скобках нами указано число ламп по 16 свечей, на питание которых генератор рассчитан): E (17),



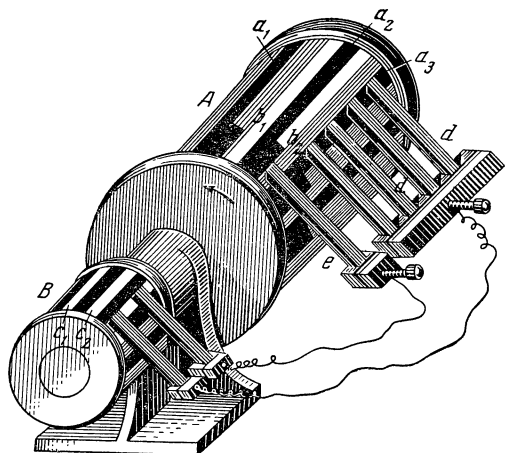
Генератор Эдисона типа Z
(1879 г.)



Генератор Эдисона типа К с
шестью вертикальными сердеч-
никами

Z(60), L(150), K(250), H(400) и C(1200). В машинах первых двух типов было по два столбообразных сердечника электромагнитов, для самой мощной машины типа С — двенадцать, для остальных трех типов — по шесть (на приводимом рисунке показан генератор типа К). Эти генераторы были очень высокими, и сотрудники прозвали их «долговязой Марианной» (Long Waisted Mary Ann). Машины были громоздкими и тяжелыми: вес самой малой из машин (тип E) был около 300 кг, а самой крупной (тип С) — 30 тонн. Все машины Эдисона этих типов были двухполюсными. Сердечник якоря был шихтованный, с большим числом дисков из листовой стали, изолированных один от другого и от вала; в некоторых патентах на генератор³⁵ была описана такая конструкция якоря,

причем Эдисон указывал, что толщина дисков, из которых, набирается якорь, должна быть меньше $\frac{1}{8}$ дюйма; этот размер применяется до сих пор для шихтованных якорей. Эдисон совершенно правильно применил шихтовку якоря, которая устраняла вредный нагрев его и способствовала увеличению полезной мощности машины. В продольные пазы якоря и по лобовым сторонам (основания) цилиндра



Коллектор Эдисона

укладывались медные стержни, присоединявшиеся на передней стороне к коллекторным пластинам. Однако здесь была допущена существенная ошибка; болты, употреблявшиеся для скрепления листов сердечника якоря, не были изолированы и поэтому становились источником местных токов, развивавших теплоту и непроизводительно расходовавших энергию. Недостатком было и то, что часть магнитной цепи была чугунной, а потому должна была быть толще, чем железная часть цепи, так как удельное магнитное сопротивление чугуна больше.

Эдисон предложил свою схему обмоток, разработал конструкцию коллектора, в котором было устранено искрение и значительно уменьшен износ пластин. Эдисон добился разделения искры на несколько частей, устроив ряд контактов, через которые последовательно проходит ток. Для случая, когда от одного генератора питалось энергией

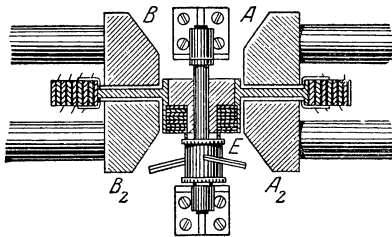
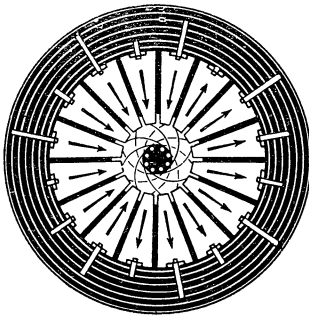
большое число приемников тока, Эдисон разработал способ регулирования напряжения. Он предложил³⁶ осуществлять это регулирование путем изменения магнитного сопротивления, т. е. уменьшением или увеличением массы ярма; для этого ярмо электромагнита снабжалось подвижной частью, перемещение которой влияет на массу и проводимость ярма, действуя как регулятор магнитной цепи. Этот метод не получил широкого распространения, но в некоторых специальных машинах (например, для электросварки) он применялся.

С современной точки зрения, машины Эдисона описанного типа имели значительные недостатки. Очень высокие электромагниты из ковкого железа, массивные полюсные наконечники, соединенные между собой на чугунной плите основания, делали машины очень тяжелыми; при такой конфигурации магнитной цепи машины имели большое магнитное сопротивление; правда, в то время об этом еще не было достаточно правильных представлений. Конструкция якоря и коллектора, а также схема обмоток в этих машинах были оригинальным усовершенствованием, внесенным Эдисоном. Эти машины были первыми генераторами серийного производства в США; кроме того, в то время (в 1880 г.) это были самые мощные в мире электромашинные генераторы.

Эдисон построил также униполярный электрический генератор с дисковым якорем, у которого обмотка была размещена на периферии, подобно ободу на колесе. Это была первая попытка построения генератора на основе вращательного аппарата Фуко, в диске которого, размещенном между полюсами сильного магнита, наводится электродвижущая сила в радиальном направлении (подобно тому, как это имеет место в диске Фарадея). Вместо одного магнита Эдисон взял два, а вместо диска — колесо со спицами, на периферии которого находится обмотка. Идея этой конструкции была оригинальной, но применение таких машин было менее целесообразно, чем других.

Усовершенствование описанных типов машин Эдисона было предложено английским электротехником Джоном Гопкинсоном в 1886 г.³⁷ Такие генераторы получили название машин Эдисона—Гопкинсона и изготовлялись серийно в Англии и в США. Это были тоже двухполюсные машины постоянного тока. Наиболее важное усовершенствование, внесенное Гопкинсоном, касалось магнитной

цепи, но при этом значительно изменился и внешний вид генератора. Вместо увеличения числа магнитных сердечников, которое применял Эдисон в мощных машинах, Гопкинсон оставил только два сердечника, по одному с каждой стороны; каждый сердечник весьма солидно скреплялся с полюсным наконечником на одном своем

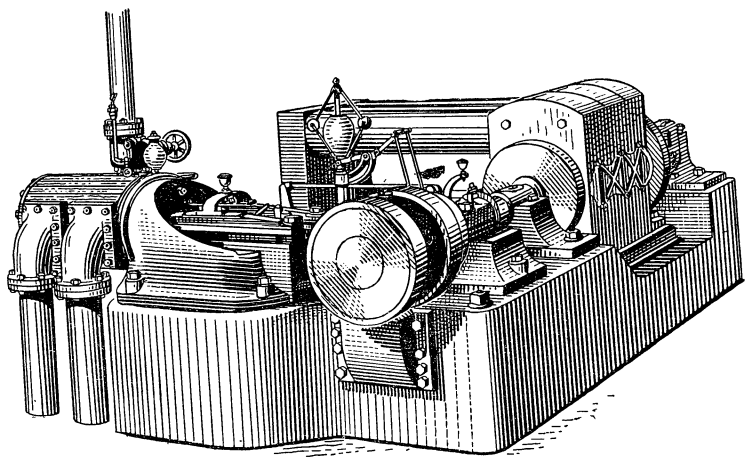


Униполярная машина Эдисона
с дисковым якорем

конец и с ярмом на другом. Поперечное сечение сердечников увеличилось по сравнению с прежними типами машин Эдисона, но сердечники стали короче, и высота машин заметно уменьшилась. Сечение сердечников могло быть либо круглым, либо продолговатой прямоугольной формы со скошенными углами. Магнитная цепь в машинах Эдисона—Гопкинсона была короче, но шире в поперечном сечении. Гопкинсон улучшил также структуру якоря, увеличив в нем количество стали и уменьшив магнитное сопротивление этой части магнитной цепи.

Коэффициент полезного действия машины Эдисона—Гопкинсона увеличился. Обмотка возбуждения электромагнитов была квадратного сечения, что экономило место и уменьшало габариты. Основными особенностями этой машины были более интенсивное магнитное поле и якорь с меньшим магнитным сопротивлением. Коллекторные щетки тоже были разделены на отдельные секции, так что любую секцию можно было заменить, не нарушая электрической цепи. Нейтральные точки и расположение щеток были подобраны так, что искрение было полностью устранено. К. п. д. таких машин превосходил 0,93.

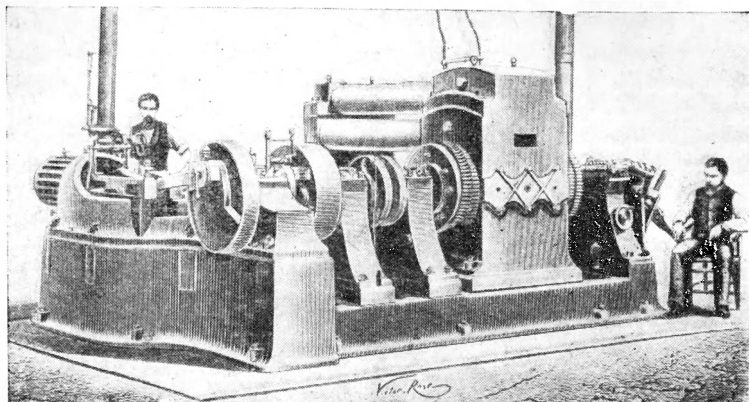
С точки зрения развития идей Эдисона в области конструирования электрических машин представляет интерес небольшая пародинамомашинка, построенная для проведения различных испытаний в Менло-Парке. На рабочий вал первичного двигателя был посажен ротор генератора; получился весьма компактный агрегат. Это натолкнуло



Пародинамомашинка Эдисона для опытов в Менло-Парке

Эдисона на мысль построить еще более мощный агрегат, который был бы пригоден для станций централизованного производства электроэнергии.

Когда Эдисон приступил к проектированию первой электрической станции в Нью-Йорке (Перлстрит), он начал конструирование мощных электрических генераторов, которые имели бы общий вал с паровым двигателем. Такие машины были гораздо более компактными, чем прежние машины Эдисона, и потому для установки их на станциях требовалась меньшая площадь. Генератор получил название «Джамбо»: такое прозвище давали слонам в зоопарках. Первичным двигателем служила специально построенная паровая машина на 200 л. с. Генератор «Джамбо» имел чрезвычайно интенсивное магнитное поле, обмотка ротора в нем была стержневой; вес агрегата составлял 27 тонн, причем сам якорь весил 6 тонн. Эта машина да-



Генератор Эдисона «Джамбо» на 1200 ламп по 16 свечей

вала в сеть ток 900 ампер напряжением 110 вольт. Первый экземпляр был построен для Парижской выставки 1881 г. и произвел там громадное впечатление: энергией этого генератора питали 1200 электрических ламп накаливания в павильонах и на территории выставки. Указывалось, что это самый крупный электрический генератор из всех до того времени построенных. В том же году этот генератор был экспонирован в Лондоне на выставке в Хрустальном дворце.

На приводимом нами рисунке показан электрический генератор «Джамбо»; налево на переднем плане — части парового двигателя; горизонтальный вал входит в корпус генератора, находящегося в средней части агрегата; на этом же валу размещен ротор машины.

До сооружения электростанции общественного пользования в Нью-Йорке Эдисон осуществил несколько интересных осветительных установок. Установка в Менло-Парке (1879 г.) преследовала лишь цель продемонстрировать различные случаи освещения лампами накаливания. Другие установки, выполненные позднее, давали богатый опытный и эксплуатационный материал.

По соглашению, заключенному между Эдисоном и «Edison Electric Light Company», изобретатель передал этой компании права на коммерческую эксплуатацию двух

наиболее важных изобретений: лампы накаливания и системы электрического освещения.

Первая «коммерческая» эдисоновская система освещения была устроена на пароходе «Колумбия». Злые языки предсказывали, что установка потерпит неудачу и это нанесет непоправимый ущерб всей идее электрического освещения. В действительности результат оказался иным: установка успешно эксплуатировалась в течение 15 лет. Хорошо работали установки в Лондоне (на Хольборнском виадуке), в Милане (театр Ла Скала), на крейсере «Ришелье» и др.

Быстрое увеличение спроса на отдельные осветительные установки для магазинов, особняков, ресторанов, предприятий и т. п. потребовало срочного создания специальной компании, которая занималась бы устройством индивидуальных осветительных систем. Такая компания была организована под названием «Edison Company for Isolated Lighting». Уже к середине 1882 г. в США действовали 67 таких установок, имевших в общей сложности 10 424 лампы. К концу года число установок возросло более чем в два раза.

Исключительно важным моментом в истории электротехники был пуск в эксплуатацию электростанции Перл-стрит, первой электростанции общественного пользования, специально построенной Эдисоном для развития электрического освещения в одном из районов Нью-Йорка. Эта электростанция могла также служить школой и лабораторией для изучения и совершенствования системы Эдисона. Экспозиции электрического освещения по системе Эдисона на выставках в Париже (1881 г.), в Лондоне (1882 г.), в Мюнхене (1882 г.) и другие были, в сущности, только хорошим и наглядным средством пропаганды системы электрического освещения лампами накаливания, но не являлись еще реальной системой освещения со всеми ее особенностями. Создание действующей электростанции, вырабатывающей энергию для продажи абонентам, ведущей непрерывное обслуживание всех установок у абонентов и обеспечивающей надежность действия, было совершенно необходимым.

Еще до сооружения электростанции Эдисон снял здание на Пятой авеню № 65, в котором разместились контора и экспозиционный зал. Все четыре этажа этого здания были заполнены экспонатами, которые могли

демонстрироваться в действии. Здесь был установлен небольшой паровой двигатель, приводивший в действие генераторы для снабжения энергией осветительной системы этого дома. Демонстрировались разные способы освещения — большие люстры и простые одноламповые светильники. В ночные часы здесь производились опыты и интересные специальные демонстрации.

Эти экспозиции посещали богатые люди с женами; познакомившись с выставленными экспонатами, очень многие из них высказывали желание устроить такое освещение у себя дома и в своих конторах. Поэтому значительно увеличилось число заказов на устройство блок-станций для электрического освещения особняков, контор крупных компаний, театров и т. п. Эдисона не удовлетворяла эта категория заказчика: ведь после того как монтаж освещения у них заканчивался, а блок-станция была пущена в ход, всякая связь с ними прекращалась, если не считать того, что в будущем эти заказчики станут время от времени покупать лампы для замены перегоревших. Эдисон хотел создать условия, при которых электрическое освещение станет доступно широкому потребителю со средним и малым достатком, а коммерческая связь между электростанцией и абонентом будет длительной. Это можно было осуществить только путем строительства электростанций, которые будут устраивать освещение у абонентов, обслуживать их и снабжать электроэнергией. Опыт коммерческого внедрения такой системы и начался с сооружения электростанции Перлстрит.

Чтобы выбрать наиболее подходящее место для постройки электростанции, Эдисон стал изучать гигантскую карту Нью-Йорка размером 15 × 5 футов, на которую были нанесены конторы, магазины, вокзалы, театры и предприятия. Он остановился на районе нижнего Манхэттена, так как считал, что там сразу появится большое число потребителей. Он направил в эту часть города большую группу обследователей, которые обошли буквально все дома, выясняя, согласятся ли занимающие их жители и различные учреждения перейти на электрическое освещение при условии, что плата будет такая же, как за газовое освещение. Обследователи зарегистрировали также мелкие двигатели, которые можно будет заменить электродвигателями. Эти данные послужили материалом для

Order Sept. 20, 1880.

Lamps for S. S. Columbia

250 lamps, carbons
0".012 X 0".010 X 6"

Order No. 1
Order book No. 8



Not over 7".75

with wooden bases
and felt strips

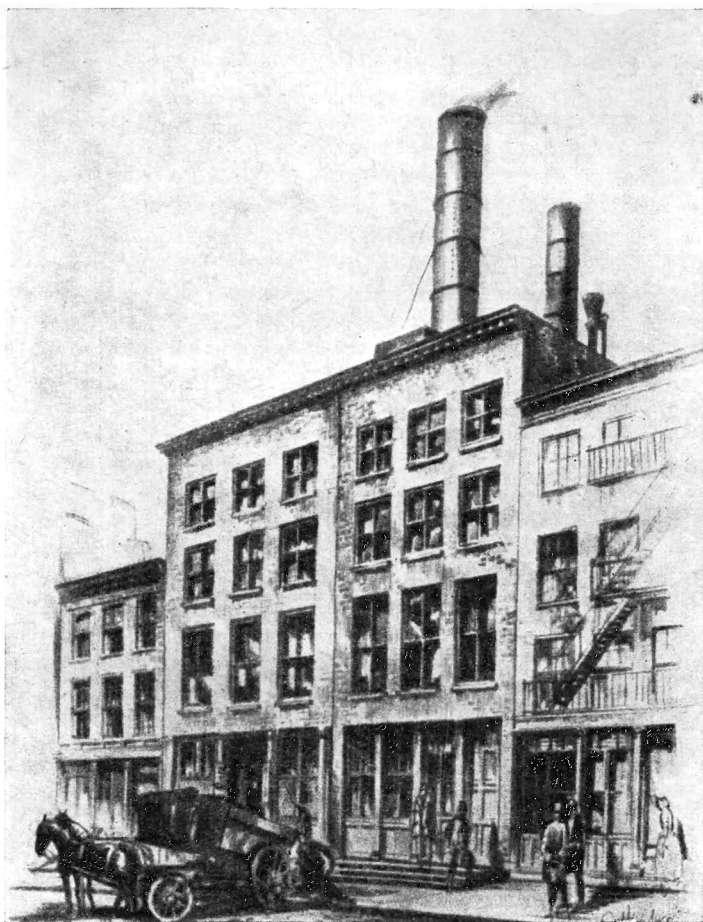
100 Lamps
carbons 0".017 X 0".012 X 6"
Mount in sockets S.S. C.
bracket style

Order No. 2
Order book No. 5

These lamps to be
made after big test *
when convenient

TAS

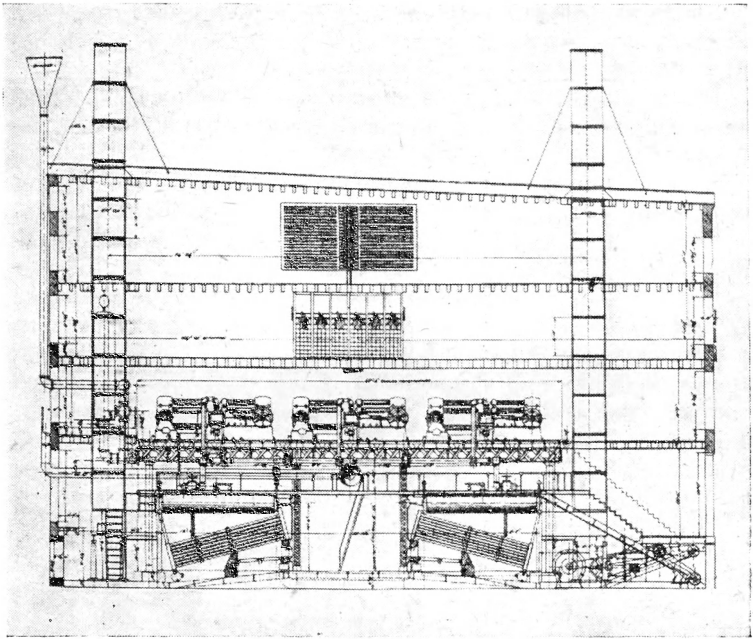
Первый заказ на поставку электрических ламп накаливания для парохода «Колумбия» (1880 г.)



Электростанция Перлстрит (1882 г.)

проектного здания электростанции и для разработки рациональной схемы канализации энергии по воздушной и по подземной кабельной сетям.

После подсчетов было установлено, что станция будет иметь район действия в виде четырехугольника со стороной около $1/2$ мили. В намеченном районе находились крупные финансовые организации, так что введение



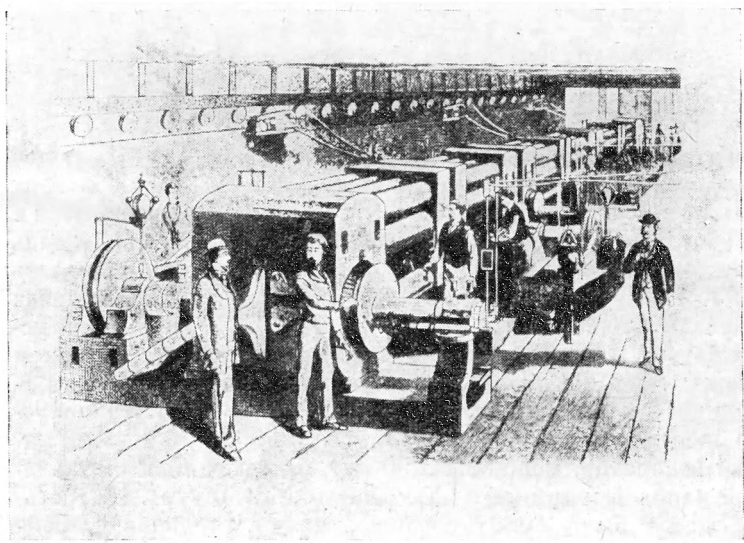
Разрез здания электростанции Перлстрит

электрического освещения должно было привлечь большое внимание. В центре намеченного района, на Перлстрит № 255—257, решено было оборудовать электростанцию, и в августе 1881 г. Эдисон купил это домовладение. Площадь каждого этажа (здание было четырехэтажное) равнялась 100×50 футов. Мы приводим два рисунка, на которых показан внешний вид электростанции и ее внутреннее устройство. Паровые котлы были расположены в нижнем этаже: сюда же подавалось топливо. На втором этаже находилось машинное отделение, в котором было установлено шесть генераторов постоянного тока «Джамбо». Каждый генератор, мощностью 90 *квт*, был соединен с отдельной паровой машиной (1200 оборотов в минуту). На третьем этаже было смонтировано распределительное устройство из шести панелей, по одной на каждый генератор. Наконец, на четвертом этаже находилась панель с 1000 лампами накаливания; прежде чем пустить в сеть полный

ток, включалось это ламповое сопротивление, без которого лампы у потребителей, включенные в момент полной работы генераторов на сеть, могли перегореть.

Полная нагрузка электростанции с учетом коэффициента одновременности действия ламп — 10 000 ламп по 16 свечей.

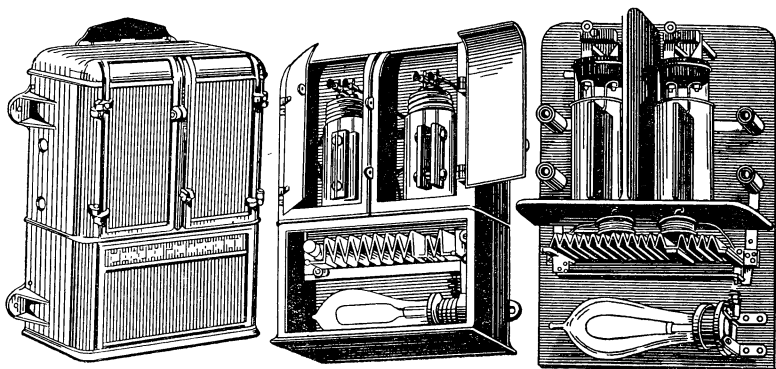
Сооружение станции было спроектировано весьма целесообразно, а элементы ее оборудования выбраны рационально; позднее, при строительстве электростанций постоянного тока, применялись и развивались многие из тех принципов, которые Эдисон использовал при сооружении электростанции Перлстрит. Генераторы имели искусственное охлаждение, напряжение регулировалось автоматически по особым схемам, разработанным Эдисоном. Топливо в котельную подавалось при помощи специально построенных механических устройств; удаление золы и шлаков из котельной было автоматизировано. Защита от токов короткого замыкания осуществлялась посредством плавких предохранителей. Отходившие от станции



Вид машинного зала на электростанции Перлстрит

магистральные линии были подземными, распределительная сеть — воздушная.

После пуска в эксплуатацию этой станции Эдисон организовал учет отпускаемой индивидуальным потребителям энергии. Для этого потребовалось сконструировать счетчик. Изобретенный Эдисоном счетчик был построен



Первый электрический счетчик Эдисона на 25 ламп

на электролитическом принципе. Первые счетчики Эдисона были предназначены для учета энергии на установках, имевших не более 25 ламп. Это был основной тип счетчика электроэнергии. Затем была разработана целая серия их — № 1, 2, 3 и 8; последний тип был предназначен для установки у крупных потребителей.

На рисунке показан первый тип счетчика электроэнергии Эдисона, действующий по принципу вольтметра. В конструкции счетчика имелись два герметически закупоренных вольтметра, содержавших раствор цинкового купороса; оба электрода — цинковые. Один из вольтметров служил для периодических измерений, другой — для контроля над первым. Лампа накаливания в корпусе счетчика была предназначена для того, чтобы электролит не охлаждался и не замедлялось его разложение; она автоматически включалась, когда температура начинала приближаться к 0° . Израсходованная энергия определялась взвешиванием электродов, вынутых из сосудов. После этого электроды вновь вставлялись, но менялась их поляр-

ность, благодаря чему электроды служили довольно долго. Позднее Эдисон усовершенствовал счетчики, и для производства измерений не требовалось вынимать электроды и взвешивать их. Они подвешивались на концах коромысла, которое отклонялось из-за отложения металла на электродах. Запись в таких счетчиках была автоматической.

Электрические счетчики Эдисона были встречены в высшей степени недоверчиво. Публика не представляла себе, как это маленький ящик может точно подсчитывать расход энергии. Но один случай, о котором стало широко известно благодаря информации в газетах, произвел перелом во взглядах на счетчик. Известный американский капиталист Корнелий Вандербильт устроил в своем особняке электрическое освещение. Плата за освещение взималась по числу установленных ламп, а не по фактически израсходованной энергии. Встретившись как-то с Эдисоном, Вандербильт сказал ему, что взимание платы по числу установленных ламп несправедливо, так как никто не может учесть, сколько времени и сколько ламп находилось во включенном состоянии. Эдисон согласился с этим и сказал, что он может поставить у Вандербильта такой прибор, который учтет, сколько ламп и в течение какого времени действовали: он имел в виду изобретенный им счетчик. «Это невозможно!» — сказал Вандербильт. Тогда Эдисон предложил ему точно записывать число ламп и число часов горения, а сам поставил на вводе в особняк Вандербильта электролитический счетчик. Эдисон держал пари, что результаты записей и измерений совпадут. Так и получилось. Это пари способствовало тому, что счетчики Эдисона заслужили доверие.

Счетчики Эдисона были первыми в электротехнической практике. Благодаря им удалось перевести расчеты за электроэнергию между станцией и абонентами на твердую основу, приемлемую для начального периода электроснабжения. Практика выявила многие недостатки этих счетчиков, и ряд изобретателей (Арон и др.) усовершенствовал этот прибор. Недостатками счетчиков Эдисона являлись испарение жидкости, изменение ее сопротивления, трудности взвешивания электродов. Сопротивление этих счетчиков было очень большим, и поэтому их нельзя было вводить прямо в цепь; их вводили в ответвление, через которое проходила лишь малая доля тока, что приводило

к большим погрешностям. Счетчики Эдисона не были пригодны для переменного тока.

Вскоре после начала работы электростанции Перл-стрит обнаружилось, что ее радиус действия сравнительно невелик и при электрической энергии постоянного тока расширить этот радиус можно лишь в результате специальных мероприятий. Станция вырабатывала ток напряжением 110 в, и все было устроено в соответствии с этим.

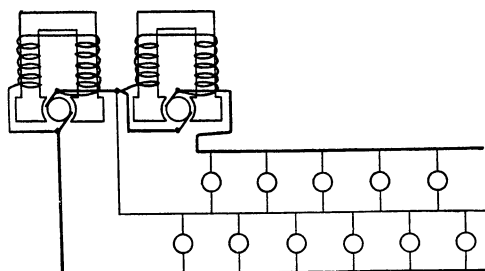
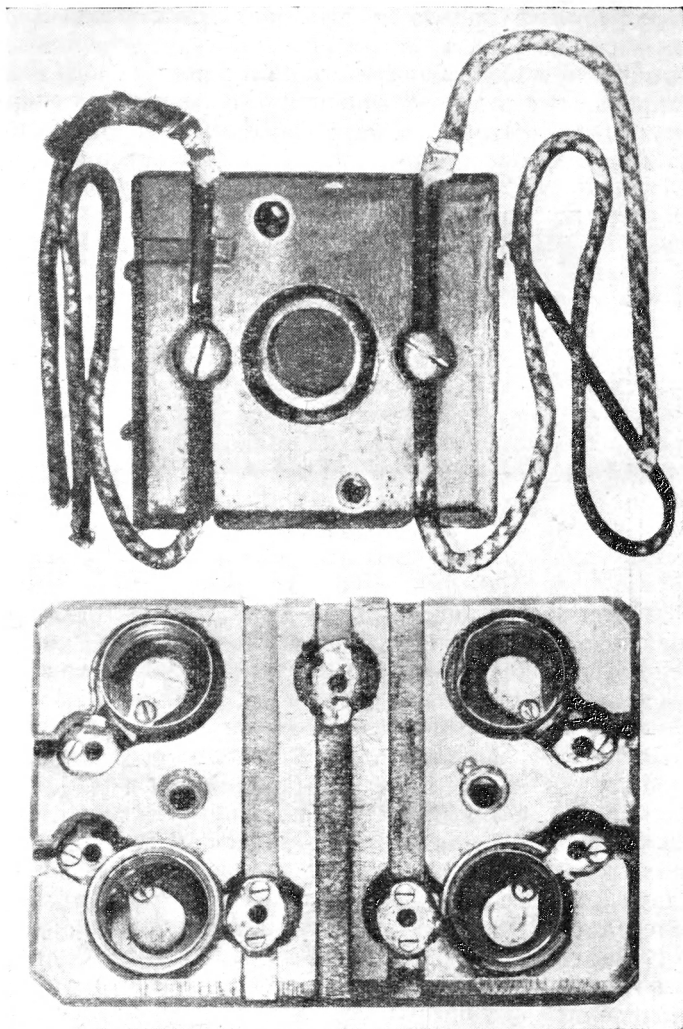


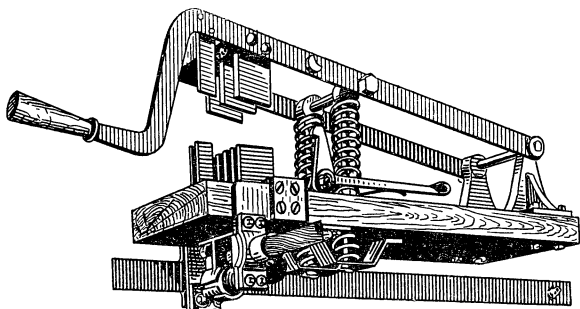
Схема трехпроводной системы канализации тока

Между тем расширение радиуса действия электростанций становилось все более необходимым. Эдисон разработывает трехпроводную систему; в том же 1882 г. такая система была предложена в Англии Дж. Гопкинсоном. Американский патент был выдан Эдисону 27 ноября 1882 г.; математическое обоснование этой системы сделал Уильям С. Эндрьюс. В Англии патент был выдан на имя Эдисона и Гопкинсона, который был сотрудником «Edison Electric Light Company» в Лондоне. При этой системе на электростанции два генератора соединялись последовательно; кроме двух рабочих проводов, шел нейтральный провод от средней точки. При передаче на расстояние напряжение между рабочими проводами было 2×110 в, а между любым рабочим и нейтральным — 110 в. У потребителей устанавливались обычные лампы на 110 в, но включались они между рабочим и нейтральным проводами. Эта система могла служить также и для передачи энергии напряжением 220 в для электродвигателей, которые включались у потребителей между рабочими проводами. При равенстве нагрузок в обеих ветвях трехпроводной системы



Деревянные распределительные щитки Эдисона

в нейтральном проводе тока не было. Эдисон применял эту систему во многих своих установках; она положила начало многопроводным системам, которые были распространены в период преобладания постоянного тока. Одно время фирма Сименс и Гальске энергично пропагандировала многопроводные системы канализации электроэнергии и в некоторых установках применяла пятипроводную систему при четырех последовательно соединенных генераторах на электростанции.

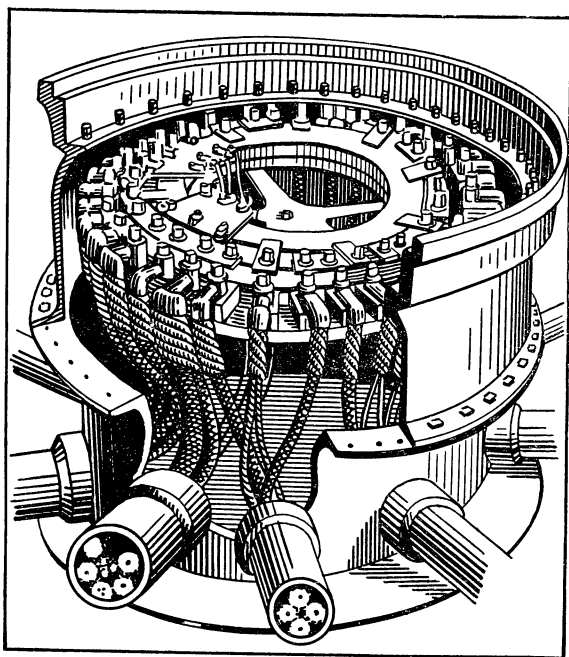
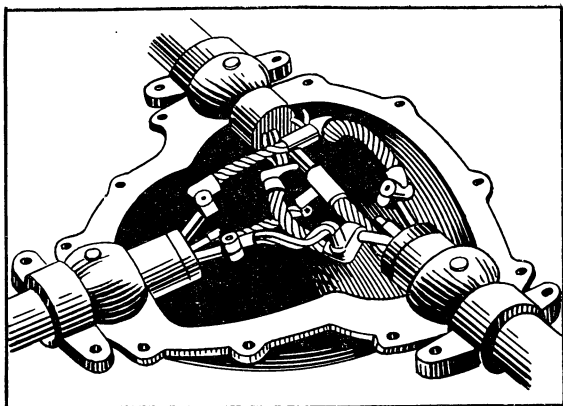


Быстродействующий выключатель для генераторов
«Джамбо»

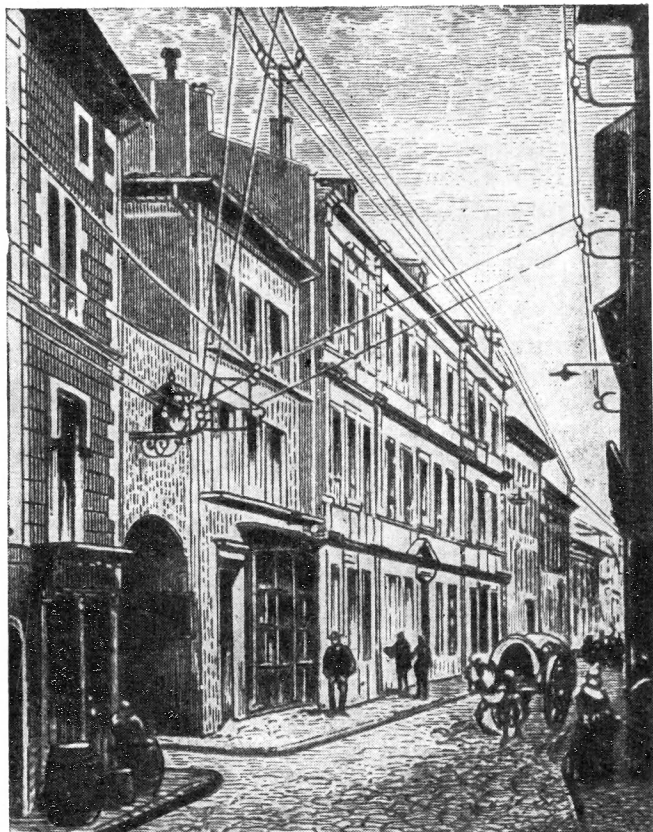
Стоимость электрического освещения в восточных штатах США была на 25—30% выше стоимости газового освещения, но тем не менее число абонентов электростанций росло очень быстро; электростанции Эдисоновской компании сооружались во многих городах и были коммерчески выгодны. В центральных штатах, например в штате Юта, газ был дорог, а электрическое освещение вдвое дешевле газового. В этих районах потребление электроэнергии для осветительных целей росло особенно быстро.

Сделав основную ставку на развитие электрического освещения, Эдисон в те годы проявлял гораздо меньше интереса к электродвигателям. Его производственные мастерские «Edison Machine Works» не внесли чего-либо нового в построение электродвигателей. А поскольку Эдисон был противником применения переменного тока, на его предприятиях трансформаторы не изготовлялись.

Приводим несколько иллюстраций, показывающих вид первых экземпляров некоторых вспомогательных



Муфты и ответвительные коробки для кабельной подземной линии при трехпроводной системе



Воздушная проводка для снабжения электроэнергией потребителей (начало 80-х гг.)

устройств, предложенных Эдисоном для системы электрического освещения: деревянные щитки для вставления плавких предохранителей; быстродействующий выключатель для генераторов «Джамбо»; муфты и ответвительные коробки для кабельной подземной прокладки при трехпроводной системе.

* * *

Успехи, достигнутые Эдисоном после пуска в эксплуатацию первых центральных электрических станций, не остались незамеченными за рубежом. В Европе создаются филиалы эдисоновских компаний, строятся станции общественного пользования³⁸. Первой из них была Миланская электростанция, эксплуатация которой началась в 1883 г. Почти одновременно в Берлине и Париже началось строительство электростанций для освещения некоторых кварталов города. В это время в Европе газовые компании еще пользовались разными привилегиями, и поэтому развитие электрического освещения шло более медленными темпами, чем в США. К 1886 г. в США уже имелась 41 электростанция, которые принадлежали Эдисону; они снабжали энергией 100 тысяч ламп. Реализацию своей системы электрического освещения Эдисон повел широким фронтом: в США, в Европе и в главнейших странах Латинской Америки.

Электрическая тяга. Аккумуляторная техника

Развитие работ Эдисона в области электрических машин было тесно связано, с одной стороны, с потребностями развивавшегося строительства электростанций общественного пользования, а с другой — со стремлением найти технические решения проблемы электрической тяги, могущие привести к прогрессу в области транспортной техники.

Стремление использовать электрическую энергию для целей привода и тяги возникло примерно за 50 лет до того, как Эдисон начал свои работы. Еще в период 1834—1838 гг. русский ученый академик Б. С. Якоби построил электродвигатель, действовавший на принципе притяжения и отталкивания электромагнитов, обмотка которых питалась током от большой батареи гальванических элементов. Опыты электродвижения небольшого колесного судна, которые он производил в Петербурге на р. Неве, общеизвестны. Много других попыток осуществить привод от электродвигателей для движения сухопутных экипажей и лодок было произведено в период 40—60-х годов, но все они, как и интересные опыты Якоби, не дали удовлетворительных или хотя бы обнадеживающих результатов. Это объяснялось маломощностью электродвигателей, действовавших на принципе магнитного притяжения и отталкивания, а самое главное — дороговизной электрической энергии, получаемой от гальванических батарей, и трудностью эксплуатации таких генерирующих установок. Очень редко электродвигатель применялся для целей при-

вода; таких случаев до появления генератора Грамма известно очень немного. Примером может служить типографское производство. На смену ручным печатным станкам пришли приводные печатные машины, отличавшиеся очень высокой производительностью, во много десятков раз выше, чем у ручных печатных станков. Такие машины даже в самых крупных типографиях не могли быть загружены в течение всего рабочего дня. Обычно они приводились в действие от парового двигателя. На растопку котлов и запуск парового двигателя уходило несколько часов, и для этого нужен был специальный обслуживающий персонал. Таким образом, подготовка к использованию привода от парового двигателя занимала много времени, а сам привод действовал только несколько часов. В таких условиях выгоднее было поставить электродвигатель, питаемый током от гальванической батареи: его можно было без всякой затраты времени запускать и останавливать, когда это потребует. Но тут сталкивались с тем неблагоприятным обстоятельством, что мощность электродвигателей была сравнительно невелика.

Только со времени появления электрических машин постоянного тока с самовозбуждением, обладающих свойством обратимости, т. е. могущих работать как в генераторном режиме, так и в двигательном, начались попытки применять электропривод в более широких масштабах, в частности для целей тяги.

К началу 80-х годов в Западной Европе и в США уже были сделаны существенные шаги к использованию электрической тяги на сухопутном транспорте. В 1874 г., например, Стефан Фильд из Сан-Франциско сделал патентную заявку на способ применения стационарного электрического генератора постоянного тока для снабжения энергией трамвайного моторного вагона. Ток подавался либо по третьему рельсу, либо по отдельному изолированному проводу. Однако Фильд не привел своего патента в действие и электрического трамвая фактически не построил. В 1879 г. в Берлине на Промышленной выставке компания Сименс и Гальске соорудила небольшую демонстрационную линию длиной 1000 футов (0,3 км) с подачей тока по третьему рельсу; в качестве обратного провода служили оба путевых рельса. Электропоезд состоял из пяти вагонеток на шесть пассажиров каждая; электродвигатель имел мощность 3 л. с. Пробные поездки по этой

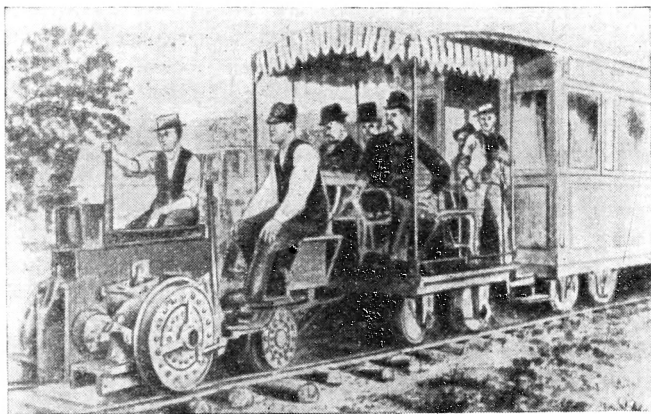
дороге совершили около 100 тысяч посетителей выставки. В 1880 г. на выставках в Брюсселе, Франкфурте и Дюссельдорфе эта электрифицированная дорога была снова показана. В России опыты с электрической тягой в это же время производил Ф. А. Пироцкий, но добился он относительно небольших результатов. Несмотря на отсутствие практики в построении электрифицированного транспорта, Сименс в 1880 г. начал проектирование и постройку электрической железной дороги в Берлине от Ангальтского вокзала до Кадетского плаца в Лихтерфельде (по эстакаде); она вступила в строй в мае 1881 г.

Таким образом, до начала работ Эдисона по электрической тяге существенные практические шаги в этой области в Европе уже были сделаны. Опыт же Эдисона в области привода и тяги был самый незначительный: он более или менее близко сталкивался с электродвигателем только при конструировании электрического пера. Этот электродвигатель получал питание от гальванической батареи из двух элементов. Электрическое перо Эдисона было в свое время уникальной конструкцией: это был первый электродвигатель, изготовлявшийся в массовом масштабе. Аналогичного случая в истории электродвигателя до этого не было. Вслед за этим Эдисон занялся построением электродвигателя для швейных машин, в котором якорь был помещен между двумя полюсными наконечниками в двухполюсном поле.

Работы Эдисона над электрической тягой имели своим истоком следующий случай. В 1878 г. Эдисон принял участие в астрономической экспедиции, которая была направлена в штат Вайоминг для ведения наблюдений. Эдисон хотел применить при астрономических наблюдениях изобретенный им тазиметр — прибор для измерения самых незначительных изменений температуры. Место наблюдения находилось на дальнем западе США, в районе развитого зернового хозяйства в 200 милях от железнодорожной магистрали. Эдисон видел, что земледельцы перевозили зерно гужом на большое расстояние до железной дороги, где зерно перегружалось в вагоны. Это было дорого и очень сложно: нужно было иметь численно большой гужевой транспорт, промежуточные пункты для смены и отдыха лошадей, склады фуража и буквально армию обслуживающего персонала. У Эдисона возникла идея, которую он и стал затем разрабатывать: устроить элек-

трическую грузовую трамвайную дорогу до железнодорожной магистрали. По мнению Эдисона, такие грузовые трамваи не должны иметь вагоновожатых, а должны управляться автоматически с пунктов, расположенных по трассе. При этих условиях эксплуатационные расходы будут сведены к минимуму. Но для того, чтобы подойти к реализации этой идеи, сулившей значительный доход, нужно было провести опыты на экспериментальном электрифицированном участке. В 1880 г. Эдисон построил в Менло-Парке экспериментальный электрифицированный участок длиной 0,35 мили; рельсы облегченного типа укреплялись на деревянных шпалах, укладывавшихся с интервалом около 1 м на твердый грунт; никакой балластировки пути не делалось. Линия начиналась у мастерской и шла по прямой на севере вдоль проезжей дороги. Генератором тока служила машина Эдисона типа Z ($100 \text{ в} \times \times 75 \text{ а}$), установленная в мастерской; полюсы генератора были соединены с рельсами посредством подземных изолированных проводников; один рельс являлся прямым проводом к локомотиву, другой — обратным. Для изоляции рельсов от земли не было принято никаких специальных мер, но и в этих несовершенных условиях утечка тока была невелика. Локомотив представлял собою четырехколесную тележку, на которой была установлена такая же электрическая машина типа Z для работы в двигательном режиме; она была расположена горизонтально (машины этого типа имели большие габаритные размеры по высоте). На валу якоря был установлен фрикционный шкив, вращение которого передавалось другому шкиву, а от него — на колесную ось тележки. Кроме того, был установлен третий шкив, который посредством рычага можно было привести в фрикционное соприкосновение либо с первым, либо со вторым из шкивов. Колеса тележки были деревянные, с металлической втулкой и массивным металлическим ободом. Втулка колес соединялась с ободом тремя радиальными металлическими спицами. Ко втулке подходила коллекторная щетка; такое устройство было у всех четырех колес. Ток поступал в колеса с положительного рельса, через щетки проходил к электродвигателю, а от него через две другие щетки и колеса направлялся к обратному рельсу.

К маю 1880 г. дорога была готова, и 13 мая в 4 часа дня состав был пущен. Все места на локомотиве были



Первый электрический поезд Эдисона в Менло-Парке (1880г.)

заняты Эдисоном и его сотрудниками. Локомотив двинулся и спокойно прошел всю дистанцию, но остановка в конце пути была произведена неудачно, так что получился большой толчок; имелись и некоторые повреждения. Эдисон признал, что сконструированные им фрикционные устройства нерациональны и не вполне надежны, и заменил их ременной передачей от электродвигателя на колесные оси. Кроме того, Эдисон решил ввести последовательно с якорем сопротивление, чтобы запуск можно было осуществлять плавно. На локомотиве были поставлены прожектор и сигнальный колокол, чтобы испытания на линии можно было производить в сумерки и в ночное время.

Линию было решено удлинить до 1 мили; необходимые для этого материалы транспортировались электрическим локомотивом. Многие лица, заинтересовавшиеся электрическим транспортом, посещали Менло-Парк и совершали пробные поездки по электрифицированной железной дороге. Таких пассажиров было несколько тысяч, и локомотив днем работал почти без простоев.

Новая удлиненная трасса имела и крутые повороты и неровный рельеф, что было необходимо для накопления большего количества опытных данных. В некоторых местах трассы скорость доходила до 42 миль в час; было несколько случаев схода поезда с рельсов; повреждений при

этом не было. Состав, с которым велись испытания, состоял из локомотива и трех вагонов: открытая грузовая платформа, открытый пассажирский вагон с навесом и скамьями и закрытый вагон пассажирского типа. В связи с этими работами Менло-Парк посетил один из крупных американских железнодорожных деятелей Генри Виллард и много иностранцев, в том числе швейцарские инженеры Бидерман и Тюри.

В середине 1880 г. в американских газетах появилась информация об опытах Эдисона; популярное их описание было помещено в журнале «Scientific American» 6 июня 1880 г. По заявке от 22 июля 1880 г. Эдисон получает патент № 265778, в котором описана усовершенствованная система передачи от вала якоря электродвигателя к колесным осям. В патенте указаны также два особых захвата с рычажными системами, которые могли подтягивать локомотив, попеременно опираясь то на один, то на другой рельс; это могло улучшить движение на поворотах, особенно на крутых.

Одновременно с этой патентной заявкой Эдисон сделал и другую, на которую получил патент № 248430. Это изобретение касалось способа электрического торможения поезда. Сущность его заключалась в следующем: на каждой оси устанавливался большой массивный железный диск, расположенный между полюсами мощного электромагнита; если электромагнит возбужден, он затормаживает вращение диска и этим замедляет ход поезда. Механический тормоз устраивался на пассажирском вагоне.

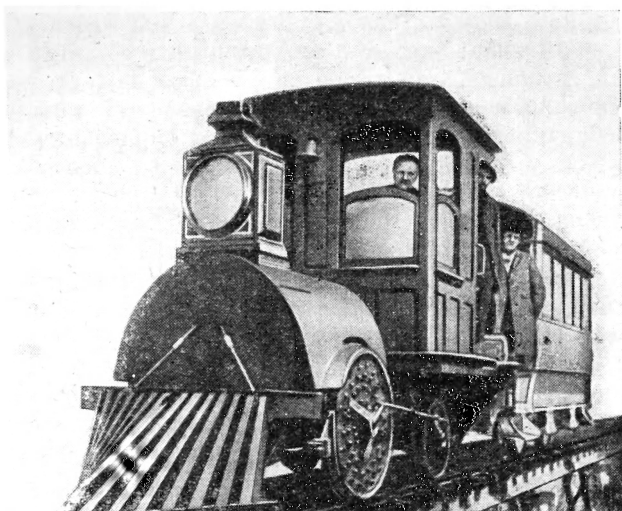
Основываясь на полученном опыте, Эдисон предложил осуществлять подачу питания электродвигателя через троллейный провод. Эту мысль в разное время высказывали и другие электротехники, занимавшиеся вопросами электрической тяги, в том числе Дж. Финни, Чарльз ван Демпле, Франк Спрэг. Эта идея восторжествовала, и в 1888 г. в г. Ричмонде был пущен первый трамвай с троллейной системой питания.

Опытная электрифицированная дорога в Менло-Парке действовала в течение 1880 и части 1881 г. Ею заинтересовались железнодорожные компании. Один из крупных железнодорожных деятелей США, Виллард 14 сентября 1881 г. заключил с Эдисоном следующее соглашение: Эдисон должен был оборудовать в Менло-Парке электрифицированную железнодорожную линию длиной 2,5 мили.

для которой должны быть построены три типа вагонов и два локомотива: один для пассажирских составов и другой для грузовых. Электрические локомотивы (т. е., употребляя современное название, электровозы) должны были обеспечивать движение состава с определенной скоростью; в частности, для пассажирского состава при электрической тяге устанавливалась скорость 60 миль в час. Виллард поставил еще одно дополнительное условие экономического характера: стоимость перевозки по электрифицированной железной дороге должна быть обязательно ниже существовавших тогда тарифов для грузовых перевозок при паровой тяге. Если при испытании устройств, созданных Эдисоном в связи с этим соглашением, будут получены хорошие результаты, то Виллард предполагал передать Эдисону заказ на электрификацию участка железных дорог в зерновых районах страны протяженностью для начала по крайней мере 50 миль.

Работы по сооружению новой электрифицированной линии в Менло-Парке начались осенью 1881 г., и в 1882 г. она была готова для эксплуатации. Эта дорога была построена более совершенно, чем первый экспериментальный участок 1880 г. Линия была почти прямой, без поворотов; балластировка была произведена так, как это было принято на железных дорогах. Рельсы были надежно изолированы от шпал; питание осуществлялось посредством специального подземного кабеля, уложенного вдоль линии. Локомотивы были построены заранее, чтобы их можно было использовать при постройке дороги. Грузовой электровоз мог везти 6—8 груженных платформ или вагонов. В отличие от первоначальной конструкции локомотива 1880 г., который был, в сущности, только действующим макетом, новые локомотивы имели кабину для машиниста, предохранительную решетку впереди и осветительный прожектор, т. е. было взято кое-что от паровоза, поскольку условия эксплуатации электровозов и паровозов в некоторых отношениях были одинаковы. Контроллеры были размещены в кабине под сиденьем водителя. От электродвигателя на колесные оси была ременная передача. Вес пассажирского электровоза был 5 тонн, грузового — 10 тонн.

Испытания прошли удовлетворительно, однако в силу каких-то обстоятельств Виллард воздержался от заказа на оборудование линии в 50 миль для нормальной эксплуата-



Электрический локомотив Эдисона (1882 г.)

ции. Но экспериментальные работы Эдисона прошли успешно, и 19 июня 1882 г. Эдисон принял заказ на постройку электрической железной дороги в Швейцарии.

В период работ Эдисона над созданием системы электрической тяги на железных дорогах в числе его сотрудников был Френк Джальен Спрэг. В 1881—1882 гг. он был в Европе на электротехнических выставках, и представитель Эдисона в Лондоне Джонсон помог ему поступить на работу в Менло-Парк. Спрэг работал у Эдисона главным образом над проблемой электрификации транспорта, в частности над приспособлением для целей привода и тяги электрических генераторов, изготовлявшихся Эдисоновской компанией для осветительных установок. За два года работы у Эдисона Спрэг стал компетентным специалистом; он решил покинуть Менло-Парк и самостоятельно заняться изобретениями по применению электричества для целей привода и тяги. Он построил хороший электродвигатель постоянного тока, который был принят для производства Эдисоновской компанией. Ему принадлежит система параллельного включения двух двигателей на

моторных вагонах и трамваях (multiple unit system); по проекту Спрэга был построен первый в США трамвай в Ричмонде и применена электрическая тяга для городских железных дорог на эстакадах.

Особенно значительное развитие трамваев и электрических железных дорог началось во второй половине 80-х годов и особенно в 90-х годах прошлого века. Производство электрооборудования для тяговых установок стали производить многие фирмы, в том числе завод Эйкемейера и Йонкерсе, заводы Вестингауза, Томсона — Хустана и др. В Европе большую активность в этом отношении проявила фирма Сименс и Гальске в Берлине. С 1892 г. Эдисоновская компания объединилась с рядом других промышленных корпораций и превратилась в концерн «General Electric Company», поныне пользующийся мировой известностью.

Последующее развитие техники электрической тяги не было непосредственно связано с именем Эдисона, а происходило в результате большого разворота работ разных промышленных корпораций, в особенности «General Electric Company». Многие другие, более мелкие промышленные организации, а также муниципалитеты стали развивать строительство городского электрического транспорта. Но за Эдисоном остается крупная заслуга: находясь у колыбели электрификации транспорта, он был одним из первых, кто перешел от идей и намерений к реальному осуществлению устройств электрической тяги, понял ее сущность, возможности и преимущества и указал основное направление ее развития.

* * *

К работам Т. А. Эдисона по электрификации транспорта примыкают и его многолетние работы над построением усовершенствованных типов аккумуляторов. Электрическая тяга может осуществляться путем подведения электроэнергии к электровозу от постороннего источника питания, например от генераторной установки, расположенной в каком-либо месте линии. Но возможно устройство электрической тяги с автономным источником питания, в частности с питанием электродвигателя током от аккумуляторной батареи соответствующей емкости, расположенной на самом электровозе или в моторном вагоне.

Эдисон придавал большое значение электрическим аккумуляторным экипажам — электромобилям. В 90-х годах прошлого века, когда появился автомобиль, возник вопрос: что развивать — автомобиль с бензиновым двигателем или электромобиль, какое из этих транспортных средств целесообразно совершенствовать. Развитие бензинового двигателя только начиналось, поэтому постановка такого вопроса была вполне закономерна. Как бензиновые двигатели для автомобилей, так и электродвигатели с аккумуляторными батареями имели своих сторонников и своих противников.

В конце прошлого столетия аккумуляторная техника насчитывала уже полувековую историю, имела известные достижения и области применения. Принципиальная возможность аккумулярования электрической энергии была доказана опытами Риттера еще в 1801—1803 гг., однако это открытие долго не находило применения. В 1854 г. немецкий военный врач Вильгельм Иозеф Зинстеден наблюдал явление поляризации, отличное от обычной гальванической поляризации, свойственной элементам. Это явление заключалось в следующем: при пропускании тока через свинцовые электроды, погруженные в разведенную серную кислоту, положительный электрод покрывался двуокисью свинца PbO_2 , в то время как отрицательный электрод не подвергался никаким изменениям. Если замкнуть такой элемент накоротко, прекратив пропускание через него тока от постороннего источника, то в нем появлялся ток более значительной силы, чем обычный ток поляризации; этот ток обнаруживался все время непрерывно, пока вся двуокись не израсходуется. Никаких практических выводов Зинстеден из этих наблюдений не сделал. Спустя пять лет, в 1859 г., французский инженер Гастон Планте наблюдал, вероятно независимо от Зинстедена, этот особый вид гальванической поляризации и на основе своих наблюдений построил свинцовый аккумулятор. Этим было положено начало аккумуляторной технике. Аккумулятор Планте требовал предварительной многократной зарядки и разряда для того, чтобы поверхность свинцовых пластин в нем стала возможно более пористой для улучшения действия и увеличения емкости аккумулятора. В 1882 г. Камилл Фор усовершенствовал аккумулятор Планте, введя особое покрытие отрицательных пластин свинцовым суриком. Это обеспечивало ускорение

формирования пластин и улучшение действия свинцового аккумулятора.

Применение аккумуляторов стало расширяться, а поэтому их усовершенствованию было посвящено много работ. Значительным был вклад русских специалистов. Так, в 1881 г. профессор Д. А. Лачинов предложил способ получения активного вещества на аккумуляторной пластине особой формы путем подогрева свинца в щелочи; в результате получалась порошкообразная двуокись свинца, которая смешивалась с металлическим свинцом и укреплялась на свинцовых пластинах аккумулятора. В 1881—1883 гг. в Кронштадтском минном офицерском классе под руководством Е. П. Тверитинова был построен оригинальный тип свинцового аккумулятора, вызвавший ряд подражаний за рубежом. В это же время Н. Н. Бенардос построил специальную аккумуляторную батарею, приспособленную для сварочных работ, сопровождающихся резкими толчками тока. Некоторые рациональные предложения относительно изменения конструкции аккумуляторов сделал П. Н. Яблочков. Число патентов на свинцовые аккумуляторы, выданных в 60-х и 70-х годах, было во всех странах очень велико.

В эти годы происходила ожесточенная борьба между сторонниками постоянного тока и сторонниками переменного тока. Постоянный ток был уже хорошо изучен, имелся опыт его применения для осветительных целей; генераторы постоянного тока могли хорошо работать в обратном — двигательном — режиме. Но передавать постоянный ток на расстояние было практически невозможно, так как повышать его напряжение посредством трансформации нельзя, а для передачи электрической энергии на расстояние целесообразно и экономически выгодно передавать ток высокого напряжения. Поэтому были разработаны генераторы постоянного тока высокого напряжения, которые давали ток, пригодный для электропередач. Можно было получить постоянный ток высокого напряжения путем последовательного соединения нескольких генераторов. Этот прием также позволял осуществить передачу энергии на расстояние постоянным током высокого напряжения. Но здесь возникала сложная проблема использования этого тока на другом конце линии, у потребителя: понизить напряжение не было возможности, так как постоянный ток не трансформировался.

На помощь пришла аккумуляторная техника. Постоянный ток высокого напряжения, переданный на большое расстояние к местам потребления, можно было использовать для зарядки больших аккумуляторных батарей, смонтированных на аккумуляторных подстанциях. Такие подстанции территориально размещались в соответствии с числом потребителей и с их потребностью в электроэнергии, и от них потребители получали ток нужного напряжения. Поскольку аккумуляторные подстанции давали возможности расширить район электроснабжения постоянным током от центральной станции, такое решение вопроса укрепило позиции сторонников постоянного тока. В связи с этим в первой половине 80-х годов спрос на аккумуляторы временно значительно возрос.

В 1885 г. в области техники переменного однофазного тока появились серьезные достижения: был построен промышленный тип трансформатора однофазного переменного тока и изобретено параллельное включение однофазных трансформаторов. Это позволило весьма просто устраивать передачу электроэнергии на расстояние, применяя повысительные и понизительные трансформаторы. В связи с этим перевес оказался у сторонников переменного тока, и во второй половине 80-х годов строительство электропередач на постоянном токе с использованием аккумуляторных подстанций уменьшается и быстро растут электропередачи на переменном токе.

Таким образом, работы Эдисона над вопросами аккумуляторной техники начались тогда, когда значение аккумуляторов в деле электроснабжения уменьшилось, вернее, почти сошло на нет. Эдисон заинтересовался этой проблемой не в связи с задачами производства и распределения энергии, а в связи с задачами транспорта. Основным для него был вопрос о целесообразности применения аккумуляторов для электрификации средств передвижения.

Летом 1896 г. в Нью-Йорке происходило очередное ежегодное совещание руководящих работников эдисоновских компаний. В таких совещаниях принимали участие президенты этих компаний, а также главные инженеры и заведующие коммерческой частью электростанций, принадлежавших Эдисону. На одном из заседаний развернулась широкая дискуссия о новой области применения электрической энергии, а именно для зарядки аккумуляторных

батарей, установленных на экипажах, т. е. электромобилях. Электроэнергия постоянного тока, ярким сторонником которого был Эдисон, вырабатывалась уже в больших масштабах на многочисленных электростанциях Эдисонской и других компаний, но теперь, в 90-х годах, явный перевес стал получать трехфазный ток, и из-за этого электростанции постоянного тока могли вскоре оказаться в неблагоприятных условиях. Нужно было изыскивать крупных потребителей, которые нуждались именно в постоянном токе. Таким потребителем могли быть электромобили; если их число значительно возрастет, то деятельность станций по зарядке аккумуляторов приобретет существенное коммерческое значение. Некоторые из участников совещания видели в аккумуляторных автомобилях средство для устранения трудностей, угрожавших электростанциям постоянного тока, и предсказывали, что скоро на улицах появятся многие тысячи аккумуляторных автомобилей. Эти предсказания были лишены реальных оснований и, в сущности, отражали чаяния тех, кто их высказывал. Будущее бензиновых автомобилей они считали эфемерным и сомнительным. Поэтому большинство высказывалось за то, что нужно уже теперь уделять серьезное внимание организации дела зарядки аккумуляторов. При надлежащем развитии этого дела не придется перестраивать электростанции постоянного тока на трехфазный ток, так как у них будет крупный новый потребитель энергии — аккумуляторы.

На заседании 11 августа 1896 г. произошла первая встреча Генри Форда с Эдисоном. Форд был тогда главным инженером «Detroit Edison Company». Эдисону сообщили, что один из участников совещания, молодой инженер Форд, конструктор-любитель, построил бензиновый автомобиль с зажиганием от магнето; до того времени такого способа зажигания в автомобилях еще не было.

В своих воспоминаниях об Эдисоне Форд рассказывает, что Эдисон подробно расспросил его о деталях устройства автомобиля и затем сказал ему: «Молодой человек, это большое дело; оно у вас в руках. Занимайтесь им! Электромобили должны держаться вблизи электростанций. Аккумуляторы — свинцовые — очень тяжелы. Паровые автомобили не пойдут, так как им нужен котел и огонь. Ваш автомобиль — независимый, имеет свою собственную силовую установку, ему не нужен ни огонь,

ни пар, он не даёт дыма. Дело у вас в руках. Работайте над ним!»

Эти слова Эдисона показывают, что он высоко оценивал значение моторизованных транспортных средств и предвидел, что в недалеком будущем миллионы людей будут пользоваться самодвижущимися экипажами. Что же будет служить двигателем для этих экипажей? Двигатель внутреннего сгорания для легкого топлива, в первую очередь бензиновый, или электродвигатель? У Эдисона был свой критерий для оценки транспортных средств: чем быстрее транспорт, тем он лучше. Какому же виду моторизованных экипажей принадлежит будущее?

В 1899 г. было произведено обследование автомобилей на улицах нижней части Нью-Йорка. Оказалось, что 90% из них — это электромобили, обеспечивающие большую чистоту, имеющие меньший вес и передвигающиеся спокойнее, чем бензиновые автомобили и паровые автомобили, которые тогда тоже строились, в особенности для грузовых перевозок. В то время стали в массовом масштабе выпускать электромобили, оборудованные свинцовыми аккумуляторами и небольшими электродвигателями; так, в США выпускались электромобили в кузовах типа «Студебеккер», «Колумбия» и др. Однако для того, чтобы дальнейшее развитие самоходных экипажей пошло по пути строительства не бензиновых автомобилей, а электромобилей, необходимо было устранить недостатки аккумуляторов: облегчить их вес и увеличить их емкость на единицу веса; избавиться от свинца — крайне неприятного материала для пластин, и от серной кислоты, которую заливают в аккумуляторные сосуды. Именно такую задачу и поставил себе Эдисон. Эта идея на рубеже XIX и XX веков стала преобладающей в его работах. Он был решительным сторонником электромобилестроения, но важнейшим условием для развития и успеха этого направления считал усовершенствованную, а возможно, и принципиально новую систему аккумулятора. Без этого прогресс в развитии самодвижущихся экипажей на электрической основе был невозможен.

У Эдисона уже был опыт разностороннего и полного решения некоторых комплексных технических проблем; он создавал новые направления в технике, которые закреплялись на практике в крупных масштабах. Примером может служить лампа накаливания и система

электрического освещения. И в данном случае Эдисон несомненно рассчитывал, что электрические аккумуляторы совершенной конструкции приведут к такому же успеху в области самоходных транспортных средств.

Основными недостатками свинцовых аккумуляторов были чрезмерный вес, большие габариты и неизбежная коррозия пластин. По исследованиям сотрудника эдисоновской лаборатории, впоследствии известного ученого А. Кеннелли, на фунт веса свинцового аккумулятора приходилось энергии 4—6 *вт. ч.*; следовательно, вес аккумулятора для электромобиля должен был составлять на 1 л. с. от 124,5 до 186,5 фунтов. Коррозия свинцовых пластин проявлялась с самого начала эксплуатации и быстро прогрессировала. Поэтому для многих переносных или передвижных устройств свинцовые аккумуляторы были мало пригодны.

Над свинцовыми аккумуляторами Эдисон работал и ранее и всегда считал их несовершенными. По свидетельству многих современников, в 1900 г. «глаза Эдисона ничего не видели, кроме аккумуляторов». При работе над аккумуляторами Эдисон исходил из следующих предположений. Бензиновые двигатели он считал расточительными и неэкономичными по сравнению с электродвигателями. Свинцовые аккумуляторы он также считал неэкономичными. Сочетание «свинец—серная кислота», по его мнению, было каким-то недоразумением: непонятно, как можно в технике допускать такую комбинацию, при которой одно вещество непрерывно разрушает другое, уменьшая продолжительность службы устройства и снижая его эффективность. Из этого вытекали проблемы частного характера, которые изобретатель должен был разрешить.

Прежде всего надо было избавиться от серной кислоты, чтобы устранить ее коррозионное действие на металл. Хотя Эдисон считал себя в основном специалистом по химии и имел в этой области значительные познания и опыт, здесь перед ним встали новые задачи, для решения которых необходимо было усилить штат специалистов в лаборатории. Электротехническими работами занимался А. Кеннелли со своими помощниками и лаборантами; для разработки химико-технических проблем Эдисон привлек Дж. Эйльворта, в распоряжении которого было 19 специалистов-химиков. Эдисон ассигновал на эти работы неограниченные средства. Следует отметить, что в то время

представления о явлениях и реакциях, происходящих в гальванических элементах и аккумуляторах, были еще весьма ограничены. Это усложняло решение задачи и потребовало постановки многочисленных опытов для выяснения ранее неизвестных эффектов. Проблемой облегчения аккумулятора в те годы занимался шведский инженер Юнгнер, построивший в 1901 г. щелочной аккумулятор; однако он оказался непригодным. Довел этот тип аккумуляторов до возможности практического использования Эдисон.

В качестве электролита остановились на растворе щелочи; для отрицательного электрода наиболее подходящим оказалось измельченное железо с некоторыми примесями. Сложнее было выбрать материал для положительного электрода. Пришлось идти буквально ощупью. Положительный электрод изготавливали из угольных стержней, поры которых заполняли разными веществами; испробовали медь, кобальт, кадмий, магний, но получить хорошие результаты не удавалось. Наконец, был опробован никель в виде окисла Ni_2O_3 , который оказался наиболее подходящим. Так пришли к железоникелевому аккумулятору с электролитом в виде раствора едкого кали; аккумулятор получил сокращенное название «NiFe». Было изготовлено большое число таких аккумуляторов в разном оформлении для испытания в крупном масштабе. Однако пробы показали, что емкость таких аккумуляторов мала; лишь в редких случаях она достигала $0,3 \text{ а} \cdot \text{ч}$. Нужно было продолжить и усилить работы по улучшению этой основной характеристики аккумулятора. На емкость аккумулятора влияла чистота материалов. Когда был получен для проб высокосортный канадский никель, удалось увеличить емкость аккумуляторов в три с лишним раза и довести ее до $1 \text{ а} \cdot \text{ч}$. Поскольку чистота металлов, применяемых для электродов, имела большое значение, Эдисон построил в Вест Орендже небольшую фабрику для рафинирования железа и никеля. При фабрике имелась лаборатория для изучения свойств и поведения этих металлов в химически чистом виде: в то время это была еще малоисследованная область.

К 1903 г. в построении щелочных железоникелевых аккумуляторов были достигнуты значительные успехи и можно было приступить к их опробованию в эксплуатационных условиях. Батарея щелочных аккумуляторов

была установлена на электромобиле, оборудованном электродвигателем с цепной передачей на колесную ось. Электромобиль подвергся тщательным испытаниям; велись подробные записи характерных моментов, связанных с движением экипажа и поведением аккумуляторов. В лаборатории была устроена специальная установка для испытания аккумуляторов, воспроизводившая их тряску в дорожных условиях. Опыты дали обнадеживающие результаты. Эдисон решил перейти к промышленной эксплуатации этого изобретения; были организованы «Edison Storage Battery Company» и завод щелочных аккумуляторов, где работало более 450 рабочих. Эдисон начал рекламировать новые аккумуляторы и высказал в газетных интервью обнадеживающие соображения о дальнейшем развитии этого дела. Газеты стали сообщать о новом перевороте, который Эдисон произвел в электротехнике: наступил якобы новый этап электричества, этап «аккумуляированной электроэнергии»; теперь электрическая энергия легко сможет удовлетворять нужды водного и сухопутного транспорта, военной и морской техники, сельского хозяйства, быта и пр. Согласно докладу А. Кеннелли в Американском институте инженеров-электриков (А. I. E. E.), аккумуляторы Эдисона обладали энергией 14 *вт · ч* на фунт веса, т. е. в 2,3 раза больше, чем свинцовые аккумуляторы того времени; общий вес щелочных аккумуляторов на 1 л. с. составлял 53,3 фунта, т. е. почти в три раза меньше, чем свинцовых. Средняя электродвижущая сила одного аккумулятора — 1,25 в. Это, конечно, был значительный прогресс в аккумуляторном деле.

Эдисон создал ряд устройств для более широкого опробования щелочных аккумуляторов. Так, в 1903 г. был построен аккумуляторный вагон на массивных резиновых шинах, который был затем испытан в Бостоне на дистанции 245 миль. Вагон проходил без перезарядки аккумуляторов 50—60 миль; в шести местах на этой дистанции производилась перезарядка, стоимость которой составляла 7¹/₂ долларов. После этого пробега все аккумуляторы были во вполне хорошем состоянии³⁹.

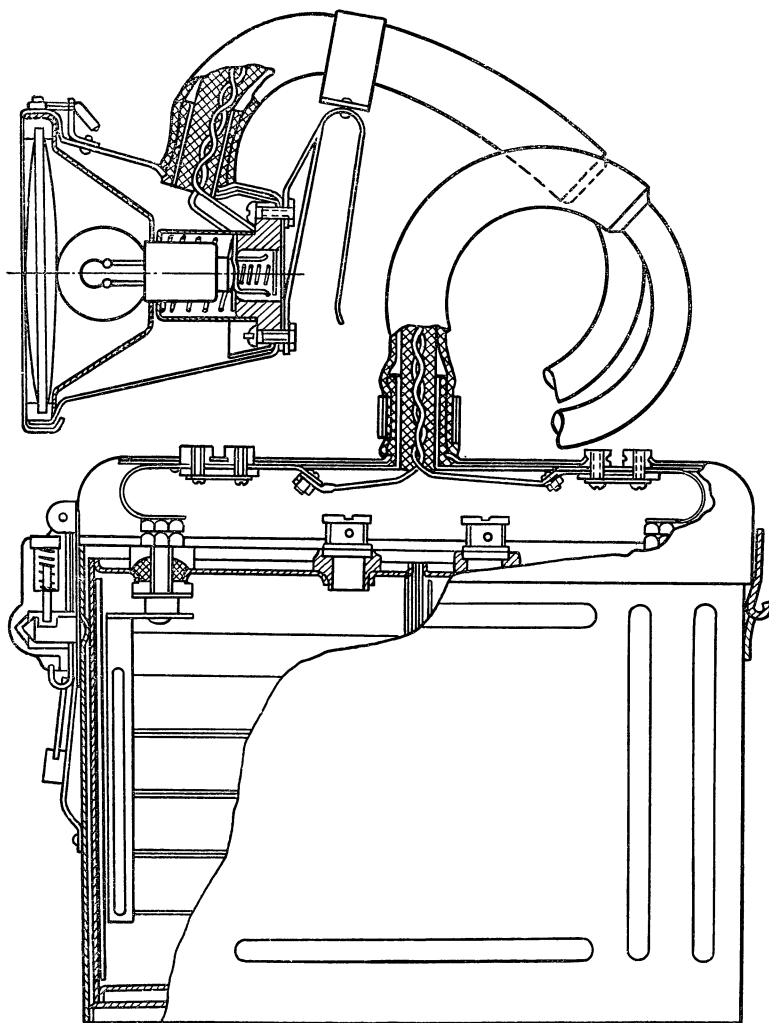
В 1904 г. для Всемирной выставки в г. Сен-Луис электрическими аккумуляторами Эдисона были оборудованы 30 катеров, предназначенных для прогулок по озеру и демонстрации хорошей работы аккумуляторной электрической тяги⁴⁰.

Эдисон разработал стандартный тип щелочного аккумулятора для электромобилей (standard automobile cell) с электродвижущей силой 1,33 в, на 210 *вт · ч*, с удельной энергией 11,8 *вт · ч* на фунт веса. Образцы щелочных аккумуляторов были посланы на испытания европейским специалистам, в том числе Д. А. Флемингу, Госпиталье, П. Жане. Результаты испытаний были вполне благоприятными. У. Хибберт производил опробование щелочных аккумуляторов Эдисона в Англии и в ноябре 1903 г. сообщил о полученных результатах Институту инженеров-электриков⁴¹. Он проехал 500 миль на электромобиле, оборудованном 38 аккумуляторами Эдисона; всю дорогу они действовали безотказно.

Однако вскоре от потребителей стали поступать рекламации по поводу некоторых недостатков щелочных аккумуляторов. Аккумуляторные сосуды давали течь, характеристики аккумуляторов не всегда были устойчивы; контакты положительного (никелевого) полюса аккумуляторов оказались ненадежными. Пришлось снова заняться улучшением технологии щелочных аккумуляторов. Началось изучение материалов, касающихся дефектов аккумуляторов. Но выпускать аккумуляторы на рынок нельзя было, хотя приостановка производства аккумуляторов грозила большими убытками. Верный своим принципам, Эдисон прекращает производство аккумуляторов и даже скупает по продажной цене все дефектные экземпляры. Следует отметить, что даже дефектные экземпляры щелочных аккумуляторов были удобнее и экономичнее, чем свинцовые аккумуляторы. Эдисон это понимал и был уверен, что после усовершенствования конструкции аккумуляторов потребление их значительно возрастет.

Работа над аккумуляторами была распределена между несколькими группами работников: одна занималась усовершенствованием сварки аккумуляторных сосудов, другая — рафинированием железа для электродов, третья, в которой участвовал сам Эдисон, занималась никелем и присадками к нему. К 1905 г. Эдисон произвел более 10 тысяч опытов и многое выяснил. Однако болезнь оторвала его на некоторое время от работы.

За время с 1905 по 1908 г. Эдисон получил много патентов, относящихся к усовершенствованию щелочных аккумуляторов. Но в общем этот период был малоблагоприятным для развития производства аккумуляторов.



Головной рудничный аккумуляторный светильник типа Эдисона

В 1907 г. автомобиль английской марки Рольс-Ройс с шестицилиндровым бензиновым двигателем выдержал пробные испытания на дальность пробега в 10 тысяч миль. В Дейтроте на заводе Форда был построен бензиновый четырехцилиндровый двигатель для автомобиля модели «N»; стоимость такого автомобиля была всего 600 долларов; расход горючего составлял 1 галлон на 20 миль пробега (0,14 л на 1 км).

Несмотря на то, что бензиновый автомобиль начал уже выдвигаться на первое место и потребители стали проявлять к нему больший интерес, чем к электромобилям, Эдисон не прекращал своих работ над аккумуляторами. Он совершенствует конструкцию электродов, изменяет конструкцию аккумулятора в целом, механизмирует некоторые стадии процесса изготовления аккумуляторов, меняет состав электролита, добавляя к едкому кали небольшое количество гидроксида лития. Только в 1909 г. Эдисон пришел к заключению, что новый тип щелочного аккумулятора окончательно отработан. В 1910 г. он организует крупный завод, который в первый же год продал продукции на 1 млн. долларов. Деятельность «Edison Storage Battery Company» возобновилась; в 1911—1914 гг. в эксплуатацию вошло большое число аккумуляторных тележек и электромобилей, работавших без дыма и шума. В Вест-Орэндже был пущен аккумуляторный трамвай.

Электромобили все же не заняли в автотранспорте то положение, на которое когда-то рассчитывал Эдисон. Зимой щелочные аккумуляторы работали хуже, так как электролит становился более густым; это было одним из обстоятельств, которые давали преимущество бензиновым автомобилям. Но для электрических станций, для сигнализации, освещения поездов и т. д. щелочные аккумуляторы были очень подходящими.

Эдисон старался изыскивать для щелочных аккумуляторов новые области применения. Большим потребителем щелочных аккумуляторов стала горная промышленность. Так как щелочные аккумуляторы были легче, чем свинцовые, их можно было применять в переносных фонарях для штейгерского состава и технического надзора, а также, что особенно важно, для освещения горных работ. Эдисон сконструировал небольшой светильник с низковольтной электрической лампой, укрепляемый на головном уборе шахтера. Лампа получает питание от щелочно-

го аккумулятора, подвешенного на поясе. Такие лампы были удобны в эксплуатации, они дали возможность отказаться от пламенных ламп с сетками Дэви и, улучшив освещение в шахте, способствовали уменьшению травматизма и повышению производительности труда. На рисунке показан головной рудничный светильник Эдисона, получивший широкое распространение на подземных горных разработках.

В 1911 г. Эдисон построил новую серию щелочных аккумуляторов в трех модификациях (тип «А»); он построил и демонстрировал аккумуляторный автобус.

Во время первой мировой войны щелочные аккумуляторы нашли применение во всех странах в радиоустановках, на небольших судах и в силовых установках на подводных лодках.

Не оправдались надежды Эдисона на то, что удастся создать щелочной аккумулятор с высокими качествами и оптимальными характеристиками, который вытеснил бы бензиновый двигатель и превратил автомобиль в электроавтомобиль. Однако работы последних десятилетий показали, что подобное коренное изменение моторизованных экипажей не является неосуществимым. Такие возможности могут появиться с развитием топливных элементов — нового типа электрохимических источников тока.

Колыбель электроники

Исследовательская деятельность Эдисона и работа по внедрению изобретений в практику нередко приводили к наблюдению некоторых побочных явлений или действий, которые оказывались очень важными для науки и техники. К числу таких побочных открытий следует отнести явление термоэлектронной эмиссии, получившее название «эффекта Эдисона». Столкнувшись с ним, Эдисон не остался простым наблюдателем; он стал его изучать, стремясь установить условия его возникновения и хотя бы некоторые возможные пути его применения. Эдисон был первым, кто наблюдал явление термоэлектронной эмиссии, и наблюдал его тогда, когда, собственно говоря, и представлений об электроде в науке не было. Ученым разных стран и целым научным коллективам потребовалось три десятилетия для того, чтобы понять физическую сущность эффекта Эдисона и начать его разнообразное применение. За этим последовало углубленное проникновение в тайны электронных явлений и нахождение громадных возможностей для использования в науке и технике. В то время, когда Эдисон сделал свое наблюдение, никто еще не представлял себе, что электричество может не находиться в рабской зависимости от проводника: опыты Эдисона показали, что при определенных условиях электричество может и при отсутствии проводника двигаться со скоростью, близкой к скорости света.

Электронная лампа — это прямое следствие работ по развитию эффекта Эдисона. Она имеет самые разнообразные применения. Сейчас, во второй половине XX века, можно правильнее и полнее оценить важность открытия

эффекта Эдисона. Могучее средство современной техники — радио — полностью базируется на электронных приборах; многочисленные устройства автоматики и телемеханики, телевизионная аппаратура, счетные машины, различные кибернетические приборы немислимы без самого широкого применения электронных ламп. Электронная лампа — один из фундаментальных элементов техники, революционно влияющих на развитие производительных сил человеческого общества.

Такое широкое распространение электронных ламп объясняется их замечательными свойствами. Отметим, что само прохождение тока через лампу может варьироваться в широких пределах: действие электронной лампы не зависит от частотных характеристик тока. Она способна точно управлять электрическим током, непрерывно меняя его характеристики, в то время как подавляющее большинство других приборов, применяемых для изменения электрического тока, выполняет эту функцию ступенчато. Само движение электронов и их скорость могут регулироваться путем изменения электрического потенциала на электродах внутри лампы при затрате небольших количеств электроэнергии. Электронная лампа может быть усилителем и детектором тока, а при определенных условиях — генератором высокочастотных колебаний. Но в первой половине 80-х годов прошлого века обо всем этом даже не предполагали, знаний в области физики газового разряда было очень мало. Тем не менее Эдисон уже тогда построил первый в мире прибор (названный им «электрический индикатор»), действие которого основывалось на эффекте термоэлектронной эмиссии.

Что привело Эдисона к этому открытию?

В конце 1879 г. Эдисон в основном закончил работы по построению вакуумной лампы накаливания с угольной нитью большого сопротивления. В лабораторных условиях эта лампа накаливания была всесторонне испытана. Готовилась к выпуску серия ламп для испытания их в эксплуатационных условиях. Нужно было выявить дефекты лампы, обнаруживающиеся за время ее службы, и устранить их для обеспечения широкого распространения электрического освещения. На очереди стоял вопрос об организации массового производства ламп накаливания. Требовалось завершить разработку системы электрического освещения в целом, обеспечить безукоризненную работу установок элек-

трического освещения, создать наиболее простые и удобные эксплуатационные условия. Однако испытания первых более или менее крупных опытных партий ламп на фабрике в Менло-Парке показали, что еще не все недостатки ламп изучены и устранены.

Среди дефектов, обнаруженных в процессе наблюдения над лампой за весь срок ее службы, был один, который привлек особое внимание Эдисона, — почернение внутренней поверхности колбы. Оно наблюдалось во всех лампах без исключения. Чем дольше горела лампа, тем сильнее проявлялся этот дефект, тем более значительным становилось почернение.

В то время изготовлялись лампы накаливания небольшой силы света, преимущественно 10—16 свечей. Почернение колбы вызывало потерю до 50% светового потока, и такие лампы горели очень тускло. Экономичность преобразования потребляемой электроэнергии в световую снижалась, и электрическое освещение от этого удорожалось. Полезный срок службы ламп сокращался.

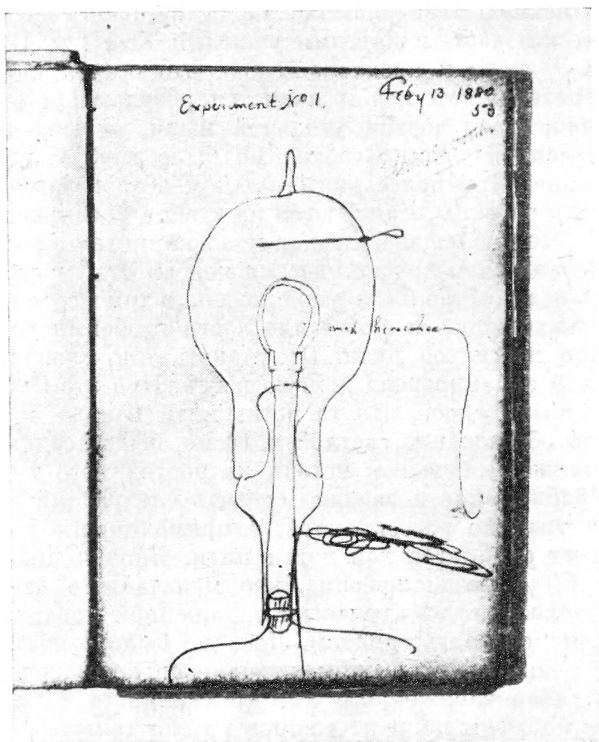
Ни Эдисону, ни другим конструкторам ламп накаливания с угольной нитью не удалось устранить почернение стеклянных колб. Усовершенствование технологии производства ламп и улучшение качества нитей привели только к замедлению этого явления. Лишь с переходом на вольфрамовые нити и газовое наполнение (1908—1913 гг.) удалось добиться почти полной ликвидации этого дефекта.

Эдисон неоднократно замечал, что во время откачки ламп, при пропуске тока через нить, в вакуированной колбе возникает голубоватое свечение. Такого рода эффект наблюдался и ранее (Петров, Фарадей); это было явление электрического разряда в сильно разреженной атмосфере. Такое же свечение отмечалось еще раньше при изучении статического электричества. Поэтому Эдисон правильно решил, что внутри вакуированной колбы происходит электрический разряд. Но было неясно — можно ли связать почернение колбы с действием электрического разряда.

Между тем в литературе по электричеству были отмечены некоторые идеи, которые могли, на первый взгляд, помочь в установлении причин почернения колбы. Так, французский исследователь электричества Дюфе почти за два столетия до наблюдений Эдисона установил следующий факт: воздух, пришедший в соприкосновение с нагретым докрасна металлом, приобретает особую способ-

ность рассеивать электрические заряды. Аналогичные факты были замечены и другими учеными XVIII в. Все это привело Эдисона к предположению, что осадок на внутренней поверхности колбы является результатом рассеяния заряженных частиц угольной пыли, отрывающихся от раскаленной нити. Необходимо было глубже изучить это явление. При более внимательном обследовании оказалось, что частицы осаждаются на стенке колбы неравномерно: часто наблюдалась узкая полоска, потемневшая гораздо меньше, чем другие участки колбы. Эта своего рода «белая тень» обычно была расположена в том месте колбы, которое находилось в одной плоскости с обеими ветвями U-образно изогнутой нити. Получалось так, словно одна ветвь нити экранировала другую ветвь. При этом во всех случаях оказывалось, что та ветвь нити накала, которая вызывала образование светлой полоски, была соединена с положительным полюсом источника постоянного тока.

Это наблюдение позволило сделать следующий вывод: частицы угля не рассеиваются, а прямолинейно перемещаются от отрицательной ветви нити. Вполне правдоподобным было предположение, что мельчайшие частицы, отрывающиеся от электрически заряженной поверхности, могут сами обладать зарядом. Логично было считать, что при введении внутрь колбы дополнительного электрода, положительно заряженного или соединенного с положительным полюсом цепи постоянного тока, такие заряженные частицы угля будут отклоняться от прямолинейного пути и притягиваться дополнительным электродом. Такие эксперименты и начал Эдисон. Из опубликованных записей Эдисона в лабораторных книгах видно, что уже в начале 1880 г. началась подготовка к этим опытам и были сконструированы лампы с дополнительным электродом. В книге Льюиса ⁴², изданной в 1961 г., приводится фотокопия страницы из лабораторной книги с эскизом «эксперимента № 1», датированного 13 февраля 1880 г.; по этому заданию один из сотрудников лаборатории, Ч. Бечелор, должен был изготовить необходимые лампы. Так как в эдисоновских лабораториях и мастерских заказы на опытные конструкции всегда неуклонно выполнялись и притом в кратчайший срок, то нет оснований сомневаться, что такие лампы для опытов были изготовлены. Согласно этому заказу, собственноручно написанному Эдисоном, надлежало изготовить лампу с небольшим подковообразным



Эскиз-здание Эдисона для эксперимента № 1

угольным телом накала; над ним нужно было вставить проволоку (очевидно, платиновую), пропущенную сквозь стекло колбы; внешний конец проволоки мог присоединяться к положительному полюсу источника постоянного тока.

В сущности говоря, эта лампа была прототипом двух-электродной электронной лампы; поэтому есть основания считать, что уже в 1880 г. Эдисон вплотную подошел к построению электронного прибора. Начал ли тогда Эдисон свои опыты или нет, — остается неопределенным. Можно предполагать, что в это время Эдисон был занят множеством работ, не допускавших отлагательства, и не мог уделить необходимое внимание изучению того явления.

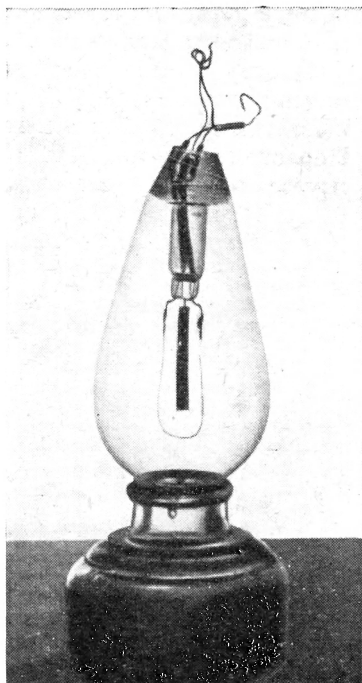
которое получило название эффекта Эдисона. Нужно было готовиться к Парижской электрической выставке, открытие которой было назначено на лето 1881 г.; нужно было налаживать массовое производство ламп; предстояло осуществить постройку центральной электрической станции Перлстрит и изготовить для нее электрические машины и другое электрооборудование. Кроме того, в 1880 г. Эдисон разрабатывал метод магнитного обогащения руд, строил в Менло-Парке первую пассажирскую опытную электрическую железную дорогу, занимался организацией в Нью-Йорке мастерских для производства электроизделий. В эти годы Эдисоном было заявлено большое число патентов: только за 1882 год Эдисон получил в США 141 патент, т. е. примерно по одному патенту за каждые два с половиной дня!

Таким образом, именно 1879—1882 гг. являются периодом особо активной деятельности Эдисона. Некоторые работы пришлось на время отложить; отодвинутыми на второй план оказались и опыты, связанные с эффектом Эдисона. Вскоре он вернулся к изучению почернения ламп накаливания. Американский специалист в области электроники У. Уайт, получивший доступ к некоторым материалам технического архива лаборатории Эдисона, опубликовал в 1943 г. историко-технический очерк открытия эффекта Эдисона⁴³. Используемые им материалы и документы показывают, что только в середине 1882 г. Эдисон смог возвратиться к этим работам. 5 июня 1882 г. Эдисон возобновил опыты над лампами, построенными по его эскизам для изучения особенностей явления почернения колб. Лампы должны были иметь добавочный электрод, расположенный так, чтобы препятствовать переносу заряженных частиц; этот электрод впаивался таким образом, чтобы он находился в куполе колбы над изгибом нити. Следует предполагать, что была проведена серия опытов с лампами, изготовленными по этому эскизу. Сохранился эскиз лампы для этих опытов от 8 марта 1883 г., подписанный Эдисоном; на нем помечены инициалы тех сотрудников, которые должны были изготовить эти лампы (Джон Ф. Отт и Мартин Н. Форс). На рисунке показана такая лампа, у которой добавочный электрод имеет форму продолговатой пластины, помещенной в плоскости нити между ее ветвями. 10 марта 1883 г. последовал новый заказ: пластинку, вводимую в колбу для опробова-

ния, изготовить из различных проводящих материалов (уголь, алюминий, цинк, олово, свинец, магний, платина, медь, серебро, фосфористая бронза, баббит, никель, золото); пометки крестиками на оригинале заказа свидетельствуют о том, что это было выполнено.

Точная дата, когда Эдисон впервые обнаружил прохождение тока через вакуум от нити накала к добавочному электроду, не была установлена теми лицами, которые имели доступ к лабораторным документам Эдисона. Предполагается, что это имело место в первой половине 1883 г. От наличия добавочного электрода почернение колбы не уменьшалось, но при подключении его к положительному полюсу цепи постоянного тока обнаруживалось прохождение тока от нити через вакуум к добавочному электроду. У. Уайт в упомянутой выше статье приводит неопубликованную запись Эдисона, касающуюся последних опытов.

«Аппарат для демонстрации проводимости постоянного тока через высокоэвакуированное пространство». Это мое новое открытие. Прибор состоит из обыкновенной лампы накаливания, у которой через стекло пропущена платиновая проволока, которая, находясь в эвакуированном пространстве, не имеет контакта с нитью. К концу этой проволоки припаяна точно такая же медная проволока, которая припаявается к ветвям нити для присоединения снаружи к источнику питания. Если эту проволоку присоединить к одной клемме гальванометра, а другую клемму соединить с положительной ветвью, то не будет наблюдаться отклонения стрелки гальванометра, пока на-



Одна из ламп с добавочным электродом для изучения эффекта Эдисона

кал лампы не станет соответствующим силе света 10 свечей; при 13 свечах происходит легкое и медленное отклонение, а при дальнейшем усилении накала отклонение стрелки очень быстро возрастает. При 25 свечах через гальванометр проходит очень большой ток, устойчивый и достаточный для обеспечения током телеграфной линии длиной 200 миль (при разрежении в колбе до миллионной доли атмосферы); при этом ток должен преодолевать в вакууме разрыв по крайней мере в половину дюйма».

Сам факт, что ток при некоторых условиях может проходить в эвакуированном пространстве через разрыв цепи, был для всех совершенно неожиданным и необъяснимым. В эвакуированном пространстве, следовательно, ток может проходить от отрицательно заряженной нити к положительному добавочному электроду, между которыми нет непосредственного контакта.

Собственно говоря, больше экспериментов Эдисон не производил и не мог дать научно обоснованное объяснение этому явлению. Правда, спустя много лет, в 1922 г. Эдисон рассказал, как он в свое время представлял себе сущность эффекта⁴⁴: «Моя теория заключалась в том, что остаточные газы, приходя в соприкосновение с нитью накала, и часть самой нити заряжались, притягивались стеклом и разряжались. Так как полярность оставалась неизменной, то я думал, что от этого должен получаться постоянный ток. Добавочный полюс затем вводился внутрь для усиления тока, в то время как мой первый опыт производился только с кусочком оловянной фольги, приклеенной к наружной стенке колбы. Это вызывало хорошее отклонение гальванометра. Стрелка даже уходила за пределы шкалы. Когда пластинки и проволоки вводились в колбу, действие сильно возрастало, так что на Филадельфийской выставке я ввел в цепь телеграфный клопфер, который хорошо работал. В то время я был сильно перегружен внедрением моей системы электрического освещения и не имел времени, чтобы продолжить мои опыты».

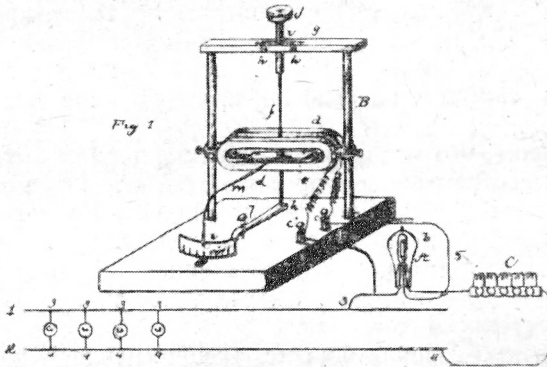
После 1883 г. Эдисон не производил дальнейших экспериментов в этой области, а занялся вопросом о том, как использовать это явление для практических целей. В процессе опытов Эдисон подметил очень важное свойство лампы с добавочным электродом: при изменении напряжения, под которым работает нить, происходят значительные ко-

(No Model.)

T. A. EDISON.
ELECTRICAL INDICATOR.

No. 307.031.

Patented Oct. 21, 1884.



Электрический индикатор Эдисона по патенту № 307031

лебания силы тока в цепи гальванометра, т. е., по современной терминологии, заметно изменяется электронная эмиссия. Эдисон предполагал использовать такой прибор в качестве высокочувствительного индикатора изменения напряжения. 15 ноября 1883 г. Эдисон подал патентную заявку на «электрический индикатор» (Electrical Indicator); 21 октября 1884 г. ему был выдан патент за № 307031 (схема прибора, приложенная к патенту, приведена на рисунке). Назначение этого прибора — регулирование скорости вращения генератора. Этот прибор не получил распространения, однако не был полностью забыт: во время первой мировой войны предложенный Эдисоном принцип был использован для целей регулирования генераторного напряжения в устройствах самолетного радиооборудования.

Незадолго до получения Эдисоном патента № 307031 в Филадельфии открылась Международная электротехническая выставка (2 сентября 1884 г.). На этой выставке Эдисон не только экспонировал электрический индикатор, но

и демонстрировал его в действии. Эдисон демонстрировал также и самые лампы с дополнительным электродом; он включал в цепь гальванометра телеграфный клопфер, который хорошо работал. Все это свидетельствует о том, что, хотя Эдисон не продолжал исследования в области открытого им эффекта, он тем не менее придавал ему очень большое значение. Серьезное внимание на электрический индикатор Эдисона обратил главный инженер Британского почтово-телеграфного ведомства Уильям Прис, посетивший выставку. По его просьбе, в лаборатории Эдисона было изготовлено несколько штук этих ламп, при помощи которых было предположено поставить ряд опытов в Англии. Такие опыты были произведены, а результаты их доложены в начале 1885 г. на заседании Королевского общества и описаны ⁴⁵. Прис весьма скептически отнесся к предположениям Эдисона о том, что это явление представляет интерес не только с научной, но и с практической точки зрения.

Несколько ранее — в октябре 1884 г. профессор Эдвин Хустон сделал доклад об эффекте Эдисона в Американском институте инженеров-электриков; тотчас же после этого доклад был опубликован ⁴⁶. Это была первая в мировой технической литературе статья, посвященная эффекту Эдисона, иначе говоря, первая статья по электронике вообще. Хустон придерживался другой точки зрения, нежели Прис, и усматривал в этом явлении истоки нового направления.

В период 1885—1903 гг. в развитии исследований эффекта Эдисона наступило затишье. У самого Эдисона, занятого другими вопросами, интерес к эффекту термоэлектронной эмиссии значительно ослабел. Только Джон Амброуз Флеминг в этот период занимался опытами в области эффекта Эдисона, результаты которых были опубликованы в 1896 г. ⁴⁷ За это время было открыто существование электрона; в 1891 г. был принят термин «электрон». Было понято, что эффект Эдисона есть не что иное, как явление эмиссии электронов с раскаленной нити. В 1903 г. О. Ричардсон ⁴⁸ опубликовал результаты своих исследований, посвященных прохождению электрического тока через вакуум. Эта работа способствовала расширению знаний в области эффекта Эдисона и вызвала большой интерес ученых всех стран. Она послужила отправной точкой для последующих работ Ленгмюра в области физики и техники газового разряда.

В 1904 г. Флеминг заметил, что в лампах Эдисона с добавочным электродом ток может проходить лишь в одном направлении. Флеминг был тогда сотрудником компании Маркони и занимался проблемой обнаружения электрических волн. До этого времени в качестве волноуказателей применялись когереры и другие сравнительно мало чувствительные приборы. Флемингу пришла в голову счастливая мысль применить лампу Эдисона с дополнительным электродом в качестве выпрямителя (детектора) высокочастотных колебаний и, следовательно, волноуказателя. Он придал лампе несколько иную, чем у Эдисона, форму; она получила название «диода Флеминга» или «вентили Флеминга». Двухэлектродная электронная лампа Флеминга была описана в 1905 г.⁴⁹, но вначале не получила широкого распространения.

Девятысотые годы нашего века характеризуются чрезвычайно большим ростом интереса к беспроводной телеграфии. Мысль Флеминга применить двухэлектродную лампу для детектирования была развита американским инженером Ли де Форестом (1906), который добавил к вентиллю Флеминга третий электрод — сетку. Так родился триод, получивший наименование «аудион». Триод обладал не только способностью детектировать высокочастотные колебания, но мог служить и усилителем слабых электрических колебаний. Несколько позднее было установлено, что трехэлектродная лампа может служить также и в качестве генератора незатухающих колебаний. Так начался новый этап развития радиотехники, оказавшийся в тесной связи с электроникой, истоками которой является эффект Эдисона.

Изобретения в области усовершенствования технологии

При оценке трудов Т. А. Эдисона часто высказывалась мысль, что основные его изобретения относились к электричеству и были направлены на возможно более широкое и разнообразное применение электрической энергии в промышленности, на транспорте, для связи и в бытовых условиях. Между тем Эдисону не были чужды и технологические проблемы, совершенно не связанные с электричеством. Он говорил, что более всего любит химию и считает себя химиком; отсюда можно сделать вывод, что усовершенствование технологии не могло не интересовать его.

Работы Эдисона в области технологии не имели определенной направленности. Во всех случаях, когда какое-либо его изобретение требовало усовершенствования, он принимался не только за решение механических и электротехнических проблем, но и за разработку новых методов технологии. Так, например, для усовершенствования лампы накаливания, в частности для улучшения качества и свойств нити накала, нужно было найти весьма сложные технологические методы. Эдисон взялся за это, и ему удалось достигнуть хороших результатов. При работах над щелочным аккумулятором он встретился с трудностями совершенно другого порядка, которые также можно было преодолеть путем усовершенствования технологии, и он, после длительных изысканий, добился этого.

Мы рассмотрим важнейшие работы Эдисона в области усовершенствования технологии, имевшие самостоятельное значение и не связанные с другими его изобретениями.

Одной из больших по объему и дорогостоящих работ была разработка метода магнитного обогащения железной руды. В последней четверти прошлого века, когда в США наблюдался большой промышленный подъем, потребность в черных металлах непрерывно росла. Между тем рудные ресурсы черной металлургии США были ограниченными. К 80-м годам прошлого века железные рудники восточной части США были уже в значительной степени выработаны, а перевозка руды из других районов страны была нерентабельна. Покупая сталь для производства электрических машин по существовавшим тогда высоким ценам, Эдисон пришел к выводу, что такие цены со временем будут являться тормозом в развитии электрического освещения и строительства электростанций. В дальнейшем рост в США теплоэнергетического машиностроения (паровых котлов и двигателей) и электромашиностроения мог привести к недостатку стали и к ее значительному удорожанию.

При одной из своих поездок на берег Лонг-Айленда Эдисон обратил внимание на то, что прибрежный белый песок содержит много черных зерен, так что местами выглядит совершенно темным. Такой темный песок тянулся по берегу на много миль. При помощи карманного магнита Эдисон установил, что черные вкрапления в песке представляют собой зерна магнитного железняка, наиболее распространенной железной руды. Эти частицы появились в результате эрозии осадочных пород морской водой. Исследование образцов черного песка показало, что в нем содержится до 20% металла. Это давало основание считать такие пески выгодным сырьем для получения концентрата. Идея магнитного обогащения руды не была новой, но практически оно применялось в очень небольших масштабах только в Швеции. Эдисон решил разработать этот способ и довести его до промышленного масштаба; это представлялось ему рентабельным. Проведенное Эдисоном изучение проблемы бедных руд показало, что такие руды в баснословных количествах разбросаны по всей стране. Таким образом, дело, которое он начнет в каком-либо одном месте, сможет получить распространение во многих штатах страны.

Первые опыты Эдисона в этом направлении заставили многих насторожиться в ожидании своего рода переворота в горнорудном деле. Появились газетные сообщения, правда еще весьма неопределенные, о том, что Эдисон придумал

что-то очень важное для извлечения ценных металлов, не исключая и золота, из бедных бросовых руд. Однако такая информация была преждевременна. Для разработки методов магнитного обогащения руд в промышленных масштабах Эдисону нужно было иметь в своем распоряжении залежи бедных руд. Количества перерабатываемой руды стали бы настолько велики, что возникли бы весьма сложные проблемы их транспортировки, и т. д. Выемка руды должна была осуществляться мощными механизмами.

Эдисон понимал, как велика предстоящая работа и какие трудности связаны с ней. Его не смущало то, что придется буквально сносить горы с лица земли и превращать твердые каменные глыбы в порошок, чтобы потом извлекать из него железо. Эта грандиозная техническая задача его увлекла, и он серьезно принялся за ее разработку во всех деталях.

От одного журналиста, интересовавшегося этими работами, Эдисон узнал, что в селении Огденбург, штат Нью-Джерси, в 60 милях от Ньюарка, среди леса на горных отрогах находится заброшенный много лет назад железный рудник. Эдисон купил здесь участок площадью 16 тысяч акров (около 5000 гектаров). Запасы бедной руды на этом пространстве были настолько велики, что, по самым скромным подсчетам, их хватило бы для обеспечения потребности США на семьдесят лет. Эдисон построил горняцкий поселок, получивший название «Эдисон», с фабричными зданиями и жилищами для персонала, закупил разное оборудование. Некоторые особенно большие и мощные машины изготовлялись по особым заказам. Эдисон перебросил сюда из Чикаго один из самых крупных паровых экскаваторов после окончания там работ по прорытию ирригационного канала. Гигантский передвижной паровой кран имел вылет 70 метров. Были привезены и другие мощные механизмы.

Технологический процесс состоял из следующих основных операций: проходка экскаватором с применением предварительного взрывания породы или без этого; выемка породы в крупных кусках и транспортировка для измельчения, которое производилось в три приема; транспортировка породы в виде мелкого песка на сушку, а затем в магнитные сепараторы; отделение железной руды от пустой породы; транспортировка руды для брикетирования, а измельченной пустой породы в отвал для после-

дующего использования в качестве строительного материала.

Процесс был сложный и разнообразный с применением самых различных механизмов. На всех стадиях процесса надо было вводить усовершенствования, устранять дефекты, которые могли выявиться только в процессе самой работы. Для изобретательской мысли здесь был беспредельный простор. Пять дней в неделю Эдисон жил в горняцком поселке, уезжая домой только на субботу и воскресенье. Сохранившаяся фотография дает нам представление о рабочем облике Эдисона в этот период.

Сооружение этого предприятия, получившего название «Ore separating plant», продолжалось два года; оно обошлось Эдисону в 2 млн. долларов. Паровой экскаватор должен был пройти за год путь более 1,5 км и вынуть не менее 0,6 млн. *m* породы. Дробилка приводилась в действие паровым двигателем Корлисса мощностью 100 л. с.; она состояла из двух валов большого диаметра, вращающихся в противоположных направлениях со скоростью 700 об/мин.

После сушки руда подвергалась действию магнитных сепараторов. Порошкообразная порода проходила через систему больших электромагнитов, которые отделяли руду от пустой породы. Затем руда смешивалась с вязким материалом и брикетировалась под большим давлением. Последним этапом было спекание брикетов.

Эдисон сконструировал дробилки, магнитные сепараторы, брикетировочные прессы и печи для спекания. На этом предприятии, между прочим, были впервые применены конвейерные резиновые ленты.

Стоимость концентрата, который выпускало это предприятие, была около 6½ долларов за тонну. Эдисону удалось заключить договоры на поставку концентрата крупной промышленной корпорации — «Bethlehem Steel Company». После нескольких лет предварительных работ коммерческая сторона стала, наконец, развиваться в благоприятном для Эдисона направлении. Но в это время новое обстоятельство привело к упадку дел и затем к ликвидации этого предприятия (1892). Геологическая разведка обнаружила в штате Миннесота большие залежи богатой железной руды. На месторождении имелись хорошие условия для добычи и транспортировки руды, а стоимость ее была примерно вдвое меньше, чем



Т. А. Эдисон в период работ над методами магнитного обогащения руд

концентрата с завода Эдисона. Естественно, что для металлургических заводов восточных штатов, которые намеревались работать на концентрате Эдисона, было выгодно перейти на плавку непосредственно богатых железных руд. Конъюнктура резко изменилась.

Эдисон спокойно встретил эту неудачу; собрав своих сотрудников, он сказал им: «Я не думаю, чтобы имело смысл соревноваться с нашим новым конкурентом. Но мы по крайней мере доказали, что в нашей стране никогда не сможет быть недостатка в железе. Я считаю, что теперь наше предприятие нужно ликвидировать. Однако опыт, который мы здесь приобрели, может быть использован в новом деле, которое я задумал».

То, что Эдисон и его сотрудники сделали для создания прогрессивной технологии в области магнитной сепарации, впоследствии не раз находило применение. Примером может служить сам магнитный сепаратор, построенный Эдисоном. Он выгодно отличался от уже находившихся в эксплуатации. Это была униполярная машина, без непосредственного соприкосновения с магнитными компонентами измельченной в порошок породы. Сепаратор состоял из хошпера с размещенными под ним многочисленными магнитами; ниже магнитов находились бункера для концентрата и для пустой породы.

Конвейеры, которые применял Эдисон, представляли собой систему разветвленных и тщательно согласованных между собой транспортирующих установок; в 90-х годах прошлого века такой системы нигде в промышленности еще не было.

В процессе работы Эдисон обнаружил, что рудная мелочь не может спекаться без связующего вещества. Поэтому он ввел смешение концентрата с кусковым связующим веществом и брикетирование под большим давлением. Пришлось проделать несколько тысяч проб, и были разработаны оптимальные условия массового производства брикетов. Эдисон добился хорошего технологического результата: концентрат, который выпускался его предприятием, содержал 90—93% окиси железа. Однако он встретил большое противодействие со стороны добывающих руду организаций. Он сумел преодолеть его и, несомненно, в дальнейшем снизил бы себестоимость концентрата и одержал победу. Но времени на проведение мероприятий для удешевления продукта не оставалось:

железнодорожные составы непрерывным потоком везли на металлургические заводы руду из штата Миннесота. Эдисону пришлось капитулировать.

Эдисон не рассматривал прекращение работ по магнитному обогащению руды как полную ликвидацию предприятия. Он задумался над вопросом, для какого массового производства больше всего подойдет то, что было создано в Огденсбурге, и весь накопленный опыт. Ответ он нашел в области технологии производства цемента. Эдисон предвидел, что строительство будет все больше и больше отходить от применения камня и кирпича в сторону бетона и железобетона. Потребность в цементе будет сильно возрастать, а поэтому технология этого строительного материала заслуживает внимательного изучения, анализа и коренного усовершенствования. Эдисон обстоятельно изучил современное цементное производство и установил, что существующая технология не обеспечивает массового выпуска цемента, так как обжиговые цементные печи имеют относительно небольшую вместимость, а процесс загрузки и выгрузки уменьшает общую эффективную длительность работы печей.

Через некоторое время после прекращения работ в Огденсбурге Эдисон организовал «Edison Portland Cement Company» для руководства работами по проблемам цементного производства. Для реализации своей идеи ему нужно было приобрести землю с залежами известняка. Эдисон приобрел такой участок в штате Пенсильвания и перевез туда из Огденсбурга оборудование для дробления породы. За исключением магнитных сепараторов все оборудование могло быть использовано на новом предприятии. Гигантские вращающиеся печи пришлось специально спроектировать и построить, так же как и некоторые другие механизмы, например особые автоматические весы-дозаторы для составления шихты, устройства для более мелкого дробления, механизмы для автоматического развеса и упаковки порошкообразного цемента в бочки или в мешки.

В 1907 г. цементный завод был пущен в ход. Он был полностью механизирован; суточная производительность по размолу составляла 1100 баррелей (около 220 *m*); каждая печь давала 200 баррелей (около 50 *m*). Была предусмотрена возможность дальнейшего расширения производства путем увеличения числа печей. Печи Эдисона

имели длину около 50 м и ширину 3 м. Идея гигантских печей оправдала себя, и Эдисон стал выпускать дешевый цемент, что еще больше повысило спрос на него. В то время — в начале XX века — цемент расходовался главным образом на составление растворов для каменной кладки, для бетонирования дорог и для производства железобетонных сооружений. Эдисон считал, что перспективы применения цемента гораздо шире. Он пришел к идее «литых домов», т. е. таких, которые получались в виде монолитного остова, изготовленного заливкой цементного раствора в формы посредством специальных машин. Эдисон следующим образом сформулировал свои планы в отношении литых домов: «Я всегда стремился сделать в пределах моих сил что-либо для дальнейшего избавления народа моей страны от тяжелой работы и создать наибольшие возможности для счастья и процветания. Я думаю, что мы поможем этому, если соорудим цементный завод, который будет производить цемент лучшего качества, чем современный, и по более дешевой цене. Когда мы это осуществим, то сможем строить шестикомнатные цементные дома всего за 300 долларов».

Для осуществления этого нужно было разработать все элементы, из которых за несколько часов непосредственно на строительной площадке может быть собрана форма. Конструкция и материал форм должны допускать многократное использование и легкую разборку и сборку. Заливаемый цемент должен обладать повышенной текучестью, быстрым схватыванием и затвердеванием. Эдисон разработал соответствующую рецептуру, которая после многократной проверки была принята как стандартная. Для отливки домов ему необходимо было иметь цемент более тонкого размола, и он строит соответствующие машины. Пробы всего технологического процесса сооружения литых домов показали, что сборка формы требует нескольких часов, заливка — 6 часов работы специальных смесительных машин и транспортеров, схватывание и затвердевание массы — 4 суток; после этого остов дома был готов.

В патенте № 1123261 от 22 декабря 1908 г. описана вся совокупность литейных форм. Они создают полость между двумя стенками — наружной и внутренней; такие же полости делаются внутри здания — для междуэтажных перегородок, пола и потолка. Вверху формы имелась

большая воронка (хоппер), в которую ковшовым элеватором подавалась текучая масса, под действием силы тяжести растекавшаяся по всем полостям. Для того, чтобы внешняя и внутренняя поверхности стен были гладкими и не требовали особой обработки для отделки, Эдисон разработал некоторые добавки к массе.

Это была пионерская работа в области строительства, которая могла обеспечить быстрое сооружение дешевых зданий. До Эдисона, если не считать американского архитектора Уильяма Ренсома, независимо от него пришедшего к аналогичной идее, никто в этом направлении не работал. Однако эта здоровая и плодотворная идея не получила в те годы распространения. Жилищный кризис в США стал особенно остро ощущаться примерно на 20—25 лет позже, и тогда перешли к индустриальным методам строительства жилых домов; эти методы были очень сходны с теми, которые предлагал Эдисон.

Современное крупноблочное и крупнопанельное строительство признано прогрессивным методом строительной техники и широко применяется в СССР и в других странах. Этот способ массового и скоростного сооружения домов принципиально отличен от метода строительства литых домов, предложенного Эдисоном. Тем не менее между ними есть и некоторые общие черты: широкое использование бетона и железобетона, для чего нужны громадные количества цемента, производство которого должно вестись индустриальными методами; заготовка деталей (у Эдисона — форм) вне строительства, индустриальными методами и в массовом масштабе; расширение стандартизации в строительстве.

Изобретение технологии изготовления литых домов не принесло Эдисону материальных выгод. На проектирование и изготовление механизмов и форм, проведение опытов с составом для заливки форм и т. п. он израсходовал не менее 100 тыс. долларов, а достигнутые им результаты не вошли в практику. Однако это не заставило его оставить эту область. Он снова садится за чертежную доску, проектирует еще более мощные вращающиеся печи и делает ставку на развитие крупного производства высококачественного дешевого цемента. Цемент, который выпускала «Edison Portland Cement Company», начали широко применять на строительстве крупнейших американских стадионов (в том числе Yankee Stadium в Бронк-

се), больших мостов и крупных зданий. Это предприятие принесло Эдисону такие прибыли, которые покрыли его убытки, связанные с работами по магнитному обогащению руд.

* * *

В 1914 г. разразилась первая мировая война, и Европа превратилась в огромный театр военных действий. Соединенные Штаты оставались нейтральной страной; общественное мнение в основном одобряло эту позицию правительства. Эдисон высказывался в пацифистском духе и считал недопустимым, чтобы его страна приняла участие в уничтожении людей. До того как германская подводная лодка в мае 1915 г. потопила трансатлантический пассажирский лайнер «Лузитанию», такая точка зрения была очень распространена среди американцев; но когда Германия начала неограниченную подводную войну, США стали готовиться к участию в войне. В апреле 1917 г. США объявили войну Германии, что оказало известное влияние на исход войны.

Уже с первых же дней после начала первой мировой войны в США стал ощущаться недостаток многих химических материалов, которые в мирное время в больших количествах импортировались из Германии, имевшей крупную химическую индустрию. Особенно сильно ощущался острый дефицит карболовой кислоты (фенола) и бензола. Карболовая кислота применялась в производстве граммофонных пластинок, и до войны эта отрасль промышленности была главным ее потребителем. В военное время спрос на карболовую кислоту чрезвычайно увеличился, так как она была необходима для производства пикриновой кислоты, из которой получали сильные взрывчатые вещества — пикраты, в частности обладавший большой разрушительной силой мелинит. На 1 сентября 1914 г. в США имелось не более месячного запаса карболовой кислоты и бензола.

В Германии карболовую кислоту получали из каменноугольной смолы. Эдисон решил разработать метод производства синтетической карболовой кислоты. Специалисты, к которым он обратился за консультацией, считали это невозможным. Тем не менее Эдисон принялся за опыты. Он организовал «бессонную бригаду», которую сам

возглавил. Меньше чем за три недели Эдисон добился решения: наскоро устроенный им завод стал ежедневно производить около 350 кг фенола, а затем 1 т. Через некоторое время был сооружен второй завод, и производство фенола дошло до 6 т в сутки. Примерно через полтора месяца была пущена в ход первая коксовальная печь; вскоре Эдисон стал получать бензол, нужный для производства карболовой кислоты. Кроме того, из бензола стали получать анилиновое масло для производства красителей и другие вещества. Таким образом, в области снабжения фенолом и бензолом как военной промышленности, так и гражданских нужд США были освобождены от иностранной зависимости.

Успех этих работ побудил Эдисона заняться производством других веществ, ранее импортировавшихся в США. Он оборудует завод анилиновых масел, разрабатывает технологию парафенилдиамина, применяемого в производстве грампластинок, а также в качестве красителя в меховой промышленности. Эдисон строит завод такой производительности, чтобы удовлетворить весь спрос в парафенилдиаmine. Часть продукции этого завода даже экспортировалась. Можно назвать еще ряд продуктов, технологию которых разработал Эдисон: это — ацетанилин и его модификация, параамидофенол, бензоидин, толуол, кристаллический нафталин и др. Через некоторое время разработанные Эдисоном методы технологии стали общим достоянием; открылись крупные химические заводы, выпускавшие те вещества, начало производства которых в США было заложено Эдисоном. Свои предприятия Эдисон постепенно ликвидировал.

Этими работами, которые были осуществлены в баснословно короткие сроки и казались некоторым специалистам плодом изобретательской фантазии, Эдисон доказал свои выдающиеся способности химика-технолога. Безусловно велики его заслуги перед США в создании возможностей развития в промышленных масштабах новых отраслей химической индустрии.

Перед первой мировой войной особую остроту приобрела проблема каучука. Автомобильная промышленность США в эти годы необычайно выросла. При нехватке каучука производство камер и покрышек стало бы узким местом в автомобилестроении. Автомобильные магнаты в то время владели обширными плантациями каучуконосов

в Бразилии и Либерии; при низкой заработной плате туземных рабочих они получали очень дешевый продукт высокого качества. Но в случае войны доставка каучука в порты США была бы затруднена. Вот почему главные американские потребители каучука — «автомобильный король» Генри Форд и «король резиновой индустрии» Харвей Файрстон стали проявлять исключительный интерес к этой проблеме, жизненно важной для американской автомобильной промышленности.

Форд, личный друг Эдисона, купил виллу во Флориде рядом с виллой Эдисона, который жил здесь большую часть года. Форду удалось склонить Эдисона к тому, чтобы он занялся совершенно новой для него проблемой — разведением каучуконосов в климатических условиях США. Во Флориде Эдисон занимался разведением многих тропических растений он организовал лабораторию, в которой специалисты-ботаники занимались селекцией и гибридизацией, и сам погрузился в ботанические наблюдения, стремясь найти решения некоторых практических задач. Но не сразу Эдисон «сдался» Форду и стал заниматься каучуконосами. Вместе с Фордом и Файрстоном он посетил знаменитого калифорнийского гибридизатора Лютера Бербанка и ознакомился с грандиозными возможностями, которые открывает гибридизация. Здесь Эдисона окончательно убедили в том, что при вступлении США в уже начавшуюся тогда первую мировую войну каучук станет важнейшим из дефицитных материалов для различных отраслей промышленности, особенно для автомобильной.

Теперь Эдисон уже согласился заняться этой проблемой «через некоторое время». Во время войны усилился ввоз каучука в США из Бразилии, так что проблема каучука не стала такой острой, как это вначале предполагалось. Вероятно, этим и объясняется то, что Эдисон не развернул работ по изучению каучуконосов и их разведению в США. Правда, каучук в годы войны повысился в цене, но кризиса не было.

Более сложная ситуация создалась в период 1924—1925 гг. в связи с тем, что Великобритания стала разрабатывать планы ограничения вывоза каучука из тропических стран Юго-Восточной Азии. Цены на каучук в США снова повысились. Форд и Файрстон возобновили свои предложения Эдисону заняться серьезными изысканиями

в области внутренних ресурсов каучуконосов. Они предлагали финансировать работы в нужных размерах, а руководить этими работами должен был Эдисон.

В 1927 г. была организована Эдисоновская компания ботанических исследований («Edison Botanic Research Company»); Форд и Файрстон внесли около 200 тыс. долларов. Работа началась с собирания литературных данных. (Интересно отметить, что в 1826 г., т. е. ровно за сто лет до этих работ Эдисона, Фарадей изучал каучук и пытался установить его химическую формулу.) Для изучения литературы о каучуке на разных языках Эдисон привлек лингвиста-полиглота Баруха Джонаса и таким образом познакомился с испанскими, португальскими, немецкими и другими источниками и материалами о каучуке, опубликованными в течение трех столетий. Кроме того, Эдисон командировал своих представителей в разные страны для собирания образцов каучуконосов.

Два года продолжалась стадия предварительных исследований. Главным источником мировой добычи каучука была бразильская гевея (*Hevea Brasiliensis*): это дерево успешно разводилось в Малайе, на Цейлоне и в Африке. Было известно, что млечный сок (латекс) содержится также и в других растениях, в том числе в сорняках, папоротниках, стелющихся и кустарниковых видах, кактусах и др., произрастающих в субтропиках и в поясе умеренного климата. Многие виды этих растений были дикорастущими и крайне нетребовательными в отношении влаги; они могли произрастать в пустынных или засушливых районах. Давно было известно, что вечнозеленый олеандр с листьями, напоминающими кожу, декоративная разновидность пахучей жимолости, молочай выделяют латекс. В южной части Калифорнии росла мексиканская гваюла, один из видов каучуконосов; однако каучук, получаемый из нее, был не вполне удовлетворителен. Задача Эдисона заключалась в выборе такого растения, которое могло произрастать в климатических условиях США и давать урожай каждые 12—18 месяцев; этим последним свойством обладали далеко не все каучуконосы, а многие из них давали урожай лишь на пятый год после высева.

Прошло меньше года после начала работ, и Эдисон сообщил Форду, что удалось собрать более 3 тысяч видов дикорастущих растений и кустарников, произрастающих

в средней зоне США. Примерно 7% их дают латекс разных свойств и в различных количествах. К концу второго года было изучено и испытано 14 тысяч видов. Из этих растений наибольшее внимание Эдисона привлек золотарник, или солидаго (goldenrod), очень распространенное растение из семейства сложноцветных. Это невзыскательный, с высоким стеблем многолетник, увенчанный метелками многочисленных золотисто-желтых цветков. Содержание латекса в нем составляет в среднем 5%, а в гигантских разновидностях золотарника — до 12%. Эти результаты так обнадежили Форда, что он купил в штате Джорджия большой участок для разведения золотарника. Предварительные опыты Эдисона показали, что с гектара можно получать от 125 до 200 кг латекса. Но качество этого каучука было хуже, чем импортного, а цена выше — до 4 долларов за 1 кг. Надо было продолжать исследования. Однако болезнь, которая заставила Эдисона с 1929 г. оставить работу, не позволила ему продолжать изыскания с прежней интенсивностью. Сам Эдисон был уверен, что добьется желаемого результата, нужно лишь время, по его предположениям — примерно пять лет. Но изобретателю в это время было 82 года, старческий организм сдавал.

В середине 20-х годов появились сведения о том, что германские химики разработали метод превращения производных каменного угля или нефти в каучук типа бутадиена. В лабораториях химического концерна «I. G. Farbenindustrie» этот метод был усовершенствован, и было организовано полупромышленное производство. Но сущность этого метода охранялась как стратегическая тайна, и поэтому Форд и Файрстон не могли приобрести лицензии. Оказалось, что за время первой мировой войны в Германии уже было изготовлено более 2 млн. тонн искусственного каучука; стоимость его, правда, была значительно выше, чем натурального, но иного выхода Германия во время войны не имела. Когда после окончания войны цены на натуральный каучук упали, производство искусственного каучука стало невыгодным и практически прекратилось. Для того чтобы в США занялись проблемой искусственного каучука, нужно было проводить новые исследования и опыты, создавать опытные установки. На это основные американские потребители каучука — Форд и Файрстон не пошли.



Thomas Edison.

Т. А. Эдисон (1929 г.)

В 1929 г. Файрстон получил большую партию дорогостоящего каучука из золотарника. Из этого каучука он изготовил в подарок Эдисону четыре покрышки для его автомобиля.

Сведения о разработке синтетических методов производства каучука подорвали веру в коммерческую целесообразность работ Эдисона по изысканию экономически выгодных отечественных каучуконосов. Из истории работ Эдисона над разными изобретениями, особенно в области электрического освещения, известно, что изобретатель нередко приходил к технически правильному решению, целесообразному с точки зрения промышленной его организации, но еще коммерчески невыгодному. На новой стадии работы Эдисону затем удавалось справляться и со второй частью проблемы — коммерческими трудностями внедрения. Возможно, что в дальнейшем ему удалось бы улучшить качество каучука из отечественных каучуконосов и удешевить его выработку. Но у изобретателя уже не было для этого физических возможностей: он приближался к концу своего жизненного пути.

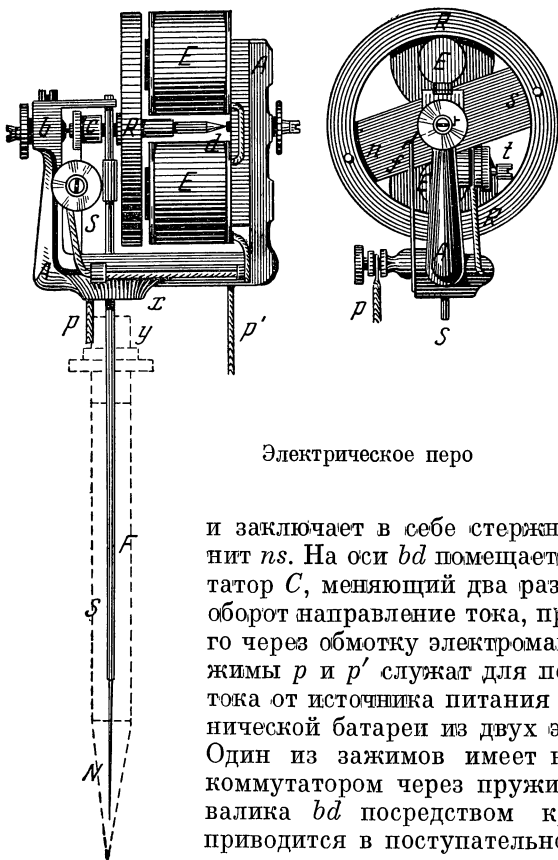
Разные изобретения и работы

Среди многочисленных изобретений Эдисона немало таких, которые не совпадают с основными направлениями его творческой работы. У Эдисона есть очень много патентов, взятых им для того, чтобы закрепить за собой приоритет на некоторые устройства, усовершенствования или методы, которые не могли получить в то время значительное практическое использование. К сожалению, до сих пор далеко не все патенты Эдисона изучены и проанализированы; если такая работа будет произведена, то, несомненно, число таких «разных изобретений» Эдисона значительно увеличится и будет выявлено более серьезное их значение.

Мы имеем возможность охватить в этой главе лишь наиболее интересные изобретения этого рода, сведения о которых получены из достаточно достоверных публикаций в технической литературе. Речь будет идти об отдельных изобретениях, относящихся к самым различным областям техники; они не поддаются систематизации и описываются здесь для иллюстрации широты интересов Эдисона. Кроме того, они показывают, как быстро он откликался на новые технические течения и направления и решал некоторые интересные частные задачи.

Электрическое перо. В 1876 г. Эдисон получил патент № 180857 на прибор, названный электрическим пером. Предназначалось оно для перфорации бумаги, которая могла быть таким способом превращена в трафарет

для изготовления отпечатков. Прибор имеет высоту несколько больше 4 см, а ширину — 2 см. В этом приборе электромагнит EE укреплен на раме AA ; R — маленький маховик, b и d — опоры для конца его оси; он вращается непосредственно перед полюсами электромагнита



Электрическое перо

и заключает в себе стержневой магнит ns . На оси bd помещается коммутатор C , меняющий два раза за один оборот направление тока, проходящего через обмотку электромагнита. Зажимы p и p' служат для подведения тока от источника питания — гальванической батареи из двух элементов. Один из зажимов имеет контакт с коммутатором через пружинку f . От валика bd посредством кривошипа приводится в поступательно-возвратное движение игла, делающая проколы на бумаге.

Маховичок делает 65 оборотов в секунду, а прибор производит 130 перфораций в секунду. При помощи трафарета, изготовленного таким способом, можно сделать 4—5 тысяч копий, пользуясь специальной краской, состав которой разработал Эдисон. В США было в употреблении более 60 тысяч таких электрических перьев.

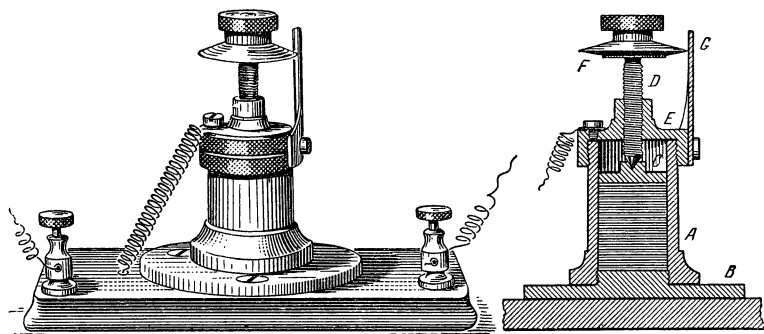
С технической точки зрения этот прибор представляет интерес тем, что в нем был миниатюрный электродвигатель с большим числом оборотов. Еще меньшие размеры в этом приборе имел коммутатор. Здесь Эдисон осуществил возможную в то время микроминиатюризацию. Одновременно он построил миниатюрный электродвигатель для швейных машин. Оба эти электродвигателя были уникальными в своем роде конструкциями микромашин, которые изготовлялись в массовом масштабе. Несколько ранее, в 1872 г., на Московской промышленной выставке был экспонирован маленький электродвигатель для швейных машин, изготовленный В. Н. Чиколевым. Этот электродвигатель, изготовленный всего в нескольких экземплярах для демонстраций, по своим габаритам был больше эдисоновского; практического применения он не нашел.

Электрическое перо интересно еще и в том отношении, что это было первое изобретение Эдисона в Менло-Парке. Работая над автоматическим телеграфом, Эдисон пришел к мысли, что можно добиться того, чтобы на приемном конце не было оператора, а переданные импульсы наносились бы на специальную ленту посредством металлического пера или острья. Эдисон добился скорости передачи 200 слов в минуту, но для этого требовалась особая бумага, которая могла бы выдерживать такую большую скорость прохождения через прибор. Бумагу такого качества он получил после 2000 опытов: это восковая бумага, покрытая особым составом. Эти работы привели к изучению возможностей широкого применения парафиновой или восковой бумаги для различных бытовых целей и в пищевой промышленности.

Компания «Western Union» широко разрекламировала электрическое перо Эдисона; тем не менее оно было сравнительно мало распространено в телеграфии.

Угольный реостат Эдисона. Для квадруплексной системы существенно важно было располагать удобной и совершенной системой балансирования токов. Обычно применялись проволочные реостаты, но для правильного подбора сопротивлений требовалось иногда несколько десятков минут, что обходилось дорого. Чтобы ускорить этот процесс, Эдисон изобрел угольный реостат. Он состоит из вулканитового цилиндра *A*, закрытого с обеих сторон ввинчиваемыми латунными деталями *B*

и *E* (вулканит — это разновидность эбонита, содержащая красители, например киноварь или сернистую сурьму). В полость уложены 50 шелковых кружков, пропитанных смесью крахмала с мелко измельченным графитом и затем высушенных. Для сжатия этих кружков служит нажимной диск *C*, перемещаемый поворотом головки винта *D*. Головка винта снабжена делениями и вместе с ли-



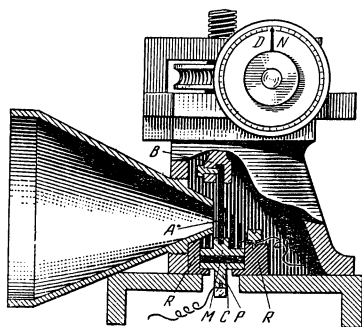
Угольный реостат

нейкой *G* может служить индикатором степени нажатия. Диапазон сопротивлений основного типа реостата — от 400 до 6000 *ом*. Если устроить реостат с большим числом шелковых кружков, то диапазон сопротивлений может быть значительно расширен.

Угольный реостат Эдисона применяли и в лабораторной практике в 70-х и 80-х годах. Для своего времени это был дешевый и простой в обращении прибор, который можно было довольно легко градуировать. До этого не имелось приборов, в которых было бы практически использовано свойство пыли, металлических порошков и т. п. изменять сопротивление под влиянием сжатия. Один из современников Эдисона Д. Э. Юз в 1879 г. предложил, например, использовать эффект изменения сопротивления неплотных контактов от внешних акустических воздействий; на этом принципе Юз построил индукционные весы и аудиометр (или сонометр). Сведений о других приборах, аналогичных этим или реостату Эдисона, в литературе не встречалось.

Тазиметр Эдисона — прибор, предназначенный для измерения незначительных колебаний температуры или влажности. Более сложная разновидность этого прибора называлась микротазиметром.

Принцип действия тазиметра ясен из приводимого рисунка. Изменение температуры вызывает изменение длины вулканитового бруска *A*, в результате чего изменяются его нажатие на угольный кружок и сопротивление в электрической цепи, в которую этот кружок включен. Верхний конец бруска *A* прочно закреплен в держателе *B*, а нижний конец вставляется в особое гнездо на металлической пластине *M*, лежащей на кружке *C* из прессованного угля. Кружок *C* является элементом электрической цепи, в которую входит и гальванометр.



Тазиметр

Любое изменение длины бруска *A* сопровождается колебанием давления на уголь и, следовательно, соответствующим изменением сопротивления цепи и показаний гальванометра. Для устранения влияния колебаний э. д. с. батареи прибор вводится в ветвь мостика Уитстона. Для того чтобы установить действительное удлинение бруска в десятитысячных долях дюйма, служат винт *S* и стрелка *N* на циферблате.

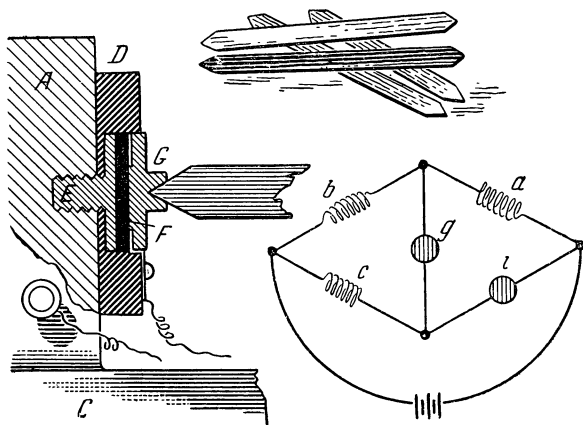
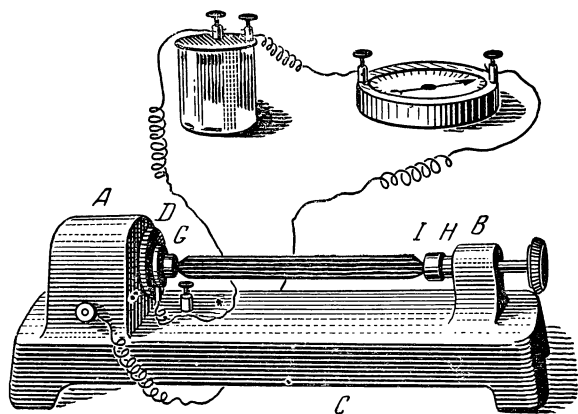
Изготовление тазиметра было закончено за два дня до того, как Эдисон отправился в составе астрономической экспедиции в штат Вайоминг. Это было летом 1878 года. Эдисон по настоянию друзей согласился впервые в жизни отдохнуть «по-настоящему», т. е. не за работой. Солнечное затмение должно было произойти 29 июля 1878 г., а в штатах Вайоминг и Техас можно было наблюдать полное затмение. Тазиметр был с успехом использован при астрономических наблюдениях. Чувствительность его была очень большой; чтобы охарактеризовать ее, Эдисон говорил, что тазиметр, будучи установлен на телескопе и направлен своим бруском на звезду Арктур, показывал повышение температуры: стрелка гальванометра поворачи-

чивалась в соответствующую сторону. У. Ф. Баррет, профессор Ирландского колледжа в Дублине, в 1878 г. писал Эдисону, что он производил опыты для выявления чувствительности тазиметра. Оказалось, что тазиметр обнаруживал горящую сигару на расстоянии нескольких футов; если включить в цепь тазиметра гальванометр большой чувствительности, то прибор обнаруживал тепло, исходящее от человеческого тела, находящегося на расстоянии 8 футов, а пламя газового рожка — на расстоянии около 100 футов.

Опыта применения тазиметра еще не было, в полевых условиях возникли большие трудности измерений вследствие сильного ветра. Когда весь солнечный диск был закрыт и излучение исходило только от короны, прибор дал достаточно точные показания. Эдисону удалось сопоставить количество тепла, исходящего от короны, с количеством тепла, излучаемого Арктуром и другими неподвижными звездами.

Микротазиметр Эдисона состоит из железной рамы *ABC*; к стенке *A* прикреплен вулканитовый диск *D* посредством винта *E* с платиновой головкой; между *E* и *G* заложен угольный диск *F*. На наружную поверхность угольного диска наложен кружок из платины, находящийся в электрическом контакте с батареей. Между углублениями *G* и *I* закладывается полоска материала, применяемого для работы прибора. Посредством винта в правом конце прибора полоска производит начальное нажатие на угольный диск, — начальные показания гальванометра фиксируются и учитываются при последующей работе прибора. Установка микротазиметра в схеме мостика Уитстона может быть осуществлена с таким подбором сопротивлений, что начальное положение стрелки гальванометра будет на нуле; это облегчает пользование прибором. На мостиковой схеме показано: *i* — место подключения микротазиметра; *a*, *b* и *c* — сопротивления; *g* — гальванометр.

Звукоусиливающие приборы. Работы над построением угольного передатчика и особенно работы над фонографом потребовали углубленного изучения акустических проблем и дали Эдисону возможность построить некоторые специальные звукоусиливающие приборы. Его очень интересовал вопрос о методах увеличения дальности действия звуковых сигналов и речи. К числу устройств,

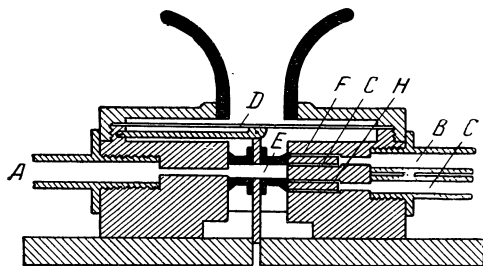


Микрогальванометр

изобретенных для решения этой задачи, относятся аэрофон и мегафон.

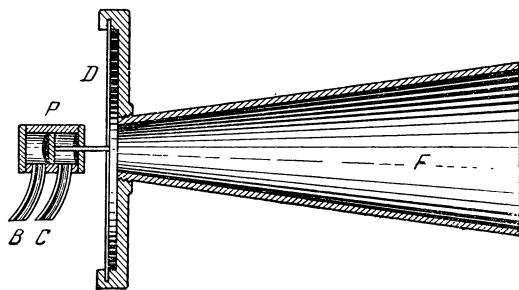
Аэрофон — прибор для усиления звуков без нарушения четкости передаваемой речи. Это усиление производится посредством большой диафрагмы, колеблющейся от действия пара или сжатого воздуха. Источник энергии регулируется колебаниями другой диафрагмы, на которую действуют звуки, подлежащие усилению. Прибор состоит из источника энергии (обычно резервуара со сжатым воздухом при неизменном его давлении), которая

подается в первую часть прибора, называемую регулятором. Регулятор в разрезе показан на рисунке; он состоит из амбушюра и диафрагмы, к центру которой на стержне прикреплен полый цилиндр. При вибрациях диафрагмы



Регулятор аэрофона

приходит в движение цилиндр и меняется объем камеры E . Сжатый воздух входит через канал A и наполняет камеру E , из которой в нормальных условиях для него



Усилитель аэрофона

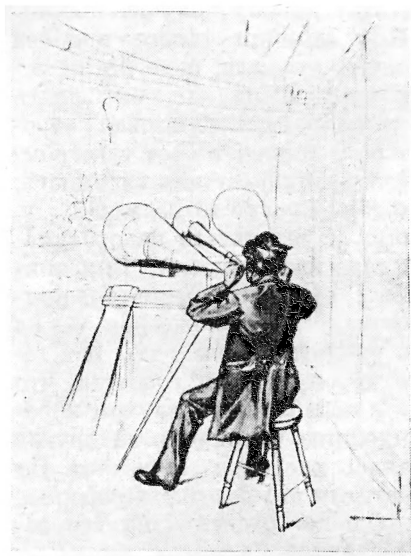
нет выхода. Каждая вибрация диафрагмы по направлению вниз будет сжимать воздух в E , и он будет выходить через трубу C , а движение диафрагмы вверх вызовет расширение воздуха в E и его выход в трубу B . На рисунке показан усилитель аэрофона, состоящий из цилиндра двойного действия с поршнем P и двумя подводными трубами B и C от регулятора. Поршень усилителя связан с центром диафрагмы D и перемещается под действием

сжатого воздуха, попеременно поступающего через трубу *B* и *C*, и вызывает вибрации диафрагмы *D*, число и длительность которых идентичны с вибрациями диафрагмы регулятора. *F* — рупор аппарата; в нем усиление зависит от размера диафрагмы и сил, которые заставляют его вибрировать.

Эдисон предполагал, что этот прибор получит некоторые важные применения. При помощи такого прибора локомотив мог по пути вызывать станции, суда могли переговариваться в открытом море, а маяки — оповещать об опасности. Эдисон фигурально охарактеризовал аэрофон так: один прибор в большом городе может так громко и отчетливо прочесть Декларацию о независимости, что все без исключения граждане смогут ее услышать.

Мегафон Эдисона возник в результате недоразумения. Так об этом рассказал сам изобретатель. Виновником этого недоразумения был газетный репортер, приехавший в Менло-Парк ознакомиться с фонографом. Он не понял того, что ему удалось увидеть и услышать, и в газетной корреспонденции все перепутал: он сообщил, что этот прибор помогает людям с ослабленным слухом хорошо слышать. Эту корреспонденцию перепечатали другие газеты, и к Эдисону посыпались письма с запросами. На многие вопросы был дан ответ, что эта газетная информация — плод недоразумения. Однако ответить на все запросы было совершенно невозможно, а поток писем не прекращался. Это показало Эдисону, что людей с ослабленным слухом очень много и что следовало бы о них позаботиться (к этой категории людей, как известно, принадлежал и он сам). Он задумался над тем, как найти наиболее простое решение и прежде всего стал пробовать действие рупоров. Построенный им макет инструмента состоял из трех рупоров; два из них своим узким концом подводились к ушам, а третий (средний) рупор имел амбушюр для разговора. Все это было смонтировано на треноге. Разговор можно было вести на расстоянии нескольких миль. Такую систему можно было применить в военном деле для переговоров с воздухоплателем на борту аэростата, для передачи военных команд при очень широком фронте, для переговоров между кораблями. Все эти применения в то время, когда радио не существовало, были очень важными. Кроме того, Эдисон построил аналогичный прибор для разговоров в пределах комнаты.

Пиромангнитный генератор — очень интересная идея Эдисона, которая привлекла внимание русских ученых — изобретателя радиотелеграфа А. С. Попова и профессора физики Новороссийского университета Ф. Н. Шведова. Эдисон хотел найти способ превращать



Мегафон Эдисона

тепловую энергию в электрическую, минуя парообразование и получение механической энергии для ее преобразования в электрическую. При таком методе производства электрической энергии исчезала необходимость устанавливать паросилового агрегат — паровой котел и двигатель. В основе работ Эдисона над этим изобретением было следующее физическое явление: магнитные свойства тела могут изменяться под действием нагревания или охлаждения. Этот генератор был устроен следующим образом. На чугунной полый тумбе, отапливаемой в своей

нижней части, помещался электромагнит; между его полюсами были проложены железные трубки с навитой на них обмоткой. Через трубки можно пропускать горячие газы или холодный воздух. При помощи заслонки, которая меняла свое положение 120 раз в минуту, через одну половину трубок проходили горячие газы, а через другую — холодный воздух. Это сопровождалось изменением магнетизма трубок, в результате чего в катушках появлялся ток.

А. С. Попов сам производил в Кронштадтском минном офицерском классе опыты в этом направлении и в декабре 1887 г. выступил с сообщением о пиромангнитном генераторе Эдисона.

Флуороскоп был построен в 1896 г., когда широкие круги физиков, техников и врачей заинтересовались открытием рентгеновых лучей. Патента на этот прибор Эдисон не взял.

Так как рентгеновы лучи проходят через мягкие ткани, но не проходят сквозь кости, они могут использоваться для просвечивания и получения фотографического изображения внутренних органов. Громадное значение этого нового средства диагностики было сразу признано, и очень многие начали конструировать различную рентгеновскую аппаратуру, в первую очередь трубки и флуороскопы.

Как только были открыты рентгеновы лучи, вопросом рентгеноскопии и рентгенографии занялся профессор Колумбийского университета в Нью-Йорке Михаил Пупин. Он хорошо знал работы Эдисона и считал его выдающимся химиком-технологом, а потому обратился к нему за помощью. Нужно было найти такое химическое вещество, которое флуоресцировало бы особенно интенсивно под воздействием рентгеновых лучей. Эдисон занялся лабораторными исследованиями различных кристаллических веществ с точки зрения их способности к флуоресценции. К этой работе он привлек некоторых своих помощников. В этой, по существу говоря случайной, работе он был верен своему принципу массового опробования и исследования веществ. Масштаб его работ над этой проблемой был громадным: пробам подвергались около 8000 разных химических соединений. Можно было предполагать, что это потребует длительного времени, но работы проводились с такой организованностью и оперативностью, что всего через несколько недель после начала исследований М. Пупин получил от Эдисона модель флуороскопа с экраном из вольфрамата кальция. Немедленно сделали рентгеновский снимок человеку, который был ранен в руку дробью. Проведенная после этого хирургическая операция прошла успешно.

Пупин был глубоко тронут вниманием Эдисона и его сотрудников к просьбе подобрать оптимальный флуоресцирующий материал. Он послал Эдисону благодарственное письмо, в котором отметил, что прибор обладает прекрасными свойствами и окажется неоценимым в новой области, возникшей в связи с открытием Рентгена. «Я позволил себе продемонстрировать чудесные возмож-

ности Вашего прибора на моих публичных лекциях,— писал М. Пупин,— публике он понравился больше, чем все прочее, что я показывал. Это объясняется в большой степени и Вашей огромной популярностью... Ваш успех будет встречен всеми учеными с восхищением».

Эдисон в ответном письме сообщил, что он разрабатывает различные типы рентгеновских трубок; несколько трубок он передал больницам, где врачи быстро освоили их применение. Эдисон отправил образцы рентгеновских трубок своего производства некоторым ученым. Это были вообще одни из первых рентгеновских трубок. Газеты широко информировали публику об этих новых победах прославленного изобретателя.

Новое дело нуждалось в пропаганде, и в 1896 г. Эдисон выставил в Нью-Йорке, в Central Palace, несколько изготовленных им флуороскопов в форме ящиков со смотровым отверстием на одной стенке. Тысячи посетителей выставки делали просвечивание руки, помещая ее между трубкой и экраном. Это был первый в США публичный показ действия рентгеновых лучей, а возможно, и первый в мире.

В то время еще ничего не знали о вредном влиянии рентгеновых лучей на живой организм при избыточной дозе воздействия. Мер предосторожности не принимали, и поэтому случаи поражения рентгеновыми лучами происходили часто. Жертвой оказался и один из сотрудников Эдисона, Кларенс Долли. Ему многократно производили ампутацию рук из-за тяжелого поражения рентгеновским излучением, но это не помогло. Этот уже забытый теперь электротехник был одним из первых мучеников рентгенотехники. До этого трагического случая возникала даже мысль о том, не окажется ли возможным на основе флуоресцирующих экранов создать новый метод освещения. Когда было более подробно установлено, какие беды может принести рентгеновское излучение, такие идеи были оставлены.

Сам Эдисон всегда находился в центре всех рентгеновских исследований и, конечно, тоже не принимал никаких мер предосторожности против вредного действия излучений. Он проводил много часов в лабораториях и, кроме того, посещал больницы, где инструктировал медицинский персонал по применению рентгеновых лучей. Но, к счастью, ущерб его здоровью это не нанесло.

Некоторое время у него было заболевание глаз, которое врачи объясняли рентгеновским облучением, но оно вскоре прошло и неприятных последствий не имело.

Следует отметить, что средства защиты от вредного действия рентгеновых лучей (свинцовые экраны) стали применять только в начале XX в.

Работы в области военной техники. Эдисон искренне и глубоко ненавидел войну; он всегда стремился к тому, чтобы направлять свои усилия на производство предметов, необходимых для самого широкого круга людей. Он говорил: «Изготавливать предметы, которые убивают людей, противно моей натуре. У меня больше склонности заставлять людей смеяться». Среди изобретений Эдисона очень мало таких, которые направлены исключительно на военные цели и уничтожение людей. Но все же и такого рода изобретения у него были. Так, совместно с Симмсом Эдисон запатентовал торпеду и метод ее применения. Эта система состояла из подводной миноносной лодки, приводимой в движение электричеством; она рассчитана на получение питания по кабелю от генераторной установки, находящейся вне лодки. На лодке предусмотрен особый каземат для взрывных зарядов и мин; на ней установлен электродвигатель. Если лодка опустится на несколько футов под воду и будет управляться по кабелю с другого судна или с берега, то она сможет нанести удар противнику, не будучи замеченной.

Эдисон провел некоторые исследования для братьев Райт, известных авиаторов и самолетостроителей. Он дал им эскиз летательного аппарата, несколько похожего на ракету, и построил геликоптер с двигателем, работавшим на широксиле. Упоминаний о практическом использовании этих его идей найти не удалось. Вероятно, они были только предварительными соображениями.

Весьма важным был комплекс работ, проведенных Эдисоном или под его руководством во время первой мировой войны.

7 июля 1915 г. морской министр США Даниэлс писал Эдисону, что одной из важнейших нужд военно-морского флота являются различные машины и механизмы, значение которых особенно возросло в военное время. Необходимо было в самых широких масштабах использовать все возможности изобретательской мысли, плодотворно рабо-

тавшей во многих областях, связанных с гражданскими нуждами. Даниэлс предполагал учредить отдел изобретений и усовершенствований, к которому могли бы обращаться как военнослужащие, так и гражданские лица со своими предложениями; такое учреждение должно было устанавливать, насколько такие предложения могут быть полезны для военно-морского флота и найдут ли они практическое применение. Министр отметил, что его ведомство располагает только одной возможностью: направлять такие предложения и запросы на заключение в различные бюро Морского министерства. Однако эти бюро и без того завалены текущей работой и не всегда могут уделять этим вопросам должное внимание. Флотский офицерский состав на кораблях в состоянии проверить усовершенствования, которые предполагается ввести, но у офицеров нет ни времени, ни места, ни условий для рассмотрения предложений; очень часто им не хватает изобретательности, чтобы довести дело до конца. Вот почему возникла мысль создать в министерстве специальный орган, который занимался бы рассмотрением изобретений. Во главе такого органа должен стоять весьма авторитетный человек. Эдисон именно и представлял собой такую фигуру, и ему был задан вопрос — не согласится ли он возглавить эту организацию.

С тех пор как Эдисон много лет назад покинул работу на телеграфе, он никогда ни у кого не состоял на службе. Много десятков лет Эдисон работал как совершенно независимый человек. Предложение министра означало, что Эдисону не всегда придется работать над тем, что ему нравится или увлекает его. В это время, после потопления «Лузитании» летом 1915 г., США готовились к вступлению в войну. Эдисон понимал огромное значение работ, которые должны быть произведены для нужд морского флота. И он немедленно ответил министру: «Я рад безвозмездно отдать все мое время правительству. Все, что я смогу сделать, будет в вашем распоряжении». Так Эдисон стал руководителем организации при Морском министерстве, получившей название Naval Advisory Board — Морской консультативный совет.

Даниэлс и его заместитель Франклин Делано Рузвельт посетили Вест Орендж и обсудили с Эдисоном вопросы, касавшиеся организации Совета. Даниэлс обратился к председателям одиннадцати крупнейших научных

обществ США с просьбой назначить по два представителя для работы в Совете. Научные общества немедленно откликнулись, и в Совет вошли крупные представители технической мысли: Л. Бакеленд и У. Уитни (химики), Ф. Спрэг и Б. Ламме (электрики), Р. Уудворт и А. Вебстер (математики), Хент и Гревен (строители), Эльмер Сперри (приборостроитель), Х. Коффин (автомобилестроитель) и другие. Т. А. Эдисон и М. Хетчинсон были введены в состав Совета по назначению морского министра.

7 октября 1915 г. на учредительном собрании Совета было признано необходимым, как рекомендовал Эдисон, организовать морскую лабораторию. Только таким путем можно было достигнуть более полных и надежных результатов как в научном отношении, так и в области опытно-производственных и изобретательских работ. Морские полигоны были заняты своими прямыми работами, и можно было рассчитывать только на ограниченную помощь с их стороны. Проект лаборатории был разработан комиссией в составе Эдисона, Бакеленда, Уитни, Уудворта и Коффина. Лаборатория была построена в Bellevue Magazine Grounds на р. Потомак, на южной окраине округа Колумбия. В лаборатории было разработано и доведено до принятия на вооружение более 40 крупных изобретений. Сущность их, по понятным причинам, не публиковалась, но известно, что подавляющее их большинство относилось к проблеме борьбы с подводными лодками. Известно, что Эдисон сконструировал чувствительный прибор, который предупреждал судно о приближении торпеды за 1000 ярдов, и разработал метод быстрого изменения курса судна на 90° , чтобы избежать попадания вражеской торпеды. Эдисон изобрел также систему камуфляжа судов, чтобы вводить в заблуждение подводные лодки; специальные пластыри для быстрой заделки пробоин от торпед; огни, видимые другими судами каравана или конвоя, но невидимые для подводных лодок, и др.

Работы в области «эфирной силы». В 1875 г. Эдисон производил опыты, связанные, как он полагал, с особым видом электричества, которое он назвал etheric force — эфирной силой. Газеты быстро распространили весть о том, что молодой, но уже широко известный изобретатель опять обнаружил что-то новое и

сногшибательное в области электричества. Точных сведений об этих работах было опубликовано мало, поэтому делались самые неожиданные предположения и малообоснованные выводы. Но даже спустя 50 лет в этот вопрос не внесли ясности и не оценили критически всех данных; без основания объявляли, что Эдисон один из первых экспериментаторов в области радио...

Эдисон описал свое наблюдение в журнале «Scientific American» 25 декабря 1875 г. Впервые он заметил особый характер «эфирной силы», производя опыты с вибратором в виде стального стержня, закрепленного одним своим концом и приводимого в колебание посредством магнита. От сердечника электромагнита исходила искра. Такое явление часто наблюдалось в телеграфных реле, когда железные опилки попадали между сердечником и якорем, и его рассматривали как один из эффектов индукционного характера. Но в данном случае искры были настолько яркими, что появилось предположение, будто здесь имеет место иное явление, а не индукция.

Эдисон обнаружил, что искра появлялась всякий раз, когда к вибратору или магниту прикасались куском металла. Если конец колеблющегося стержня соединяли проволокой с расположенной сверху газовой трубой, то можно было получить искру от любого места газовой магистральной в комнате и в других помещениях. Особенностями новой силы было отсутствие полярности, нейтральность по отношению к земле, способность проходить по неизолированным проводникам и т. п.

Мы располагаем лишь неполными и неясными сведениями об этих наблюдениях Эдисона. Известно, что многие попытки генерировать «эфирную силу» были бесплодными. Эдисон никаких патентов на получение «эфирной силы» не получал и никаких практических конструкций не дал. Поэтому нелегко дать оценку этой работе. Можно лишь констатировать, что ей одно время придавалось значение, превосходящее действительную ценность фактов.

Участие в создании крупной электротехнической промышленности

В день своего сорокалетия, в 1887 г., Эдисон, уже известный тогда всему миру своими изобретениями, сказал: «Я не исследовал законов природы и не сделал крупных научных открытий. Я не изучал их так, как изучали Ньютон, Кеплер, Фарадей и Генри для того, чтобы узнать истину. Я только профессиональный изобретатель. Все мои изыскания и опыты производились исключительно с целью найти что-либо, имеющее практическую ценность».

Действительно, Эдисон не ставил перед собой задач, имеющих чисто научное значение; и тем не менее его роль в развитии науки об электричестве и расширении работ научно-исследовательского характера была огромна. Глубокая правда заключена в оценке значения трудов Эдисона, которую дал выдающийся американский ученый-электротехник Ч. П. Штейнметц в 1917 г., когда отмечалось семидесятилетие Эдисона: «Эдисон более, чем кто-либо другой, содействовал процветанию искусства и науки инженера-электрика».

Работы Эдисона в самых различных направлениях состояли, как правило, из следующих этапов:

возможно более полное изучение вопроса;

создание на основе этого изучения устройства, конструкции или метода, пригодных для практического использования;

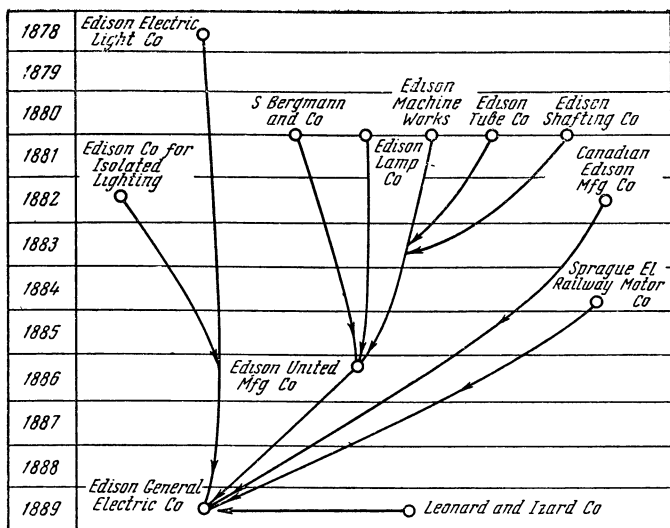
внедрение изобретения в практику, разумеется с извлечением материальных выгод.

В начале своей деятельности Эдисон занимался в основном не изобретением чего-то нового, еще не применявшегося в технике, а усовершенствованием существующего. Получив патент, Эдисон продавал его какой-либо крупной организации или выдавал лицензии на отдельные элементы запатентованного изобретения. Лишь в виде особого исключения он организовывал производство для изготовления изделий в серийном масштабе. Таким исключением был, например, усовершенствованный им биржевой тиккер: продав патент «Gold and Stock Telegraph Company», Эдисон стал крупными сериями изготавливать тиккеры для этой компании. Это производство, по-видимому, представляло для Эдисона исключительно коммерческий интерес, так как в то время его материальная база еще не была достаточно прочной.

Но к концу 70-х годов взгляды Эдисона изменились; он убедился в том, что многие изобретения, полностью разработанные конструктивно, не будут в дальнейшем совершенствоваться, если их применение будет происходить без участия изобретателя. Действительно, только в сфере разнообразных практических применений могут быть выявлены слабые места изделия, которые требуют доработки и улучшения. Сама эксплуатация выдвинет перед изобретателем новые задания. Если изобретатель, продав патент или лицензию на изобретение, окажется в стороне от его дальнейшей судьбы, то другие изобретатели могут внести какие-либо конструктивные изменения в отдельные элементы или узлы. Может оказаться, что сам изобретатель в конце концов будет отодвинут на задний план. Особенно важным был этот вопрос при изобретениях комплексного характера, когда одно из звеньев можно было изменить лишь в том случае, если соответствующие изменения будут внесены во всю цепь.

Эдисону пришлось обратить серьезное внимание на внедрение изобретений в практику и создавать для этого производственные и коммерческие организации. Однако и в этом случае Эдисон предпочитал не передавать организованной компании функции усовершенствования изобретения: он не переставал работать над тем или иным изобретением, коммерческую эксплуатацию которого он возложил на специальную организацию.

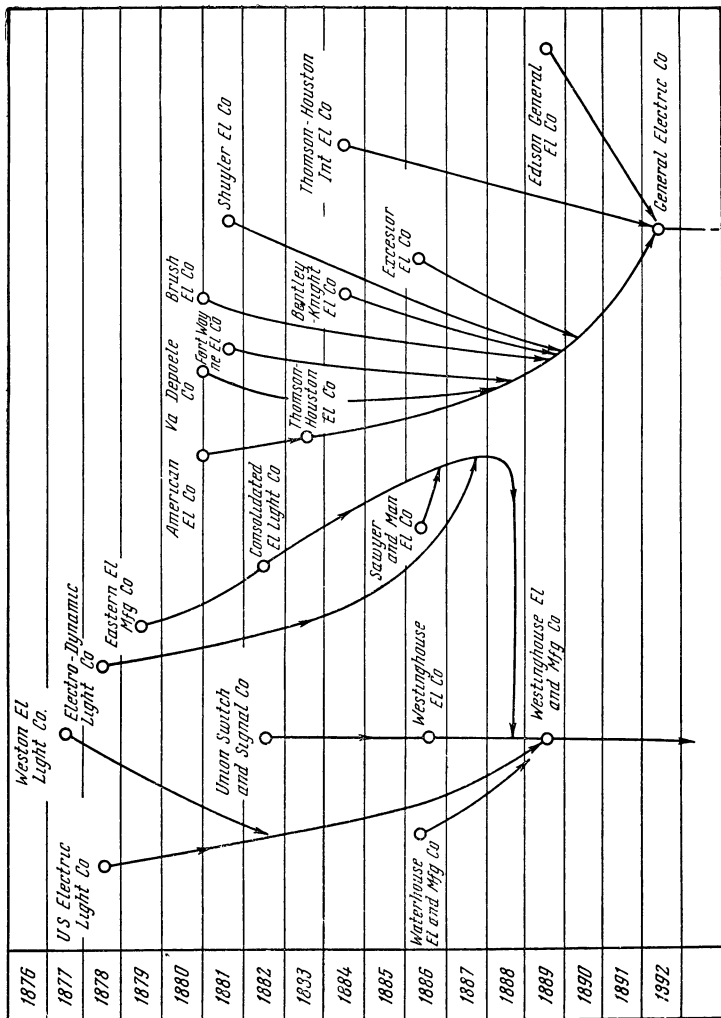
Если проследить последовательность возникновения производственных и коммерческих организаций, создан-



Развитие электропромышленных предприятий Эдисона
1876—1899 гг. (по Брайту)

ных Эдисоном, и сопоставить ее с возникновением других электропромышленных компаний в США и в других странах, то бросится в глаза тот факт, что до 1878 г. таких компаний вообще почти не было. Изобретатели дуговых ламп (Уэстон, Браш) вели производство в очень ограниченных масштабах; несколько мастерских, изготовлявших генераторы, выпускали мало продукции. Такими же небольшими предприятиями были мастерские Эдисона и Попа, а затем мастерские Эдисона и Маррея, где насчитывалось всего несколько десятков рабочих.

С конца 1878 г. число предприятий, производящих электрооборудование, электрические приборы и пр., начинает сильно возрастать. Это видно из приводимых нами схем, показывающих развитие электропромышленных предприятий Эдисона в период 1878—1889 гг. и основных американских электропромышленных компаний в 1877—1892 гг. Рост этот объясняется тем, что в конце 70-х годов электрическое освещение дуговыми лампами стало расширяться, а только что разработанная система электрического освещения при помощи ламп накаливания сразу получила общее признание; из года в год наблюдался



Развитие крупнейших электропромышленных компаний США 1877—1892 гг. (по Брайгу)

огромный прирост числа установок и потребляемой ими энергии.

Мы не будем касаться тех промышленных и коммерческих предприятий, которые Эдисон создавал для развития применения различных своих изобретений: фонографа (Edison Speaking Phonograph Company, 1877; North American Phonograph Company, 1888; National Phonograph Company, 1896; Edison Toy Phonograph Company, 1887), электрических аккумуляторов (Edison Storage Battery Company, 1903) или для массовой фабрикации портландского цемента (Edison Portland Cement Company, 1900). Мы рассмотрим здесь, как под влиянием успехов Эдисона в разных областях сильноточной электротехники, в первую очередь в связи с быстрым распространением его системы электрического освещения, развивались организованные им электротехнические производства, как параллельно возникали предприятия конкурирующих компаний и как в результате объединения некоторой их части с предприятиями Эдисона была создана крупная электропромышленность США.

Как известно, эксплуатация патентов Эдисона не ограничилась пределами Соединенных Штатов, а получила распространение и в Европе. Создание на европейском континенте крупной электропромышленности также в большой степени связано с успехами Эдисона и развитием его системы в США.

Осенью 1878 г. Эдисон работал еще над лампой накаливания с платиновой нитью, и достигнутые им результаты не давали полной уверенности в практическом успехе дела. Однако были люди, которые очень заинтересовались его работами, верили в целесообразность принятого им направления и считали необходимым максимально ускорить проведение экспериментов. Именно так расценивал работы Эдисона один из его друзей, известный нью-йоркский адвокат Гровнер П. Лоури. Так как Эдисон не располагал тогда материальными средствами для расширения экспериментов, Лоури постарался заинтересовать в работах Эдисона американского магната Джона Пирпонта Моргана, и он согласился финансировать эти работы. Лоури удалось привлечь еще некоторых капиталистов, и 17 октября 1878 г. начала функционировать «Edison Electric Light Company» с основным капиталом 300 тыс. долларов. Это сразу изменило положение дел:

Эдисон смог привлечь квалифицированных специалистов и расширить фронт своих экспериментальных работ. Это была первая крупная компания, созданная для развития и эксплуатации изобретений Эдисона. Многие годы она была головной организацией эдисоновской системы и держательницей его патентов, относящихся к электрическому освещению. Из приведенных выше схем видно, что до 1878 г. в США было очень немного компаний электрического освещения, работавших только над оборудованием дугового освещения.

«Edison Electric Light Company» интенсифицировала опыты и изыскания, так что в 1879 г. удалось устроить в Менло-Парке опытную установку, которая показала, что коммерческое развитие системы электрического освещения посредством ламп накаливания Эдисона может быть вполне рентабельным.

До весны 1880 г. Эдисон не имел крупных заказов на устройство электрического освещения. Генри Виллард, президент «Oregon Railroad and Navigation Company», ознакомившись с опытной установкой в Менло-Парке, сразу присоединился к сторонникам эдисоновской системы освещения. В мае 1880 г. Виллард совершает смелый для своего времени шаг: он передает Эдисону заказ на устройство электрического освещения на пассажирском пароходе «Колумбия». Весь необходимый для этого установочный материал нужно было изготовлять в Менло-Парке; делать это пришлось самым примитивным образом, кустарно. Генераторы (типа «Долговязая Марианна») были изготовлены в Менло-Парке, так же как и лампы накаливания (установка на «Колумбии» имела 115 ламп).

Несмотря на такие неблагоприятные условия, эта первая заказная установка электрического освещения системы Т. А. Эдисона вполне удовлетворительно проработала 15 лет и только в середине 90-х годов была модернизирована и усовершенствована.

В то же время была устроена еще одна заказная установка — освещение лампами накаливания системы Х. С. Максима зала и подвальных помещений «Safe Deposits Company» в Нью-Йорке. Она состояла из 50 ламп и в некоторых отношениях была даже лучше, чем первые установки Эдисона: Максим уже имел в это время патент на препарирование угольных нитей, улучшавшее их

качество. Эта установка несомненно имела большое значение для пропаганды электрического освещения.

Во второй половине 1880 г. число запросов относительно устройства освещения настолько возросло, что перед Эдисоном встал вопрос о необходимости подготовиться к надвигающейся лавине заказов. Это не входило в компетенцию «Electric Light Company»: ее деятельность должна была быть направлена на усовершенствование системы и получение новых патентов на изобретения в этой области. Помимо этой компании, у которой оставалась сфера научно-технической деятельности, была создана коммерческая корпорация «Edison Lamp Company» по производству и продаже ламп накаливания. Эдисону принадлежало 80% акций этой компании и, таким образом, вся производственная и коммерческая политика компании велась в полном согласии с интересами Эдисона и под прямым его руководством. Эта компания должна была организовывать и развивать фабричное производство ламп накаливания исключительно по патентам Эдисона. В конце 1880 г. начинает функционировать первая в мире фабрика электрических ламп накаливания в Менло-Парке. Имевшихся там помещений было недостаточно для дальнейшего развития этого производства, требовалось построить новое фабрично-заводское здание. Эдисон решил не развивать производство ламп в Менло-Парке и перевел ламповую фабрику в помещения, приобретенные в г. Гаррисоне. Там было организовано довольно большое предприятие для производства ламп — «Edison Lamp Works», которое в течение 40 лет оставалось головным предприятием лампового производства. В 20-х годах нынешнего века производство ламп было сконцентрировано на более крупных и модернизированных фабриках, а некоторые помещения фабрики в Гаррисоне были превращены в Музей электроламповой техники и светотехники.

Начальные годы коммерческой эксплуатации электрического освещения системы Эдисона наглядно показали, что конкуренция в области электрического освещения имеет тенденцию расти и обостряться. Можно было предполагать, что возникнут трудности с покупкой генераторов, проводов, установочного материала и другого электрооборудования. Чтобы избежать этих трудностей, Эдисон создает три специализированных компании. Бывший

сотрудник Эдисона Зигмунд Бергман, расставшись с Эдисоном, организовал самостоятельную производственную фирму «S. Bergmann and Company», которая могла обеспечить потребность в цоколях, патронах, арматуре и некоторых видах установочного материала. Вначале фирма Бергмана работала по генеральному соглашению с Эдисоном, но вскоре стала собственностью Эдисона и в 1886 г. вошла в состав объединения эдисоновских производственных предприятий «Edison United Manufacturing Company».

Для производства электромашинного оборудования Эдисон организовал в Нью-Йорке машиностроительный завод «Edison Machine Works»; кроме того, были созданы «Edison Tube Company» по производству оборудования для прокладки подземных и воздушных линий и «Edison Shafting Company» по производству трансмиссионного оборудования. К 1886 г. эти предприятия настолько разрослись, а спрос на их продукцию настолько увеличился, что Эдисон объединил их в одну организацию — «Edison United Manufacturing Company»; для своего времени она представляла собой одно из крупнейших предприятий электротехнической промышленности.

С 1882 г. Эдисон начал получать много заказов на устройство индивидуальных или изолированных осветительных установок и организовал электромонтажную организацию — «Edison Company for Isolated Lighting». Она занималась оборудованием блок-станций в отдельных зданиях или у индивидуальных потребителей, устраивала освещение и наблюдала за его функционированием. Пока центральных электрических станций в США было немного, деятельность этой компании успешно развивалась, но когда число центральных электрических станций увеличилось, устройство блок-станций стало невыгодным и компания прекратила самостоятельное существование.

Явные успехи развития электрического освещения лампами накаливания вызвали появление других компаний, которые надеялись на коммерческий успех, считая, что Эдисон не в состоянии будет удовлетворять возрастающий спрос на установки электрического освещения. Так, например, «Weston Electric Light Company», организованная еще в 1877 г. для производства дуговых ламп и устройств дугового освещения по патентам Уэстона, начала с 1881 г. заниматься установками освещения с

лампами накаливания и вскоре объединилась с «United States Electric Light Company», владевшей патентами Максима и Фармера. «Brush Electric Company», созданная в 1880 г. на базе «Telegraph Supply Company», стала в 1883 г. эксплуатировать в США патенты английского изобретателя ламп накаливания Лейн-Фокса. Когда обнаружилось, что лампам Лейн-Фокса присущи серьезные дефекты, эта компания перешла на производство и продажу ламп Свана. Однако все это были довольно мелкие корпорации, конкуренция которых не имела для Эдисона существенного значения. Важно то, что они были вызваны к жизни успехами Эдисона и уверенностью в дальнейшем росте применения электрического освещения.

Компания Вестингауз («Union Switch and Signal Company») начала свою деятельность в 1882 г. и занималась почти исключительно работами, связанными с механическим оборудованием подвижного состава (пневматические тормозы и пр.) и с устройством железнодорожной сигнализации. Примерно с 1886 г. она тоже начала работать над устройством электроосветительных установок. Со временем компания Вестингауза поглотила более мелкие «Weston Electric Light Company», «Electro-dynamic Light Company», «Eastern Electric Manufacturing Company», «Consolidated Electric Light Company» и «Sawyer and Man Electric Company» (все они владели патентами Сойера на лампы накаливания) и на этой основе стала расширять свою деятельность по электрическому освещению лампами накаливания. В 1888—1889 гг., когда в концерн Вестингауза, помимо перечисленных компаний, вошла «Waterhouse Electric and Manufacturing Company», этот концерн стал довольно сильным конкурентом Эдисоновской компании. В 1889 г. окончательно оформилась «Westinghouse Electric and Manufacturing Company», являющаяся и поныне одной из крупнейших в мире электропромышленных корпораций.

Третьей электропромышленной организацией, значительно интенсифицировавшей свою работу в связи с громадными успехами Эдисона, была «Thomson—Houston Electric Company»; эта компания в 1883 г. стала преемницей «American Electric Company», возникшей в 1880 г. для производства электрических машин и дуговых ламп. Во главе этой компании стояли люди, занимавшие видное место в электротехнике. Илайю Томсон был дипломиро-

ванным инженером и с 1876 г. занимал должность профессора химии и механики в Филадельфии. С этого же времени он стал заниматься изобретениями, главным образом в области электротехники. Он строил генераторы с самовозбуждением, демонстрировал установки дугового освещения, построил записывающий ваттметр, репульсионный электродвигатель, специальные типы трансформаторов. Он получил большое число патентов, частично — совместно с профессором Э. Хустоном. В 1883 г. Томсон и Хустон организовали электропромышленную компанию, которая к 1888 г. настолько окрепла, что смогла поглотить целый ряд более мелких промышленных компаний. Она занималась производством многих видов электрооборудования и строительством центральных электрических станций. Головной завод этой компании находился в г. Линне (штат Массачусетс). Это был весьма опасный для Эдисона конкурент.

К 1889 г. Эдисоновская компания сильно разрослась и разбогатела. Она состояла тогда из «Edison United Manufacturing Company» и «Edison Electric Light Company», поглотившей «Edison Company for Isolated Lighting». В 1882 г. Эдисон распространил свою деятельность за пределы США, создав в Канаде «Canadian Edison Manufacturing Company» и ряд компаний в Европе. В это время Эдисон стал проявлять большой интерес к вопросам электрической тяги. Он приобрел имущество «Sprague Electric Railway Motors Company», которая пустила в эксплуатацию первые трамваи в США, а также небольшую компанию «Leonard and Izard Company». Все эти предприятия Эдисон объединил в единую крупную электропромышленную корпорацию, которая начала функционировать в 1889 г. под названием «Edison General Electric Company».

Таким образом, в 1889 г. имелось три крупных электропромышленных компании: «Edison General Electric Company», «Thomson — Houston Electric Company» и «Westinghouse Electric and Manufacturing Company». Хотя Эдисон и его предприятия занимали основные позиции в американской электропромышленности, можно было предвидеть, что впереди предстоит тяжелая борьба за сохранение этих позиций, так как обе конкурирующие компании — Вестингауз и Томсон—Хустон развивались необычайно быстро и имели большой коммерческий успех. Несмотря на большой размах работы своих предприятий, Эдисон нуждался в

капитальных вложениях; ему нужны были квалифицированные специалисты и руководители. С середины 80-х годов Эдисон отдает много энергии развитию коммерческой деятельности и значительно ослабляет изобретательскую работу по сравнению с 1878—1885 гг. Значительно возросли различные патентные конфликты с другими фирмами, которых Эдисон считал нарушителями его прав. Патентные процессы приняли затяжной характер, ведение их требовало значительных средств. Поэтому возник вопрос о том, не будет ли более правильным достижение соглашения с крупными американскими электропромышленными фирмами.

В начале 1891 г. Эдисоновская компания сделала предложение фирме Томсон—Хустон о консолидации интересов. Для фирмы Томсон—Хустон это было выгодно, так как направление ее работ было такое же, как у эдисоновских предприятий, а патентная проблема была тогда очень трудной для всех компаний. Если объединить патенты Эдисона с патентами фирмы Томсон—Хустон, то можно было занять решающие позиции в американской электропромышленности и электроэнергетике. Идея трестирования промышленности к началу 90-х годов прошлого века нашла в США многочисленных сторонников, и большое число предприятий было объединено в промышленные тресты. Конъюнктура же в электропромышленности была в это время особенно благоприятной. С финансовой точки зрения такое объединение крупных электротехнических компаний представляло значительный интерес.

Почти год велись переговоры по этому вопросу. Наконец, 15 апреля 1892 г. эти две крупнейшие компании объединились в одну, получившую название «General Electric Company». Стоимость предприятий Эдисона к этому времени достигла 15 млн. долларов, а компании Томсон—Хустон — 10,5 млн. долларов; у Эдисона работало 6000 человек, а у компании Томсон—Хустон — 4000. Несмотря на это, валовая прибыль второй компании была примерно на 30% выше прибыли предприятий Эдисона. Эдисоновская компания к моменту объединения имела 375 электростанций общественного пользования и 2300 блок-станций у отдельных потребителей; компании Томсон—Хустон принадлежало 870 электростанций общественного пользования, но у нее почти не было установок с блок-станциями. Кроме того, обе компании владе-

ли всеми многочисленными трамвайными установками, которые в то время были в эксплуатации в Соединенных Штатах.

В «General Electric Company» влияние бывшей фирмы Томсон—Хустон было более значительным, чем влияние Эдисона. Во главе ГЕС был поставлен Чарлз Коффин, ранее работавший у Томсона и Хустона; он перенес технические и коммерческие методы этой фирмы в новую компанию. В правление ГЕС вошли крупные банкиры Морган и Хиггинсон; И. Томсон, отказавшийся от директорского поста, так как он хотел продолжать научно-исследовательскую и экспериментальную работу, был назначен консультантом и руководил исследовательской лабораторией в г. Линне. Эдисон был включен в число директоров ГЕС, но активность его значительно ослабела; сотрудники, ранее руководившие отдельными его предприятиями, либо совсем ушли из ГЕС, либо занимали руководящие посты в этой компании в других областях ее деятельности. Техническая политика ГЕС была сосредоточена в руках Эдвина Райса младшего, ученика И. Томсона; впоследствии Райс стал преемником Коффина на посту президента ГЕС.

В той части деятельности ГЕС, которая относилась к электрическому освещению, главенствующая роль временно оставалась за Эдисоном и его сотрудниками. После организации ГЕС стала очевидной необходимость создания единого крупного лампового завода. В 1893 г. окончился срок действия патента на препарирование угольных нитей, так что Эдисон мог применять этот метод на своем заводе в Гаррисоне и повысить качество ламп. Небольшой ламповый завод Томсона—Хустона в Линне выпускал лампы более низкого качества, чем завод в Гаррисоне, и поэтому было решено сосредоточить все ламповое производство в Гаррисоне, ликвидировав его в Линне. Техническим руководителем объединенного предприятия стал специалист эдисоновской школы Хауэл, директором — сотрудник Эдисона Ф. Аптон.

Начало деятельности компании Вестингауза связано с тем, что в 1869 г. Джордж Вестингауз изобрел пневматический тормоз, который стали широко применять на железных дорогах. Сначала «Westinghouse Air Brake Company» выпускала только тормоза. Позднее Вестингауз занялся производством железнодорожной сигнальной

аппаратуры. После приобретения патентов «Union Switch and Signal Company» Вестингауз стал развивать работу в области приборов электрической сигнализации, а также по другим видам электрооборудования (генераторы, лампы накаливания и др.). Вестингауз был пионером применения в США переменного тока, приобретая европейские патенты на однофазные трансформаторы. Предприятия компании Вестингауза и масштаб ее коммерческой деятельности в 90-х годах значительно выросли, и этой компании, наряду с «General Electric Company», принадлежало решающее место в электропромышленности и электроэнергетике. Не менее 75% работ осуществлялось ими.

Хотя все прочие электропромышленные компании в США были сравнительно маломощными, но были среди них и такие, техническая деятельность которых представляла большой интерес. Это в первую очередь «Siemens and Halske Company of America» и «Stanley Electric Manufacturing Company».

Патентные споры между GEC и Вестингаузом продолжались всю первую половину 90-х годов. Вестингауз владел патентами Максима, Сойера и Мана, Фармера, Уэстона, Тесла, Стенли и др., не говоря уже о патентах самого Дж. Вестингауза. GEC владела патентами Эдисона, Томсона, Браша, Спрэгга, ван Демпле, Бредли и др. Почва для конфликтов была весьма благоприятной. Переговоры об объединении этих двух крупных компаний не увенчались успехом; однако было заключено соглашение о совместном использовании некоторых патентов и о взаимном уважении прав владельцев патентов по отдельным видам изделий. В отношении производства ламп накаливания было достигнуто особое соглашение, носившее характер частичного синдицирования этой отрасли промышленности. Была организована ассоциация крупных производителей ламп накаливания «The Incandescent Lamp Manufacturers Association». Руководящее место в электроламповом производстве продолжали занимать предприятия Эдисона: GEC выпускала от 50 до 60% всех ламп, компания Вестингауза — от 10 до 12%, остальное производили два десятка других ламповых фабрик США.

Мы видим, таким образом, что работы Эдисона в области ламп накаливания и системы электрического освещения оказались в центре всего развития электротехники в США. Под влиянием успехов Эдисона и развития его

деятельности активизировалась работа других компаний. Хотя со времени организации «General Electric Company» влияние Эдисона на дальнейшее развитие электропромышленности заметно ослабело, роль его в электроламповом производстве продолжала оставаться ведущей и в начале XX века.

* * *

Последнее десятилетие прошлого века ознаменовалось большим прогрессом электропромышленности. Создание ГЭС способствовало улучшению условий для дальнейшего прогресса. Прежние методы изобретательства надо было изменить. Развитие электротехники шло в самых разнообразных направлениях, задачи, стоявшие перед промышленностью, усложнились и расширились. В этих условиях прогресс можно было обеспечить только созданием мощной экспериментальной базы и значительным увеличением теоретических исследований. Часто эти исследования не были непосредственно связаны с производством и технологией, но подготавливали новые методы и приемы. На очередь встал вопрос о создании исследовательского центра ГЭС. Был учтен опыт Эдисона и его лабораторий в Менло-Парке и Вест Орендже, а также опыт И. Томсона и его сотрудников. Прежде всего возник вопрос о том, кто должен взять на себя организацию научно-исследовательского центра и развертывание его работ. В этом отношении у ГЭС было благоприятное положение. В числе специалистов, работавших в этой компании, были И. Томсон и Э. Райс младший, блестящие инженеры и ученые-электротехники; Чарлз Протеус Штейнметц — мастер математического анализа, выдающийся теоретик электротехники, которого называли «фонтан новых идей», известный у нас по его переписке с В. И. Лениным в связи с планом ГОЭЛРО; Уильям Эммет — электротехник с большим опытом и размахом; Эдварт Хьюлетт — специалист в области высоковольтной аппаратуры и др. Производственные дела ГЭС сразу пошли хорошо благодаря привлечению видных специалистов-технологов. Но тем больше чувствовалась необходимость усиления научной работы: производство стало бы прогрессировать и развиваться гораздо быстрее, если бы оно имело своей основой результаты обстоятельных исследований.

Без новых научных данных, без теоретических обобщений производство уже не могло идти вперед.

Промышленные исследования в то время не были новинкой — их организовал и вел Эдисон, а также Томсон. Эдисон работал в области изыскания новых способов усовершенствования производства; основной задачей Томсона было непосредственное участие в контроле производства. Теперь ставилась новая задача: создать мощный научно-исследовательский центр, который должен в основном заниматься не изобретательством, а научными экспериментами и теоретическими обобщениями. В 1900 г. строителем такого центра было завершено. Его возглавил профессор Массачусетского технологического института Уиллис Р. Уитни; он оставался директором исследовательских лабораторий ГЕС вплоть до 1932 г.

Не останавливаясь на рассмотрении и оценке работ научно-исследовательских лабораторий ГЕС в Скинектеди, где находилось и головное предприятие этой компании, мы вкратце покажем, как в течение многих лет развивались в этом научном учреждении исследования в области источников света, являвшиеся прямым продолжением работ Эдисона в период создания и становления электрической лампы накаливания.

За 21 год, прошедший после построения Эдисоном лампы накаливания (1879) до организации научно-исследовательских лабораторий ГЕС в Скинектеди, Эдисону и другим изобретателям удалось повысить экономичность ламп (т. е. отдачу люмен на ватт) и удлинить срок их службы. Но в 1900 г. стало ясно, что дальнейшее усовершенствование лампы накаливания эдисоновского типа становится проблематичным. Усилиям Эдисона по усовершенствованию лампы — улучшению ее качества и ее экономических показателей — безусловно нужно отдать должное: это был труд большой и плодотворный. Но будущее лампы зависело от новых принципов ее конструкции, а этого можно было достигнуть только в результате глубоких исследований физических, химических и электрических процессов, происходящих в лампе.

За последующие 15 лет научно-исследовательские лаборатории ГЕС увеличили световую отдачу лампы в четыре раза и почти удвоили срок ее службы. Непосредственными продолжателями Т. А. Эдисона в деле усовершенствования лампы накаливания были американские ученые

У. Р. Уитни, У. Д. Кулидж и Э. Ленгмюр. В Европе в этой области работали Ауэр фон Вельсбах, В. фон Болтон, А. Юст, и Ф. Хаанама, Х. Кужель и др. Основными направлениями работ над лампами были следующие: повышение световой отдачи; повышение температуры накала нити и, следовательно, получение более «белого» света; увеличение срока службы или его сохранение на уровне 1000 часов при выполнении первых двух задач.

Изучая почернение колбы, Уитни установил, что испарение угольной нити и почернение колбы уменьшаются, если из нити удалить предварительным прокаливанием некоторые окислы. Он построил печь, в которой нить могла обрабатываться электротермическим методом при температуре, превосходящей ее рабочую температуру в лампе. Этот метод дал отличные результаты и, кроме того, позволил сделать одно неожиданное открытие: при обработке нити в печи при такой высокой температуре графитовая оболочка угольной нити приобретает металлический характер и положительный температурный коэффициент. Лампы с такой нитью получили название GEM (General Electric Metallized), а процесс назвали «металлизацией нити»; их световая отдача увеличилась на 25% при сохранении стандартного срока службы; если же в таких лампах оставить неизменной прежнюю световую отдачу, то срок службы возрастает почти в четыре раза.

Ауэр фон Вельсбах в 1898 г. получил патент на лампу накаливания с осмиевой нитью, Вернер фон Болтон в 1903 г.— на лампы накаливания с танталовой нитью, а Александр Юст и Франц Ханнаман в том же году — на нити из чистого вольфрама. Производство таких нитей усовершенствовал в 1904 г. Ханс Кужель. Все разновидности вольфрамовых нитей, которые применялись в ламповом производстве, были получены методом превращения в нить вольфрамового порошка, продавливаемого в виде геля через фильтры, освобождаемого затем от примесей и спекаемого током в сплошную нить. Применялось также прессование вольфрамовых нитей; такие нити имели несколько большую световую отдачу. Кардинальное же решение вопроса об усовершенствовании лампы накаливания принадлежит сотруднику лаборатории ГЕС У. Д. Кулиджу, известному также усовершенствованием конструкции рентгеновской трубки. Затратив на исследования более двух лет, Кулидж разработал способ

протяжки тонких нитей из предварительно прокованного вольфрама. Лампы с нитями из такого вольфрама имели более высокую световую отдачу (они назывались «экономическими»). Когда они были выпущены на рынок США, появились опасения, что их широкое потребление приведет к уменьшению общего расхода электроэнергии для осветительных целей. Это очень встревожило компании, владевшие электростанциями. Но эти опасения не оправдались: наоборот, удешевление электрического освещения привело к тому, что стали применять более мощные лампы, и в результате электроснабжение не только не сократилось, а даже возросло.

В научно-исследовательской лаборатории ГЕС с 1909 г. начал работать Эрвин Ленгмюр, который сделал еще один громадный шаг в деле развития ламп накаливания. Он предложил принцип газового наполнения колбы и спирализацию нити, результатом чего было производство еще более экономичных ламп (они вначале назывались «полуваттными») и возможность доведения мощности в одной лампе до многих киловатт. Ему же принадлежит открытие того факта, что в известных пределах тепловые потери в лампе почти не зависят от диаметра нити, в то время как излучаемый световой поток пропорционален поверхности, а следовательно, и диаметру нити. Ленгмюр пришел к выводу, что толстые нити более эффективны для заданного срока службы, если они окружены инертным газом при атмосферном давлении. Он доказал, что если нить свернуть в спираль с тесным расположением витков, то диаметр спирали, а не диаметр нити, становится решающим фактором в отношении тепловых потерь. Это открывало возможность достигнуть высокой световой отдачи для маломощных ламп с тонкими нитями.

Благодаря появлению мощных ламп с газовым наполнением исчезли с улиц дуговые фонари. Появились новые возможности освещения — прожекторного, автомобильного, проекционного и др. Вольфрамовая нить Кулиджа и газовое наполнение со спирализацией нити Ленгмюра — крупнейшие достижения ламповой техники — были такими модификациями лампы Эдисона, которые сделали ее широко распространенным источником света на многие десятки лет. Истоками работ Кулиджа и Ленгмюра были лампы Эдисона, произведшие революцию не только в технике освещения, но и во всей электротехнике.

Работы Т. А. Эдисона оказывали непосредственное влияние на возникновение крупной электротехнической и электроламповой промышленности не только в пределах США, но и на европейском континенте. До 1880 г. Европа была впереди США по производству электроизделий и электроматериалов, по развитию электропривода, электро-термии, электрических подъемно-транспортных устройств. Деятельность Эдисона коренным образом изменила это соотношение: оказалось, что Европа может многое заимствовать из достижений Эдисона.

В Германии к 1880 г. существовало несколько организаций с капиталом около 500 тыс. долларов, которые занимались устройством дугового освещения. В Англии электрическое освещение стало развиваться с 1882 г., когда был издан парламентский акт об освещении. Во Франции, если не считать осветительных устройств по системе Яблочкова, освещение еще слабо развивалось. Переломным моментом для европейского континента оказалась Парижская электрическая выставка 1881 г. Знакомление с работами Эдисона привело к организации производственно-коммерческой компании «Compagnie Continentale Edison», владевшей правами на использование патентов Эдисона в пределах Европы; совместно с ней во Франции работали «Société électrique Edison», занимавшаяся освещением квартир, и «Société Industrielle et Commerciale Edison»; завод этой компании в Иври около Парижа выпускал электрические машины, лампы и аппараты.

В 1881 г. с экспонатами Эдисона ознакомился известный инженер и предприниматель Эмиль Ратенау. Он понял, что на основе этих изобретений можно развернуть в Германии большое электротехническое дело. К тому времени там существовала одна крупная электротехническая фирма «Siemens und Halske», работавшая преимущественно в области устройств электросвязи. Ратенау приступает к организации нового дела. В 1882 г. он устраивает первую в Берлине осветительную установку по системе Эдисона мощностью 3 *квт* в типографии газеты «Berliner Börsen-Courier». Через месяц, в мае того же года, производятся опыты наружного освещения лампами накаливания, организованные фирмой Сименс и Гальске

на Кохштрассе. Электрическое освещение в типографии оказалось вполне удачным, тогда как опыты на Кохштрассе имели слабый успех, так как освещенность оказалась недостаточной. Через четыре месяца эти опыты были прекращены. Опытная установка Ратенау (мощностью 25 *квт*), организованная в середине 1882 г. в «Union-Klub», была в общем удачной и даже была затем расширена.

Эти первые пробы ясно показали, что в Германии почва для внедрения осветительной системы Эдисона еще не подготовлена и что необходимо начать дело с изучения многих технических вопросов. В июле 1882 г. организуется «Studiengesellschaft» специально для разработки технических вопросов. В конце года эта организация демонстрирует опытную установку наружного электрического освещения лампами накаливания на Вильгельмштрассе, которая сыграла свою роль, усилив интерес к системе Эдисона. В 1883 г. Ратенау организовал акционерное общество «Deutsche Edison Gesellschaft für angewandte Elektrizität» (DEG). Это общество получило от «Compagnie Continentale» в Париже исключительное право использования эдисоновских патентов в Германии; оно должно было заниматься строительством и эксплуатацией электростанций, обязуясь при этом все машины и аппаратуру для этой цели получать от фирмы «Siemens und Halske». В конце 1883 г. DEG разработала первый проект централизованного электроснабжения Берлина, который был затем утвержден и начал осуществляться. За этим последовало строительство еще ряда станций общественного пользования. К 1887 г. деятельность DEG настолько расширилась, что стала целесообразной ее реорганизация, которая и была проведена в мае 1887 г.; был создан новый устав, и компания получила название «Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft» (AEG). Она стала второй крупнейшей электропромышленной корпорацией в Германии.

Таким образом, Эдисон оказал прямое влияние на зарождение и развитие сильноточной электропромышленности в Германии.

Первой в Европе электростанцией была Миланская, построенная итальянской компанией Эдисона в 1883 г. Станция находилась в центре города; здесь были установлены генераторы Эдисона «Джамбо». Эта станция обеспечивала энергией небольшую часть центра города и

функционировала до 1893 г., после чего та же компания построила на окраине города большую тепловую станцию и, кроме того, стала передавать в Милан энергию с гидростанции в Падерно.

В Париже деятельность по электроснабжению развивали несколько компаний. Город был разбит на шесть секторов; на освещение каждого из них был заключен отдельный концессионный договор. Один из секторов взял в аренду Т. А. Эдисон. Этот сектор, площадью 420 гектаров, был одним из самых густонаселенных и насчитывал 218 тыс. жителей. Предполагалось снабжать этот сектор электроэнергией постоянного тока от трех станций: электростанции Друо на Монмартре, купленной Эдисоном, расширенной им и дооборудованной; электростанции Трюден, специально построенной Эдисоном на случай быстрого роста спроса на электроэнергию, и электростанции Кур д'Оннер. Все эти станции работали по трехпроводной системе. С 1893 г. все три станции Эдисона в Париже стали работать параллельно. Увеличение спроса на электроэнергию заставило сначала соорудить три аккумуляторные подстанции, а затем построить станцию на окраине города с передачей переменного тока 2,2 кВ к станциям Друо и Трюден для преобразования посредством двигатель-генераторной установки в постоянный ток 110 В.

В 1907 г. электростанции Эдисона в Париже отошли к городу, который реорганизовал электроснабжение на принципе единого энергетического хозяйства.

Система и организация изобретательской работы

В предыдущих главах были описаны основные изобретения Эдисона. Некоторые из них в настоящее время совсем не применяются либо имеют ограниченное применение. Очень много других изобретений прочно вошло в наш быт, технику, промышленность; они стали как бы неотъемлемой частью нашей жизни. Труды Эдисона породили много нового, они сделали более удобными, полезными или экономичными многие технические достижения и методы. Его замечательные труды создали ему прочное и определенное место в памяти людей.

Для нас, удаленных более чем на три четверти века от того времени, когда началась выдающаяся деятельность Эдисона, представляют интерес некоторые обобщения, касающиеся методов и приемов его изобретательской работы, и сама система «изобретательской индустрии», основоположником которой он был, тем более что эта система впервые в истории техники привела к поразительным для своего времени результатам. Интересен и другой вопрос: что представлял собой Эдисон как человек? О нем было распространено много разноречивых легенд и не согласующихся между собой мнений. К сожалению, множество досужих домыслов об Эдисоне способствовало искажению представлений о действительных чертах характера Эдисона, а те, кто хорошо знал Эдисона и близко с ним общался, почти не оставили беспристрастных воспоминаний о нем и о совместной работе с ним.

Отметим главнейшие личные черты Эдисона, рельефно проявившиеся в его жизни и деятельности. Это прежде

всего — исключительное трудолюбие. Эдисон был фанатиком труда. За всю свою долгую жизнь он не позволял себе оставлять работу, чтобы хоть короткое время полностью отдохнуть. Как это ни парадоксально, он отдыхал за работой и томился бездельем, если что-либо вынуждало его делать перерывы в работе.

Показателен следующий случай. Эдисон получил от своих друзей приглашение поехать в астрономическую экспедицию, чтобы отдохнуть. Он принял это предложение, но взял с собой изобретенный им прибор — микротазиметр; вместо отдыха он занимался проверкой действия этого прибора и собрал интересные данные, не предусмотренные планом работы экспедиции. Он здесь усердно поработал и считал, что отлично отдохнул.

Приезжая отдохнуть на Атлантическое побережье, где жила его семья, он занимался изучением черных частиц, которые встречались в морском песке; это были вкрапления железной руды, и изучение их привело его к разработке способа магнитного обогащения руд.

Настойчивость и упорство Эдисона в поисках того, что необходимо для работы над изобретениями, были безграничны. Эдисон отступал только тогда, когда полностью убеждался в бесполезности дальнейших усилий; но и в этом случае он переходил на новые пути и методы исследований, не жалея о том, что много затраченного времени и средств не привели к успешным результатам.

Скромность Эдисона широко известна. Ему были глубоко чужды всякие чествования, он равнодушно относился к почестям и наградам.

Эдисон был в высшей степени честен в коммерческом отношении. Он никогда не имел долгов, а полученные им от финансистов средства для организации новых производств расходовал с большой осмотрительностью и в наиболее рациональном направлении. Он обладал здоровым коммерческим чутьем и, занимаясь разработкой того или иного изобретения, умел смотреть далеко вперед. Его первое изобретение — баллотировочный автомат — послужило для него поучительным уроком. Он рассчитывал, что аппарат найдет широкое применение в условиях политической жизни США и других стран. Однако его предположения оказались ошибочными, и автомат не был принят. После этого он решил работать только над такими

изобретениями, возможность внедрения и коммерческой эксплуатации которых представлялась ему совершенно бесспорной, т. е. над такими, которые имеют рыночный спрос (market demand), нужны для общественного производства или потребления.

Эдисон, конечно, не был первым изобретателем, сознательно подчинившим свою работу коммерческим интересам. Он был уверен, что изобретение имеет смысл только при условии его внедрения и широкого практического использования. Именно в этом заключался для Эдисона критерий ценности изобретения. В дневниках Эдисона есть характерная запись: «Никогда ни на одно мгновение мы не должны забывать экономическую сторону проблемы».

Бывали, конечно, у Эдисона случаи, когда практическое чутье обманывало его. Так было, например, с его дорогостоящими устройствами и работами по созданию промышленной установки для магнитного обогащения железной руды. Это совершенно законченное и организованное дело пришлось прекратить, а обогатительную фабрику с ее многочисленными вспомогательными устройствами полностью ликвидировать из-за того, что в США были неожиданно найдены запасы высокосортных железных руд, пригодных для переработки без обогащения. Эта крупная неудача произошла не вследствие ошибки или просчета Эдисона, а потому, что возникли новые, неизвестные до того обстоятельства. Сама по себе идея Эдисона была совершенно правильной, и в настоящее время магнитное обогащение широко применяется для получения концентратов из бедных руд.

Была ли Эдисону по душе суета коммерческой или технической эксплуатации? Эдисон был выдающимся технологом и производителем, и его мало привлекала коммерческая деятельность, в особенности по отношению к тем изобретениям, которые уже вошли в практику и в ней закрепились. Прибегал он к организации коммерческой стороны для того, чтобы дать новому делу начальный импульс для движения вперед.

Общее направление работ Эдисона было прогрессивным; подавляющее их большинство показывает, что его энергия и конструкторский талант были направлены на изыскание новых областей применения электричества и на усовершенствование уже существующих. Эта отчетли-

во выявившаяся тенденция работ Эдисона была для своего времени передовой. В этом была одна из причин плодотворности его работ и успехов, которым удивлялся весь мир.

Мы отметили, что Эдисон сознательно следовал прогрессивным тенденциям современной ему техники: он обратился к электротехнике. Нельзя отказать ему и в том, что он быстро отзывался на другие новые технические идеи и сам был творцом новых идей. Но в ряде случаев, имевших немаловажное принципиальное значение, Эдисон проявлял трудно объяснимый консерватизм, который, разумеется, играл отрицательную роль в развитии его работ. Известно, например, что Эдисон был сторонником постоянного тока и все свои работы направил на развитие технических применений именно этого рода тока. Между тем для целей электрического освещения лампами накаливания, для увеличения централизованного производства электрической энергии и для передачи ее на расстояние однофазный переменный ток имел существенные преимущества. К середине 80-х годов, т. е. ко времени особо сильного развития строительства электростанций, были изобретены трансформаторы промышленного типа и введено в практику их параллельное включение. Явный перевес оказался на стороне переменного однофазного тока. Тем не менее Эдисон не стал сторонником этого направления, и его компании продолжали строить центральные электрические станции постоянного тока, хотя это уже явно препятствовало увеличению радиуса действия станций. Нельзя не отметить, что компания Вестингауза, которая была одним из главных конкурентов Эдисона в области электростроительства в течение 80-х годов, стала применять переменный ток с самого начала этого десятилетия и была держательницей патентов Голяра и Гиббса, а затем Дери, Блати и Циперновского на однофазные трансформаторы.

Через несколько лет, в начале 90-х годов, электротехника получила новое средство для своего дальнейшего развития — многофазные токи, в частности трехфазный. Трехфазный ток обеспечивал новые возможности в области производства и передачи электрической энергии и, что особенно важно, обеспечил мощный прогресс в области электрического привода и электрификации силового аппарата промышленности и транспорта.

Каково же было отношение Эдисона к этим новым, прогрессивным возможностям электротехники? Оно было совершенно отрицательным. Эдисон даже не хотел ближе ознакомиться с результатами работ М. О. Доливо-Добровольского, одного из главных деятелей в области техники многофазных токов. Но в это время, после 1892 г., предприятия эдисоновских компаний уже вошли в состав «General Electric Company» и сам Эдисон перестал быть творцом технической политики этого нового концерна; вопреки Эдисону, в ГЕС придавалось должное значение новым направлениям в электротехнике и электроэнергетике, и технический прогресс пошел по наиболее целесообразному пути — по линии все большего и большего применения трехфазного переменного тока.

Замечательной чертой Эдисона было то, что он всегда избирал свой собственный путь и методы при решении тех или иных задач, но не принижал и не отбрасывал того, что уже было применено или достигнуто его предшественниками. Обычно изобретателям, как и Эдисону, недоставало научного и технического образования. Этот недостаток они пытались восполнять практическим опытом, навыками, смелостью в эксперименте; сильно помогала изобретателям интуиция. Эдисон был изобретателем-профессионалом, который в своей работе исходил главным образом из данных науки и свои труды основывал на том, что дают наука и научный эксперимент.

Ученые не считали его ученым. Некоторые из них даже давали уничтожающую оценку его методам. Выдающийся электротехник Н. Тесла писал: «Если бы ему [Эдисону] понадобилось найти иголку в стоге сена, он не стал бы терять время на то, чтобы определить наиболее вероятное место ее нахождения, но немедленно, с лихорадочным прилежанием пчелы, начал бы осматривать соломинку за соломинкой, пока не нашел бы предмет своих поисков... Его методы были крайне неэффективны: он мог затратить огромную энергию и время и не достигнуть ничего, если только ему не помогла счастливая случайность. Вначале я с печалью наблюдал за его деятельностью, понимая, что небольшие теоретические знания сэкономили бы ему 30% труда. Но он питал неподдельное презрение к книжному образованию и математическим знаниям, всецело доверившись своему чутью изобретателя и здравому смыслу американца».

Отзыв Тесла очень строг и даже резок. Он звучит как уничтожающая оценка методов и приемов Эдисона. Этот отзыв часто цитируют, не подвергая анализу. Дело в том, что между Тесла и Эдисоном чуть ли не с первой встречи возник антагонизм, причем в их взаимоотношениях Эдисон был более выдержан и лоялен, чем Тесла. Вскоре после своего приезда в США Тесла поступил на работу к Эдисону и стал сотрудником-исполнителем в большом и квалифицированном коллективе лабораторий. Разносторонний инженер, получивший высшее образование в Европе, Тесла был, конечно, головой выше некоторых сотрудников Эдисона. Он стремился проявить себя на самостоятельной творческой работе. В лаборатории Эдисона он этого достигнуть не мог и ушел оттуда. Впоследствии Тесла неоднократно выступал прямо или косвенно против Эдисона. Так, в 1915 г. Тесла отказался от своей доли Нобелевской премии по физике, потому что она была присуждена ему совместно с Эдисоном. Тесла принципиально не допускал сравнения своих заслуг с заслугами Эдисона. В его глазах Эдисон был только талантливым организатором изобретательского дела в отдельных отраслях промышленности. Кроме того, Тесла считал недопустимым совмещение работы ученого и исследователя с деятельностью коммерсанта и предпринимателя.

Приведем еще один факт. Американский институт инженеров-электриков в 1916 г. с большим трудом уговорил Тесла согласиться на награждение его медалью Эдисона. Тесла принял медаль, но не считал это для себя честью; он просто предпочел соблести в этом вопросе внешние приличия. В середине 30-х годов, когда Тесла из-за финансовых трудностей ликвидировал свою лабораторию и должен был отказаться от услуг двух своих сотрудниц, он разрубил надвое золотую медаль Эдисона и подарил по половинке каждой из сотрудниц.

Все эти факты показывают, что вряд ли Тесла был способен дать объективный отзыв об Эдисоне, который, идя иными путями, пришел в своих исканиях и работах к значительно большему техническому и коммерческому успеху, чем Тесла.

Сложилась странная ситуация: ученые не считали Эдисона ученым и не предоставляли ему места в своей среде; инженеры тоже не считали его «своим», так как он никогда не шел по традиционным путям инженерного

творчества. Всей своей огромной работой Эдисон доказал, что инженеры зависят от ученых, а ученые могут многое почерпнуть из практического опыта инженеров. Он показал, что в конечном итоге пути научного и инженерного творчества сближаются и направлены к единой цели. Он рассматривал науку как источник помощи человеку в общественном производстве. Во времена Эдисона демаркационная линия между учеными и изобретателями-практиками была выражена очень резко. Научные открытия совершали ученые, профессора университетов и деятели академий в тиши своих лабораторий. Изучение физики, химии и механики не связывали с последующим применением открытий, а придавали им самодовлеющий характер обязательного научного багажа. Эдисон отбросил старые грубые производственные приемы, заменив их научно обоснованными методами. Всеми своими работами Эдисон показал, что научные исследования в конечном итоге должны давать результаты, полезные для применения в обыденной жизни и общественном производстве.

Эдисон никогда не начинал какую-либо работу, не ознакомившись подробно со всей суммой знаний, имеющих в этой области. Он повторял опыты своих предшественников, старался извлечь из них возможно больше полезных для своей работы выводов; он развертывал затем собственные опыты, которые обычно ставит в чрезвычайно большом масштабе, совершенно не считаясь с затратами. Если опыты не приводили к тем результатам, которые он надеялся получить, Эдисон не прекращал опытов, а менял направление и методику исследований, с исключительной настойчивостью стремясь добиться нужных результатов. Среди разнообразных работ Эдисона были и такие, которые не имели еще достаточных научных оснований или которые до Эдисона не являлись предметом изучения. Эдисон и в этих случаях начинал большую серию экспериментов, создавая свои собственные рабочие гипотезы. Это наблюдалось главным образом тогда, когда разрабатываемый вопрос выходил за пределы собственно техники. Так, в связи с ситуацией, создавшейся на рынке каучука в 20-х годах, Эдисон, по просьбе крупных американских промышленников Форда и Файрстона, занялся проблемой выращивания каучуконосов в США. Он начал изучать различные виды растений, чтобы выяснить, какие из них дают наибольший выход латекса.

До него никто из специалистов не рассматривал флору США с этой точки зрения. Эдисон провел испытания 15 тысяч образцов и пришел к интересным и обнадеживающим выводам.

Можно привести еще один пример — щелочные аккумуляторы. Вопрос этот был мало изучен, а опыты шведского изобретателя Юнгнера не дали хороших результатов. Всесторонне изучив проблему, Эдисон создал конструкцию хорошего железоникелевого щелочного аккумулятора, получившего затем значительное распространение.

Эдисон считал необходимым теснейшим образом увязывать методы научного исследования с непосредственным техническим использованием результатов. В истории науки и техники имеется замечательный пример тесного союза науки с техникой, который перекликается с методами Эдисона. Мы имеем в виду плодотворное сотрудничество ученых и техников на предприятиях К. Цейса в Иене.

Э. Аббе, будучи молодым физиком, стал в 1863 г. преподавателем в Иенском университете; одновременно он изучал теорию погрешностей оптических инструментов. Он получил интересные результаты, которые использовал в практике построения оптических приборов. На этой почве он сблизился и начал совместную работу с университетским механиком Карлом Цейсом. Аббе занимался расчетами оптики, Цейс — построением приборов. Аббе пришел к формулировке важных теорем о распространении света через разные среды, и эти идеи, развитые другими оптиками, дали Цейсу возможность производить лучшие в мире микроскопы и другие оптические приборы. Аббе сформулировал задачи, которые должны быть поставлены перед технологией стекла. В 1878 г. в Германии была решена проблема оптического стекла: знаменитые технологи стекла, объединенные вокруг Шотта, дали новые сорта оптического стекла. Начался расцвет оптической промышленности в Германии, явившийся следствием гармонического сочетания научных знаний с заводскими технологическими приемами. Труды физика и технолога тесно переплелись, и благодаря этому были достигнуты замечательные результаты.

Совершенно безусловно, что связь с наукой, красной нитью проходившая через все работы Эдисона, дала

поразительные результаты и оказалась примером, которому затем стали все шире и шире следовать. Тенденция к кооперированию исследовательских работ с промышленными и техническими стала проявляться уже в конце XIX в.; в наше время такое кооперирование стало обязательным условием, без которого невозможен прогресс техники и технологии. Метод Эдисона представлял собой переход от привлечения промышленностью индивидуальных исследователей для ведения научной работы к организованным научным исследованиям крупного масштаба, осуществляемым большими коллективами специалистов. Эдисон доказал плодотворность и выгодность для промышленности организованных научно-исследовательских работ. Примерно за десять лет до первой мировой войны промышленные исследования стали все больше и больше привлекать внимание технической прессы и крупных корпораций. Именно в это время научно-исследовательские центры стали организовывать различные компании: «General Electric Company», химический концерн Дюпона, «Bell Telephone Company», «Eastman Kodak Company», «Standard Oil Company of Indiana», компания Вестингауза и др.

В лабораториях Эдисона велась систематическая запись всех работ. За много лет накопилось большое число книг с записями лабораторных экспериментов. Отдельные места из них, которые опубликованы в статьях об Эдисоне, например пространные выдержки, относящиеся к открытию эффекта Эдисона (см. главу VIII), показывают, как хорошо были организованы исследовательские работы, их регистрация и фиксация результатов. Ежедневно к концу рабочего дня, а иногда вечером, Эдисон собирал все книги лабораторных записей, изучал их, делал из результатов вывод о том, как продолжать ведение опытов, что можно считать уже достаточно выясненным, а что следует дополнительно включить в план исследований. Бывали случаи, когда промежуточные результаты давали Эдисону основание прекращать опыты или коренным образом изменять направление исследований.

Ведение самых аккуратных и полных записей было строгим правилом в лабораториях Эдисона. Все дошедшие до нас записи этого рода, лишь недавно ставшие достоянием исследователей трудов Эдисона, представляют собой богатый и ценный первоисточник для восстановления

исторической картины развития изобретательской деятельности Эдисона.

В коллективе эдисоновских лабораторий нетрудно подметить черты хорошего сотрудничества. В начале своей изобретательской деятельности у Эдисона было очень мало помощников и исполнителей. Постепенно, по мере развития его работ, не только увеличивается число сотрудников, но происходят и качественные изменения: появляются научные работники, квалифицированные технологи, конструкторы и т. д. Все они работали над осуществлением основных замыслов Эдисона в соответствии с полученными заданиями. В пределах задания сотрудник мог и даже обязан был проявлять творческую инициативу, находить оригинальные решения, но задание Эдисона он не мог видоизменять. Работу распределял Эдисон, хорошо зная своих работников и понимая, кто из них лучше выполнит данную работу. Внутреннего «секретничанья» Эдисон не допускал, но при этом считал совершенно недопустимым разглашение сведений о ведущихся работах. Эдисон старался самым рациональным образом и в максимальной степени использовать способности и склонности сотрудников; он стремился освободить свои руки, чтобы иметь возможность максимально загрузить себя анализом, проверкой работ, проявлением инициативы и предвидения. Полное руководство всеми работами было всегда только у него. Он обладал такой широтой взглядов, которой не было ни у одного из его сотрудников. Хотя почти все они принадлежали к тому же поколению, что и Эдисон, они признавали его авторитет. Любой из его сотрудников охватывал часть проблемы; Эдисон охватывал всю проблему в целом.

Эдисон не делил работу на «мелочи» и «серьезные дела». В процессе разработки и оформления изобретения он придавал большое значение буквально всему. Ему была свойственна известная доля упрямства, и он не терпел, чтобы его сотрудники в работе отходили от его указаний. В то же время он не стеснял их инициативы и творческой мысли, бережно относясь ко всему оригинальному и целесообразному, что могло улучшить работу. Эдисон терпеть не мог паскоро сколоченных макетов и требовал изготовления опытных экземпляров по всем правилам технологии, чтобы сразу увидеть на образце как действие, так и внешнее оформление прибора.

Эдисон никогда не занимался только одним каким-либо вопросом. В каждый период его деятельности у него были «ведущие» работы, которым он уделял основное внимание, и другие работы, которые в это время либо проходили подготовительную стадию, либо находились в стадии изучения. Даже в 1879—1880 гг., в самом разгаре работ над лампой накаливания, Эдисон занимался также опытами по электрической тяге, работал над электрическими машинами, организацией промышленной установки для магнитного обогащения руды и др.

Сам Эдисон работал чрезвычайно быстро и от своих сотрудников также требовал быстрой работы и экономного расходования времени. Система сдельной оплаты, которую Эдисон ввел в своих лабораториях, стимулировала хорошие рабочие темпы. Сохранились сведения о том, как Эдисон проектировал опытный завод для массового производства цемента. Он работал над проектом 24 часа без перерыва, причем это был не эскиз, а подробный проект, по которому завод должны были строить. Он предусмотрел все необходимое для последовательного непрерывного технологического процесса: от завоза сырья и дробилок до упаковочного отделения готовой продукции. За сутки был разработан проект завода, имевшего оборудование длиной примерно $1\frac{1}{2}$ мили, с суточной выработкой, намного превышающей выработку других цементных заводов. По этому проекту завод был построен и пущен в эксплуатацию.

Эдисон обладал исключительной физической выносливостью и требовал такой же выносливости от своих сотрудников. Когда это было необходимо, он заставлял их работать непрерывно много часов подряд, так что спать удавалось лишь урывками. Выдерживать долго такой режим было в высшей степени трудно, приходилось напрягать все силы, чтобы удержаться в «бешеных» темпах работы. Некоторые сотрудники покидали Эдисона, но не потому, что временами возникала такая горячка, а потому, что их больше прельщала самостоятельная работа. Однако у большинства сотрудников Эдисона были совершенно иные взгляды. Поняв широкие замыслы Эдисона в том или ином вопросе, разобравшись, насколько целесообразно он задумал осуществление какой-либо идеи, как правильно и целесообразно он распределил работу, они не могли не признать, что их труды в основном являлись

лишь реализацией заданий Эдисона. Поэтому значительная группа сотрудников Эдисона непрерывно работала с ним в течение десятилетий и прошла замечательную практическую школу; из них составила группа «эдисоновских пионеров», крепко связанных с Т. А. Эдисоном дружбой и трудом, радостями и разочарованиями. Среди людей, в разное время работавших в лабораториях Эдисона, были шотландец Чарлз Бечелор, ирландец Д. Адамс, немецкие электротехники Э. Бергман, Э. Шуккерт, Л. Бем, серб Н. Тесла, швейцарец Джон Крюзи, американцы Фрэнк Спрэг, Уильям Хаммер, Джон Либ, Эдвард Ачесон, А. Кеннелли, Эдвард Никольс, датчанин Р. Фессенден и другие.

Эдисон считал проблему правильного отбора сотрудников очень важной. По его представлениям, творческий работник в области техники должен хорошо освоить свою профессию, должен иметь определенную подготовку, которую дает школа, а кроме того, должен иметь кругозор, развиваемый жизненным и производственным опытом, обладать любознательностью и сознательным стремлением к самоусовершенствованию. Он считал, что система образования, которая тогда была принята, совершенно неудовлетворительна и является в значительной степени пережитком прошлого. Формальное образование, по мнению Эдисона, очень часто не дает возможности развить в человеке общую интеллигентность, широкий кругозор. Наоборот, оно парализует любознательность, затуманивает представление о многих вещах, не идет в ногу со здравым смыслом народа. Самая неотложная задача — научить людей думать. Пришли новые времена, открылись новые возможности, а преподавание ведется так, как столетие тому назад. В своем дневнике Эдисон сетует, что современная ему школа «вкладывает мозг в опoкy», не только не обеспечивает оригинальность мышления и рассуждения, но как бы стремится показать ненужность этого. Необходимо, по его мнению, привести сознание в контакт с реальными вещами. «Один взгляд на вещь, которую можно во всех подробностях видеть, лучше, чем двухчасовое изучение этой вещи по описаниям, если вы самую вещь не видите,— писал Эдисон.— Мысль ребенка активна. Почему же нужно производить на него впечатление от вещей через уши, а не через глаза?»

При приеме сотрудников Эдисон должен был про-

изводить выбор именно из таких лиц, которые были подготовлены при помощи плохих, по его представлениям, педагогических приемов. В этих условиях нужно было разработать свои методы отбора, установить свои критерии. Самой важной особенностью будущего сотрудника должна быть хорошая память, поэтому у всех кандидатов следует проверять их память. Но этого недостаточно. Нужно обращать внимание на физическое состояние того, кто претендует на работу. Есть сведения, что известный американский ученый-электротехник Ч. П. Штейнметц, иммигрировавший в США в 1889 г., прежде всего обратился за работой в «Мекку электротехники», как тогда называли компанию Эдисона. Однако его не приняли из-за невысокого роста и болезненного вида. Через три года слава Штейнметца как выдающегося исследователя и конструктора гремела по всей Америке, а еще через 2—3 года он стал самой яркой фигурой среди электротехников.

Эдисон ввел анкеты для лиц, желавших поступить к нему на работу. Эти анкеты, понятно, никогда не публиковались. Некоторые вопросы из них восстановлены бывшими претендентами и даже попали в печать⁵⁰. Нам представляется, что часть вопросов, включенных в такую анкету, должна была дать представление об умственном развитии и кругозоре испытуемого, другая часть могла служить для испытания памяти. Но среди вопросов есть и такие, цель и назначение которых трудно понять без дополнительных объяснений.

Эдисон никогда не имел заместителя и не готовил себе преемника. Только незадолго до смерти он поставил себе задачу выбрать наиболее одаренного американского юношу, достойного занять, после соответствующей подготовки, место продолжателя той системы изобретательского труда, которую организовал и укрепил Эдисон. Во время одной автомобильной поездки, в которой, помимо Эдисона, участвовали Форд, Файрстон и натуралист Буррафс, шли беседы на педагогические темы; кто-то из них предложил провести во всеамериканском масштабе отбор самого способного юноши. Эта идея понравилась Эдисону, и он обещал выплачивать стипендию для обучения в колледже победителю в этом соревновании. В жюри были включены, помимо Эдисона, фабрикант Джордж Истмен, президент Массачусетского технологического института Сэмюэл

Стреттон, глава Phillips Exeter Academy Л. Перри и др. Оценка пригодности производилась по специальной анкете, которую составил Эдисон и одобрили члены жюри. Первый тур отбора проводился по штатам в особых комиссиях под председательством губернатора штата. Таким образом, от 48 штатов и от округа Колумбия должны были быть избраны 49 претендентов для участия во втором, окончательном туре, который был проведен у Эдисона в Вест Орендже в 1929 г.

Вопросник⁵¹ состоял из четырех разделов, для которых было подготовлено 57 вопросов. Первые три раздела содержали 18 вопросов по физике, химии и математике. Вот некоторые из вопросов по физике: «В чем разница между шумом и музыкальными звуками?» «Если церковный орган не снабжен подогревательным устройством, то он не будет играть, когда в церкви холодно. Почему?» Мы приводим эти примеры для того, чтобы показать, что проверка знаний по физике, химии и математике не заключалась в контроле только тех формальных знаний, которые дала элементарная школа.

Не меньшее значение Эдисон и другие члены жюри придавали тем вопросам, которые позволяли судить об общем развитии испытуемых. Приведем несколько примеров из этой части вопросника.

«Чем бы вы поступились для того, чтобы добиться успеха: счастьем, комфортом, репутацией, гордостью, честью, здоровьем, деньгами, любовью?»

«Вы возглавляете экспедицию, которая попала в беду в пустыне. В вашем распоряжении осталось столько пищи и воды, что только три человека могут добраться до ближайшего обитаемого места. Остальные должны погибнуть. Вашими спутниками являются: блестящий ученый 60 лет; два проводника метиса 41 и 32 лет; жена ученого 39 лет, являющаяся только дамой из общества; ее сын 6 лет; девушка — ваша невеста; ваш лучший друг и ровесник; вы сами. Кого вы выберете, чтобы они остались жить, и кем пожертвуете в этих условиях. Почему?»

«Если в будущем году вы получите в наследство миллион долларов, как вы его используете?»

«В каких случаях допустима ложь?»

«Коротко опишите, каким вы себе представляете типичный день вашей жизни, когда вам пойдет шестой десяток?»

«Если вы в конце жизни оглянетесь на пройденный путь, то по каким фактам вы будете судить о том, успешно ли вы прожили жизнь или нет?»

Один из юношей, У. Гестон дал 92% таких ответов, которые жюри признало наилучшими. Он стал эдисоновским стипендиатом в Массачусетском технологическом институте; три других участника конкурса, ответы которых были признаны наиболее серьезными, также стали обучаться в других колледжах на средства Эдисона. Однако ни один из этих четырех юношей в последующем не оправдал тех надежд, которые на них возлагались, и, таким образом, целесообразность анкетного метода отбора не была доказана.

* * *

Американцы гордятся своим выдающимся гражданином Т. А. Эдисоном. Труды его используются с великой пользой всем человечеством. Он оказал громадное влияние на развитие техники. Высокую оценку его трудам давали многие знаменитые его современники. Так, Альберт Эйнштейн на встрече с Т. А. Эдисоном сказал: «Вы имели одинаковый успех как пионер, исполнитель и организатор. Ваша конструкция электрической лампы сделала возможным мощное развитие крупной электропромышленности. Великие творцы техники, среди которых вы — один из достигших наибольшего успеха, создали в течение столетия совершенно новую ситуацию, к которой само человечество еще не приспособилось».

В 1961 г. происходила церемония установки бюста Эдисона в Зале славы великих американцев Нью-Йоркского университета. Это послужило поводом для того, чтобы вновь вспомнить о том, какую положительную роль сыграли труды Эдисона. К тому времени прошло уже 30 лет со дня смерти изобретателя; в свете бурного развития техники в начале второй половины XX века стало яснее значение его изобретений. В торжественной обстановке этой церемонии было отмечено, что Эдисон навсегда останется в памяти человечества как демократически настроенный, доброжелательный и скромный человек, который добился больших достижений и подарил человечеству много такого, что облегчило жизнь и сделало человеческий труд более производительным.

Примечания

¹ «The Electrical World and Engineer», v. 37, 1901, p. 17.— В ознаменование наступления XX века этот журнал провел анкету среди 277 членов Американского института инженеров-электриков о том, какое порядковое место в соответствии с значимостью своих заслуг должны занимать перечисленные в анкете выдающиеся электротехники и ученые, работающие в этой области. Опрашиваемый должен был против каждой из 25 фамилий в этом списке поставить порядковый номер. Не запрещалось делать добавления к списку или исключать из него ту или иную фамилию, однако в ответе опрашиваемого должно было остаться не более 25 фамилий. При общем подсчете данных по всем 277 анкетам результаты оказались такими:

- | | |
|-----------------|--|
| 1. Фарадей | 14. Дэви |
| 2. Кельвин | 15. Браш |
| 3. Эдисон | 16. Уитстон |
| 4. Белл | 17. Гельмгольц |
| 5. Морзе | 18—19. Грамм, Штейнметц (одинаковое число голосов) |
| 6. Генри | 20. Рентген |
| 7. Тесла | 21. Спрэг |
| 8. Илайю Томсон | 22. Планте |
| 9. Максвелл | 23. Маркони |
| 10. Ампер | 24. Эрстед |
| 11. Сименс | 25. Джоуль |
| 12. Ом | |
| 13. Герц | |

Отдельно был произведен подсчет результатов по 25 анкетам, представленным деятелями науки — членами Института инженеров-электриков. Эти анкеты дали следующие результаты:

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1. Фарадей | 12—14. Дэви, Гельмгольц, Ом |
| 2. Кельвин | 15. Тесла |
| 3. Максвелл | 16. Гопкинсон |
| 4. Эдисон | 17. Браш |
| 5—7. Генри, Герц, И. Томсон | 18. Эрстед |
| 8—9. Белл, Морзе | 19—22. Феррарис, Грамм, Планте, Штейнметц |
| 10—11. Ампер, Сименс | 23—25. Джоуль, Спрэг, Вебер |

Кроме того, отдельно были подсчитаны 25 ответов, поступившие от деятелей промышленности и практики. Вот результаты этого подсчета:

- | | |
|---------------------------|--|
| 1. Фарадей | 13. Тесла |
| 2. Максвелл | 14—15. Грамм, Гельмгольц |
| 3. Кельвин | 16. Уитстон |
| 4. Генри | 17. Планте |
| 5—6. Белл, Эдисон | 18. И. Томсон |
| 7. Ампер | 19. Рентген |
| 8—9. Морзе, Штейнметц | 20—24. Браш, Гаусс, Вебер,
Джоуль, Эрстед |
| 10—12. Дэви, Герц, Сименс | 25. Феррарис |

В журнале отмечается, что в список были внесены следующие новые фамилии: Уэстон, Гопкинсон, Сильванус Томпсон, Вебер, Феррарис, Грей, Гаусс, Уитстон, Юинг, Рентген, Роулэнд, Маркони, Хевисайд, Пачинотти и Штейнметц.

В результате подсчета ответов по трем группам опрошенных установлено, что четыре деятеля, получившие наибольшее число голосов, это Фарадей, Кельвин, Максвелл и Эдисон. В том же номере журнала помещены их портреты как лауреатов этого своеобразного конкурса (о принципах которого, разумеется, можно сделать много замечаний).

² P. Morgan. *The Pageant of Electricity*. N. Y., 1936.— Книга представляет собой научно-популярную историю электротехники. Особенностью ее являются беспристрастность автора и объективная оценка фактов. Это сказалось в том, что, в отличие от многих зарубежных сочинений, правильно представлена роль ученых и инженеров всех стран в формировании и развитии электротехники. Автор уделял соответствующее место трудам русских электротехников — Якоби, Ленца, Яблочкова, Лодыгина, Попова и др.

³ «Edison and his Inventions». Chicago, 1879. Rhodes and Mc Clure, Publishers.— Книга была издана под редакцией J. B. Mc Clure и представляет собой, по-видимому, первую по времени монографию, посвященную Эдисону. Она содержит преимущественно материалы биографического характера. Ко времени ее выхода в свет Эдисон уже получил около 200 патентов; это был начальный период работ Эдисона в Менло-Парке. Помимо биографических данных, в книге приводятся описания первых изобретений в области телеграфа и телефона, фонографа и других акустических приборов, электрического пера, микрогазиметра, угольного реостата, фомотора и др., а также начальных работ Эдисона по построению электрических ламп накаливания. Описания изобретений очень краткие и недостаточно четкие.

⁴ M. Josephson. *Edison, a biography*. London, 1961.— Обстоятельный труд, основанный на изучении и использовании документальных фондов эдисоновских лабораторий и других неопубликованных источников. Однако автору — литератору по профессии — не удалось дать полный научно-технический анализ изобретений Эдисона. Многие изобретения Эдисона лишь упоминаются — приводятся только названия без описания их принципа устройства и действия.

⁵ F. L. Dyer, T. C. Martin and W. H. Meadowcroft. Edison. His Life and Inventions. 2 volumes, N. Y., Harpers, 1929.—Первое издание этой книги вышло в 1910 г.

⁶ Трактат В. Гильберта под названием «De magnete, magneticis corporibus et de magno magnete tellure, physiologia nova, plurimis argumentis demonstrata» вышел в свет в 1600 г. Он посвящен в основном науке о магнитах, но в некоторых главах говорится об электричестве. Русский перевод: В. Гильберт. О магните, магнитных телах и о большом магните — Земле новая физиология, доказанная множеством аргументов и опытов. М., 1956.

⁷ Сочинение В. В. Петрова (1761—1834) под названием «Известие о гальвани-вольтовых опытах, которые производил профессор Василий Петров посредством огромной батареи, состоявшей из 4200 медных и цинковых кружков» вышло в свет в С.-Петербурге в 1803 г. и содержит описание опытов, произведенных им в мае 1802 г. Самыми замечательными наблюдениями Петрова были: явление электрической дуги между угольными электродами и явление тлеющего разряда в разреженном воздухе под колпаком пневматической машины. Трактат этот переиздавался в СССР дважды (Энергоиздат, 1936; Гостехиздат, 1956).

⁸ P. Sue aîné. Histoire du galvanisme et analyse des differents ouvrages publiés sur cette découverte depuis son origine jusqu'à ce jour. Paris, An X — An XII.— Эта монография, вышедшая в пяти томах в 1802—1805 гг. содержит реферативное изложение работ по гальванизму.

⁹ Oliver. American Technology. N. Y., 1956.

¹⁰ Об этом сообщил Ф. Л. Поп в журнале «The Electrician», London, v. 35, p. 111.

¹¹ Приводим некоторые сведения в подтверждение этого. В период 1840—1845 гг. родились: Х. С. Максим, К. Адер, Н. Н. Бенардос, Д. А. Лачинов, Г. Ф. Вебер, М. Депре, Э. Бранли, Т. Пупкаш, Г. Арон, П. М. Голубицкий, В. Н. Чиколев, Э. Бодо, Ф. фон Гефнер-Альтенек; в период 1846—1850 гг.: Э. Варбург, Д. Вестингауз, Э. Шуккерт, Н. А. Умов, У. Айртон, Ф. Кржижик, Г. Феррарис, А. Г. Белл, А. Н. Лодыгин, Т. А. Эдисон, П. Н. Яблочков, Дж. Гопкинсон, Д. А. Флеминг, Ч. Браш, Д. Форбс, А. Слаби, Ч. К. Скржинский, Э. Бестон, Э. Берлинер, Л. Голяр, И. Кременецкий, О. Хивисайд, А. Риги, Дж. Перри, Ю. Охорович; в период 1851—1856 гг.: О. Лодж, Э. Бергман, Сильванус Томпсон, И. Томсон, Г. Капп, Б. Абданк-Абаканович, Ж. д'Арсонваль, А. Беккерель, Э. Киттлер, К. Циперновский, Э. Госпиталье, М. Дери, Н. Г. Славянов, О. фон Миллер, Э. Юинг, Э. Арнольд, Н. Тесла, Э. Жерар.

¹² Подробнее о парижской выставке 1878 г. и ее электротехнических экспонатах см.: Л. Д. Белькинд. П. Н. Яблочков. М. Изд-во АН СССР, 1962.

¹³ Воспоминания Оскара фон Миллера опубликованы в брошюре: «Deutsches Museum. Abhandlungen und Berichte». Н. 6. München, 1932. Автор воспоминаний, один из организаторов Мюнхенской выставки 1882 г., ближайший помощник Марселя Депре по устройству электропередачи Мисбах — Мюнхен, деятельный участник работ мировых энергетических конференций. В 1919 г. он был комиссаром энергетики недолго просуществовавшего в Ба-

варию правительства, свергнувшего королевскую династию Виттельсбахов.

¹⁴ Письмо В. Г. Черткова Эдисону опубликовано в журнале «Огонек», 1960, № 47.

¹⁵ З. Слонимский. Описание способа передачи двух различных депеш и в то же самое время приема двух других депеш по одному и тому же проводнику. СПб., 1859.— Советские исследователи Н. Т. Городничин и В. И. Шлапобергский обнаружили документальные материалы, относящиеся к работам З. Я. Слонимского в области мультиплексной телеграфии. 15 апреля 1858 г., т. е. примерно за год до опубликования своего изобретения, Слонимский обратился в Главное управление путей сообщения с письмом, в котором он предложил схему, позволявшую одновременно вести передачу двух телеграмм и прием двух других по одному проводу. Такая схема получила впоследствии название квадруплексной. В статье «Работы русских новаторов в области телеграфии во второй половине XIX века» («Труды по истории техники», вып. IV, М., Изд-во АН СССР, 1953, стр. 59—73) Н. Т. Городничин и В. И. Шлапобергский сообщают подробные данные о системе Слонимского, а также о схемах Стирнса и Эдисона.

¹⁶ L. Darmstädter. Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften und Technik. Berlin, 1908.

¹⁷ W. Bissing. Telegraphing Without Line Wires. «Electrical World and Engineer», v. 33, 1892, p. 83.

¹⁸ «Zeitschrift des Deutsch-Oesterreichischen Telegraphen-Vereins, herausgegeben in dessen Auftrage von der Königlich Preussischen Telegraphen Direktion». Redigiert von Dr. P. W. Brix. 1862, Bd. IX, p. 125.

¹⁹ G. Prescottt. The Speaking Telephone, Electric Light and other Recent Electrical Inventions. Chapters VI and XV. N. Y., Appleton et Co., 1879, p. 218—234, 526—549.

²⁰ Доклад Лиссажу опубликован в «Comptes Rendus de la Société d'Encouragement de l'Industrie nationale», t. V, serie 2, 1858.

²¹ Письмо Кро в Академию наук было опубликовано в «Comptes Rendus Acad. sci.», t. 85, p. 1082. В журнале «La semaine du clergé» от 10 октября 1877 г. была помещена статья аббата Леблана об аппарате Кро. Автор статьи дал изобретению другое название — «фонограф».

²² Gelatt. The Fabulous Phonograph. London, 1956, p. 235—240.

²³ Там же, стр. 1—13.

²⁴ «The Electrician» (London), 1909, v. 63, p. 2.

²⁵ Мюйбридж выпустил несколько иллюстрированных книг, посвященных движению животных, как например: «Animal Locomotion. An Electrophotographic Investigation», Philadelphia, 1887; «The Science of Animal Locomotion (Zoopraxography)», Philadelphia, 1891; «Animal in Motion», London, 1899. Все его опыты, касающиеся движения лошади, были опубликованы в книге д-ра Уильямена под названием: «The Horse in Motion as shown by instantaneous Photography», London, 1882.

²⁶ Начальные этапы работы Эдисона над созданием кинетоскопа описаны его помощником Диксоном в статье «Edison's Invention of the Kinetograph». «Century Magazine», June, 1894.

²⁷ Опыты Дэви, приведшие его к наблюдению электрической дуги, описаны в его трактате «Elements of Chemical Philosophy». London, 1812, p. 152—154.

²⁸ Интервью Эдисона корреспонденту газеты «New York Herald» 15 августа 1889 г.

²⁹ См.: Ford and Crowter. Edison as I Know him. N. Y., 1930, p. 73.

³⁰ См. германский патент Эдисона, 1878, № 14058 и британский патент, 1878, № 5306.

³¹ См. германский патент Эдисона, 1878, № 14058.

³² См. германский патент Эдисона, 1878, № 9165.

³³ В таком же духе высказался о работах Эдисона по построению лампы накаливания видный британский электротехник У. Прис. Совместно с д-ром Монселем он опубликовал в 1882 г. брошюру «Incandescent Electric Light, with particular Reference to the Edison Lamps at the Paris Exhibition».

³⁴ Эти сведения приводятся в книге: Ford and Crowter. Edison as I know him. N. Y., 1930, p. 48; они опубликованы также в книге: F. A. Lewis. The Incandescent Light. N. Y., 1961, p. 117—121.

³⁵ British Patent Specification, 1880, N 1385.

³⁶ British Patent Specification, 1887, N 4542.

³⁷ Английский электротехник Джон Гопкинсон усовершенствовал генератор Эдисона; полное его описание дано в статье «Dynamo-electric Machinery», помещенной в «Phil. Trans.», 1886, part I. Эта статья была перепечатана в журнале «Electrical Review», XVIII, 1886; примерный расчет такого генератора приведен в книге: S. P. Thompson. Dynamo-electric Machinery, London, 1891, p. 353—357.

³⁸ Начальный период развития электростанций общественного пользования в Европе описан в докладе английского инженера Киллинворта Хеджеса Институту гражданских инженеров и опубликован в «Proc. Inst. Civ. Engineers», v. 87, 1886—1887.

³⁹ Сообщение об аккумуляторном вагоне Эдисона было опубликовано в журнале «The Electrician» (London), v. 52, 1903—1904, p. 115.

⁴⁰ См. там же, стр. 77.

⁴¹ См. там же, стр. 201—206; дискуссия — стр. 604—608; общие выводы — стр. 610—611.

⁴² F. A. Lewis. The Incandescent Light. N. Y., 1961, p. 23.

⁴³ W. C. White. Electrons and the Edison Effect. «Gen. El. Review», v. 46, 1943, p. 537—541.

⁴⁴ Об этом сообщает С. Н. Шарп в статье «Edison Effect and its Modern Application», опубликованной в «Journ. A. I. E. E.», v. 41, 1922, p. 69.

⁴⁵ W. Preece. On a Peculiar Behavior of the Glow Lamps when raised to the High Incandescence. «Proc. Roy. Soc.» (London), v. 38, 1885, p. 219.

⁴⁶ E. J. Houston. Notes on Phenomena in Incandescent Lamps. «Trans. A. I. E. E.», v. 1, 1884, p. 1.

⁴⁷ J. A. Fleming. A Further Examination of the Edison Effect in Glow Lamps. «Philosophical Magazine», v. 42, July, 1896, p. 93.

⁴⁸ O. W. Richardson. The Electrical Conductivity Imparted a Vacuum by Hot Conductors. «Proc. Roy. Soc.», v. 71, 1903, p. 415.

⁴⁹ J. A. Fleming. On the Conversion of Electric Oscillations into Continuous Currents by means of a Vacuum Valve. «Proc. Roy. Soc.», v. 74, 1905, p. 476.

⁵⁰ Выдержки из одной анкеты такого рода были напечатаны в газете «New York Times» 11 мая 1921 г.; в русском переводе этот материал приводится в книге: Брайан. Эдисон. Л., 1927, стр. 227—231.

⁵¹ В русском переводе опубликовано в журнале «Изобретатель», 1929, № 11, стр. 38—40.

Литература

- Авенариус М. П. Молодость и творчество Эдисона. М., 1923.
- Аллегретти. Явление Эдисона. «Журнал Русского физико-химич. общества», 1903, XXXV, 4Б, стр. 28.
- Бейер А. А. Железоникелевые аккумуляторы. «Электричество», 1910, № 5, стр. 147.
- Белькинд Л. Д. Эдисон. М., 1957.
- Брайян Д. Эдисон. Жизнь и работа. Пер. с англ. Л., 1927.
- Голубицкий П. Предположения по устройству телефона-фонографа. «Электричество», 1881, № 8, стр. 127.
- Д. Г. Непосредственное преобразование тепловой энергии в электрическую и новые машины Эдисона. «Электричество», 1887, № 17—18, стр. 172.
- Дебо Э. Чудесное в науке. Пер. с франц. М., 1892.
- Д. Р. Аккумуляторы Юнгнера — Эдисона. «Электричество», 1904, № 22, стр. 307.
- «Дуплекс Стирнса». «Электричество», 1880, № 1, 2, стр. 17, 34.
- Дюмонсель. Телефон, микрофон и фонограф. Пер. с франц. СПб., 1880.
- Кадиа и Дюбоск. Практическое руководство к применению электричества в промышленности. СПб., 1903.
- Каменский А. В. Эдисон и Морзе. СПб., 1900.
- Лапиров-Скобло. Эдисон. М., 1960.
- Магнито- и динамоэлектрические машины на Международной выставке. «Электричество», 1881, № 17—18, стр. 263.
- Майер и Прис. Телефон и его применения. СПб., 1891.
- Мижув П. Г. Томас Эдисон. Его жизнь и достижения. Л., 1926.
- Радкевич И. Несколько слов о фонографе. «Электричество», 1880, № 11, стр. 175.
- «Т. А. Эдисон и выставленные им в Париже приборы для электрического освещения». «Электричество», 1882, № 1, стр. 9.
- Уманец Л. Жизнь и труды Эдисона. М., 1901.
- Эдисон Т. А. Об опасностях электрического освещения. «Электричество», № 2, 1890, стр. 29.
- Acheson A. G. My Days with Edison. Scientific American, 11 Febr. 1911.
- Adams E. D. Niagara Power: History of the Niagara Falls Company, v. 1—2. Niagara Falls, 1927.

- Albrecht G. Geschichte der Elektrizität mit Berücksichtigung ihrer Anwendungen. Wien, Hartleben, 1885.
- Argave E. et Boulard J. La lumière électrique. Paris, 1882.
- Armengaud et Leblanc. Exposition internationale de l'électricité de 1881 à Paris. Paris, Lahure, 1882.
- Baille J. Les merveilles de l'électricité. Paris, Hachette, 1871.
- Baker. Edison's latest invention: a storage battery. Scientific American, 14 Jan. 1911.
- Ballantine C. F. The True Story of Edison's Childhood. Michigan Historical Collection, v. IV, 1926.
- Barham G. B. Development of Incandescent Lamp. London, 1912.
- Basch C. Die Entwicklung der elektrischen Beleuchtung und der Industrie elektrischer Glühlampen in Deutschland. Berlin, 1910.
- Beckmann H. Die erste elektrische Glühlampe. E. T. Z., N 47/48, 1923.
- Bernhardt, Sarah. Memoires of my Life. N. Y., 1907.
- Birr K. Pioneering in Industrial Research. Washington, 1957.
- Bishop W. A Night with Edison. Scribner's Monthly, Nov., 1878.
- Bokšan S. N. Tesla und sein Werk. Leipzig, 1922.
- Bowen H. G. The Edison Effect. West Orange, N. Y., 1950.
- Bowen H. G. Edison's early Motion-Picture experiments. Journ. of the Soc. Mot. Picture and Television Engineers, v. 64, p. 508—514, 1955.
- Braut J. Histoire de la Téléphonie. Paris, Masson, 1889.
- le Breton G. Histoire des applications de l'électricité. Paris, Oudin, 1884.
- Bright A. The Electric Lamp Industry. N. Y., 1949.
- Brodéric J. E. Forty Years with General Electric. Albany, 1929.
- Bryan G. S. Edison, der Mann und sein Werk. Leipzig, Knopf, 1926.
- Byrn E. W. The Progress of Invention in the XIXth Century. N. Y., 1927.
- Caillard E. M. Electricity: the Science of the XIXth Century. London, Murray.
- Casson H. N. History of the Telephone. Chicago, 1910.
- de Changy Ch. Les origines des lampes à incandescence. La Lumière électrique, p. 580—585, 1882.
- Cimino E. Edison e l'industria elettrica. Energia Elettrica, v. 24, p. 506—514, 1947.
- Clarke C. L. Early History of the Edison Electric Light. N. Y., 1904.
- Clarke C. L. Edison's First Commercial Lamp. G. E. Rev., p. 239—242, 1929.
- Clemenceau P. Quelques documents relatifs à l'histoire de l'éclairage par incandescence. La Lumière électrique, t. XIV, p. 121—125, 1884.
- McClure J. B. Edison and his Inventions including the Many Incidents, anecdotes, and Interesting Particulars. Chicago, 1879.
- Crompton R. E. The Progress of Electric Light. Journ. of the Royal United Service Institution, v. XXV, Jan. 1881.
- Crompton R. E. Reminiscences. London, Constable, 1928.
- Crowther J. G. Famous American Men of Science. N. Y., 1938.
- Darmstaedter L. Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften und Technik. Berlin, 1908.
- O'Dea W. F. The Social History of Lighting. London, 1958.

- Dickson W. K. L. and Dickson A. Life and Inventions of T. A. Edison. N. Y., 1895.
- Dredge J. Electric Illumination, v. 1—2. London, 1882, 1885.
- Dumont G. Dictionnaire théorique et pratique d'électricité et de magnétisme. Paris, 1887.
- Dunlap O. E. Edison Glimped at Radio in 1875. Scientific American, p. 424—425, 1926.
- Duschnitz B. 125 Jahre elektrisches Glühlicht. E. T. Z., p. 1111—1116, N 30, 1928.
- Dyer E. L., Martin T. C. and Meadowcroft W. H. Edison. His Life and Inventions, v. 1—2. N. Y., Harper, 1929.
- Edison T. A. Dangers of Electric Lighting. North Amer. Rev., Nov., 1889.
- Edison T. A. Insulation. El. World, v. XX, N 1, 1892.
- Edison T. A. Hy Forty Years of Litigation. Literary Digest, 13 Sept. 1913.
- Edison T. A. Preface to the Book: Thomas Paine. Collected Works. N. Y., 1925.
- Edison T. A. The Beginnings of the Incandescent Lamp. Electr. World and Engineer, 5.III.1904.
- Edison T. A. The Diary and Sundry Observations. Edited by D. D. Runes, N. Y., 1948.
- Edison T. A. The Future of the Phonograph. North Am. Rev., May—June 1878.
- Fasolt H. Die Sieben grössten deutschen Elektrizitäts-Gesellschaften. Dresden, 1904.
- Fleming J. A. Fifty Years of Electricity. London, 1924.
- Fleming J. A. Electric Lamps and Electric Lighting. London, 1900.
- Ford H., Crowter S. Edison as I know Him. N. Y., 1930.
- Fryse S. Tomasz Alva Edison. Warszawa, 1931.
- Fürst A. Emil Rathenau, der Mann und sein Werk. Berlin, 1915.
- Fürst A. Das Weltreich der Technik. Band. I. Telegraphie und Telephonie. Berlin, 1923.
- Fürst A. Das Elektrische Licht. München, 1926.
- Garbedian H. G. Thomas Alva Edison, the Builder of Civilization. N. Y., Messner Corp., 1947.
- Gellatt R. The Fabulous Phonograph. Philadelphia, 1954.
- Goddard D. Eminent Engineers. N. Y., 1906.
- Groszkowsky J. Z historii zjawiska Edisona. Przegląd Elektrotechniczny, N 23, 1931.
- Growter J. G. Six Great Inventors. London, 1954.
- Hall C. R. History of American Industrial Science. N. Y., 1954.
- Hammond J. W. Men and Volts. The Story of G. E. C. N. Y., 1941.
- Hammond J. W. The Historic Pearl Street Station. Gen. El. Rev., N 10, 1932.
- Hawkins L. A. The Adventure into the Unknown. N. Y., 1950.
- Hibbert W. H. The Edison Accumulator for Automobiles. The Electrician (London), v. 52, p. 201—206, 1903.
- Hopkinson John. Original Papers on Dynamo Machinery. London, 1892.
- Hornziel G. Akumulatory Edisonowskie. Przegląd Elektrotechniczny, № 23, 1931.
- Houston E. J. Etheric Force of Edison. Scientific Amer., v. 34, 1876.

- Howell J. W., Schroeder H. History of the Incandescent Lamp Schenectady, 1927.
- Iles G. Inventor at Work. N. Y., 1906.
- Iles G. Leading American Inventors. N. Y., 1912.
- Jehl F. Menlo Park Reminiscences, v. 1—3. Dearborn, 1937, 1938, 1941.
- Jones F. A. Life Story of T. A. Edison. N. Y., 1907.
- Jones F. A. Soixante ans de la vie de Th. A. Edison. Paris, 1940.
- Josephson M. Edison: A Biography. London, 1961.
- Josephson M. Edison's Struggle to build a Better Battery. Popular Science, v. XII, 1959.
- Kennelly A. E. The New Edison Storage Battery. Journ. A. I. E. E., 21, 1901.
- Krüger E. A. Die Herstellung der elektrischen Glühlampe. Leipzig, Leiner, 1894.
- Larsen E. Men, who Shaped the Future: Stories on Inventions and Discoveries. London, 1954.
- Lee E. S. T. A. Edison — the Electrical Engineer. Electrical Engineering, v. 66, № 6, p. 524—524, 1947.
- Leupp F. G. George Westinghouse. N. Y., 1918.
- Lewis F. A. The Incandescent Light. Edited by H. H. Urrows. N. Y., Sherwood Publishers, Inc., 1961.
- MacLaren, M. The Rise of Electrical Industry. Princeton, 1943.
- Maclaurin W. R. Invention and Innovation in the Radio Industry. N. Y., McMillan, 1949.
- Malégarie C. L'électricité à Paris. Paris, Béranger, 1947.
- Maréchal. L'éclairage à Paris. Paris, Baudry, 1894.
- Marshall. Recollections of Edison. N. Y., Christopher Publ. House, 1931.
- Martin T. C. Edison's Pioneer Work in the Electric Railway. Scientific American, 18.XI.1911.
- Martin T. C. Forty Years of Edison Service. N. Y., 1922.
- Martin T. C. and Coles S. L. The Story of Electricity, v. 1—2. N. Y., 1919.
- Matschoss K. Die geschichtliche Entwicklung der A. E. G. in den ersten 25 Jahren ihres Bestehens. Berlin, 1909.
- Matschoss K. Grosse Ingenieure. München, 1954.
- Matschoss K., Schultz E., Gross A. T. 50 Jahre Berliner Elektrizitätswerke (1884—1934). Berlin, 1935.
- Maxim H. S. My Life. London, 1915.
- May G. A bibliography of Electricity and Magnetism 1860—1883. London, 1884.
- Mendenhall J. C. A Century of Electricity. London, 1887.
- Meadowcroft W. T. A. Edison, sa vie et son oeuvre. Paris, 1929.
- Meinhardt W. Entwicklung und Aufbau der Glühlampen-Industrie. Berlin, Heymann's Verlag, 1932.
- Meylan E. L'éclairage électrique des Grands Boulevards et l'usine Edison de la Rue de Fauborg Montmartre. La lumière électrique, 29.VI 1889.
- von Miller O. Erinnerungen an die Internationale Elektrizitäts-Ausstellung im Glaspalast zu München. Berlin, VDI, 1932.
- Miller V. T. The Authentic Story of the World's Greatest Inventor. London, 1932.

- Möbus W. Vor 25 Jahren starb Edison. E. T. Z., Ausg. B, Bd. 8, № 10, 1956.
- Morgan P. The Pageant of Electricity. N. Y., 1936.
- Mottelay P. F. The Life and Work of Sir Hiram Maxim. N. Y., 1920.
- Mottelay P. F. Bibliographical History of Electricity and Magnetism. London, Griffin, 1922.
- Müller M. Die Metalldrahtlampen. Berlin, 1914.
- Munro J. Pioneers of Electricity. N. Y., 1890.
- Netoliczka E. Illustrierte Geschichte der Elektrizität. Wien, 1886.
- Oliver J. W. History of American Technology. N. Y., 1956.
- Pahl H. Thomas Alva Edison, der Erfinder. Leipzig, 1900.
- Pap J. Puskas Tivadar. Budapest, 1960.
- Park B. The Intellectual Rise in Electricity. N. Y., Wiley, 1895.
- Passer H. C. The Electrical Manufacturers (1875—1900). Cambridge, U. S. A. 1953.
- Pinner F. E. Rathenau und das elektrische Zeitalter. Leipzig, 1918.
- Pope F. L. Goebel's Incandescent Lamps. El. Engineer. N. Y., 25.1. 1893.
- Pope F. L. The Evolution of the Electric Lamp. Elisabeth. N. Y., 1889.
- Porter D. Report on the International Exhibition of Electricity held at Paris, 1881. Washington, 1884.
- Potemsky E. Roswój i znaczenie przemysłu żarówkowego. Przegląd Elektrotechniczny, № 23, 1931.
- Prescott G. B. Dynamo-electricity. N. Y., 1884.
- Prescott G. B. Electricity and the Electric Telegraph. London, 1877.
- Prescott G. B. The Speaking Telephone, Electric Light and other Recent Electrical Inventions. N. Y., 1879.
- Prout H. G. The Life of George Westinghouse. London, Benn, 1923.
- Ram G. S. The Incandescent Lamp and its Manufacture. London, 1894.
- Ramsay T. A Million and One Nights: A History of the Motion Picture, v. 1—2. N. Y., 1926.
- Randall J. E. A Practical Treatise on the Incandescent Lamp. Lynn, USA, 1891.
- Redman and Mory. The Romance of Research. Baltimore, 1933.
- Reid J. D. The Telegraph in America. N. Y., 1877.
- Robertson A. W. Story of the Telephone in England. London, 1947.
- Routledge R. Discoveries and Inventions of the Nineteenth Century. London, Routledge.
- Sahulka J. Die Elektrizität auf der Weltausstellung in Chicago. Wien, 1895.
- Samter H. Das Reich der Erfindungen. Berlin, 1896.
- Sartiaux et Aliamet. Principales découvertes et publications concernants à l'électricité. Paris, Rueff, 1902—1903.
- Sawyer W. Electric Incandescent Light. N. Y., 1881.
- Simonds W. A. Edison. His Life, his Work, his Genius. London, 1935.
- Sosińska A. Thomas Alva Edison. Warszawa, 1961.
- Speiden N. R. T. A. Edison. Sketch of Activities. Science, Washington, v. 105, N 2719, p. 137—141, 1947.

- Sprague H. Frank Sprague and the Edison Myth. N. Y., 1947.
- Sprague J. T. Electricity: its Theory, Sources and Application. London, Spon. 1884.
- Sprague J. T. Electric Lighting: its State and Progress. London, 1879.
- Stevenson O. J. The Talking Wire. The Story of A. G. Bell. N. Y., Meissner.
- Stieringer L. The Life and Inventions of T. A. Edison. Burgoyne, N. Y., 1890.
- Swan K. B. Sir J. W. Swan and the invention of the Incandescent Lamp. London, 1946.
- Tate A. O. Edison's Open Door. The Life Story of T. A. Edison. N. Y., Dutton, 1938.
- Terry C. A. Early History of the Westinghouse Electric and Manufacturing Company. N. Y., 1925.
- Thompson H. The Age of Invention. New Haven, 1919.
- Thompson J. S. and Thompson H. G. Sylvanus P. Thompson. His Life and Letters. London, 1920.
- Urquardt J. W. Electric Light, its Production and Use. London, 1892.
- Villard H. Memoirs, v. 1—2, Boston, 1904.
- Voigt H. Nachdenkliches und Heiteres aus den ersten Jahrzehnten der Elektrotechnik. Leipzig, 1925.
- Waters Th. Edison's Revolution in Iron Mining. McClure Mag., XI, 1897.
- Weber H. Die elektrischen Kohleglühlampen. Berlin, 1908.
- Wheeler F. R. Thomas Alva Edison. N. Y., McMillan, 1931.
- Whyte A. G. Forty Years of Electrical Progress. London, Benn, 1930.
- Wild und Wessel. 50 Jahre in der Lampenindustrie: ein Rückblick. Berlin, 1894.
- Wile F. W. Emile Berliner. Indianapolis, 1926.
- Wilke A. Die Elektrizität, ihre Erzeugung und ihre Anwendung. Leipzig, Spamer, 1893.
- Wilson M. American Science and Invention. N. Y., 1954.
- Woodbury D. O. Beloved Scientist: Elihu Thomson. N. Y., 1944.
- Woodbury D. O. A Measure for Greatness: A short Biography of Edward Weston. N. Y., Graw-Hill, 1949.
- Wormell R. Electricity in Service of Men. London, 1893.
- Zipernovskiy K. Geschichte der elektrischen Beleuchtung. Wien, 1880.

Именной указатель

- Аббе Э. (Abbe, 1840—1905) 300
Адамс М. (Adams) 46
Адамс, Джеймс (Adams) 55, 304
Александрсон (Alexanderson, р. 1878) 72
Ампер (Ampère, 1775—1836) 18, 19, 308, 309
Аптон (Upton) 56, 284
Араго (Arago, 1786—1853) 18
Армат (Armat) 142, 143
Армстронг (Armstrong E. H., 1890—1954)
Арон (Aron, 1845—1913) 202
Ауэр фон Вельсбах (Auer von Welsbach, 1858—1929) 288
Ачесон (Acheson, 1856—1931) 304
Баас (Baas) 16
Бакеленд (Backeland, 1863—1944) 271
Баркер (Barker) 50, 153
Барлоу (Barlow, 1776—1862) 18
Беккариа (Beccaria, 1716—1781) 15
Белл А. Г. (Bell, 1847—1922) 31, 57, 72, 109, 122, 308, 309
Белл Ч. (Bell Ch.) 67, 122, 123, 124, 129
Бем (Boehm) 304
Бенардос (1842—1905) 219
Бенкс (Banks, 1744—1820) 14
Бербанк (Burbank, 1849—1926) 252
Бергманн (Bergmann, 1851—1927) 49, 55, 60, 280, 304
Берд (Bird) 182
Берлинер (Berliner, 1851—1929) 67, 108, 129, 130
Беттини (Bettini) 127, 128
Бечелор (Batchelor) 55, 233, 304
Бидерман (Bidermann) 214
Био (Biot, 1774—1862) 19
Бисмарк (Bismark, 1815—1898) 125, 127
Блати (Blathy, 1860—1939) 29, 296
Бодо (Baudot, 1845—1903) 81
Болтон (Bolton, 1868—1912) 288
Босха (Boscha) 82
Браш (Brush, 1849—1929) 64, 65, 72, 188, 275, 308, 309
Бредли (Bradley) 41, 42
Броунинг (Browning, 1812—1889) 125
Бунзен (Bunsen, 1811—1899) 22
Бюлов (von Bülow, 1830—1894) 125
Вебер (Weber, 1804—1891) 24, 308, 309
Вестингауз (Westinghouse, 1846—1914) 68, 72, 174, 282, 284, 285
Виллард (Villard) 10, 214, 215, 217, 278
Волластон, см. Вульстен
Вольта (Volta, 1745—1827) 14, 16, 17
Вульстен (Wollaston, 1766—1828) 15
Гальвани (Galvani, 1737—1898) 14
Гаусс (Gauss, 1777—1855) 24, 309
Гебель (Goebel, 1818—1893) 156, 157, 158, 159, 160, 174, 175, 176
Гейслер (Geisler, 1814—1879) 24, 165

- Гельмгольц (Helmholtz, 1821—1894) 56, 71, 308, 309
 Гендрикс (Hendriks) 143
 Генри (Henry, 1797—1878) 18, 118, 273, 308, 309
 Герц (Hertz, 1857—1894) 32, 308, 309
 Гейфнер-Альтенек (v. Hefner-Alteneck, 1845—1904) 23, 26, 27, 30, 64, 188
 Гиббс (Gibbes) 196
 Гиллиленд (Gilliland) 92, 96
 Гильберт (Gilbert, 1544—1603) 12, 310
 Гинденбург (Hindenburg, 1847—1934) 182
 Гинтль (Gintl, 1804—1883) 82
 Голубицкий П. М. (1845—1911) 132, 134, 134
 Голяр (Gaulard, 1850—1888) 296
 Гопкинсон (Hopkinson, 1849—1898) 29, 32, 191, 192, 203, 308, 309, 312
 Горнер (Gorner) 134, 135
 Городничин Н. Т. 311
 Госпиталье (Hospitalier, 1858—1907) 226
 Гофман (Hoffmann) 125
 Грамм (Gramme, 1826—1901) 23, 25, 26, 30, 61, 63, 65, 149, 185, 188, 210, 308, 309
 Грей (Gray, 1835—1901) 51, 309
 Грин (Green) 52
 Гротгус (Grotthuss, 1775—1822) 16
 Гроув (Grove, 1811—1896) 22, 157
 Гувер (Hoover) 182
 Гуно (Gounod, 1818—1893) 70, 121, 122
 Гуро (Gouraud) 123, 125
 Дайер (Dyer) 9, 310
 Даниелс (Daniels) 269, 270
 Даниель (Daniel, 1790—1845) 22
 Деларю (de la Rue, 1815—1899) 157
 Дементи (Demeny) 144
 ван Деполь (van Depoele, 1846—1892) 214, 285
 Депре (Deprez, 1843—1918) 28, 29
 Дери (Deri, 1854—1934) 29, 296
 Джелъ (Jehl) 182
 Джозефсон (Josephson) 9, 10, 309
 Джонсон (Johnson) 79, 80, 130
 Джоуль (Joule, 1818—1889) 24, 308, 309
 Диксон (Dickson) 135, 137, 138, 144, 311
 Доливо-Добровольский М. О. (1862—1919) 33, 297
 Долли (Dolley), 268
 Дэви (Davy, 1778—1829) 16, 146, 308, 309, 311
 Дюма (Dumas, 1800—1884) 33
 Дюфе (du Fay, 1698—1739) 232
 Жане (Janet) 226
 Жубар (Jobard) 157
 Зеебек (Seebeck, 1770—1831) 19
 Земмеринг (Sömmering, 1755—1830) 18
 Зинстеден (Sinsteden, 1803—1891) 218
 Инсулл (Insull, 1859—1938) 10
 Истмен (Eastman, 1854—1932) 138, 305
 Карлейль (Carlyle, 1768—1840) 15
 Карно (Carnot, 1837—1894) 70, 127
 Карпантье (Carpentier, 1851—1921) 144
 Кельвин, см. Томсон У.
 Кеннели (Kennelly, 1861—1939) 72, 223, 225, 304
 Кеннан (Kennan, 1845—1924) 46
 Кирхгофф (Kirchhoff, 1824—1887) 24
 Кларк (Clark, 1849—1913) 64, 176
 Козлов П. А. 157
 Конн 157, 163
 Коффин (Coffin) 271, 284
 Крейкшэнк (Cruikshank, 1746—1808) 15
 Кро (Cros, 1842—1888) 113, 114, 119
 Кросс (Crosse) 175, 176
 Крукс (Crookes, 1832—1919) 165
 Крюзи (Cruesi, 1843—1899) 49, 55, 118, 304
 Кузель (Kužel) 288
 Кулидж (Coolidge) 72, 288, 289

Кулон (Coulomb, 1736—1806) 13
Кюри-Склодовская (Curie-Skłodowska, 1867—1934) 182

Ламме (Lamme) 271
Лангханс (Langhans) 170
Лаплас (Laplace, 1749—1827) 19
Латам (Latham) 142, 144
Лачинов (1840—1902) 28, 219
Ленгмюр (Langmuir, 1882—1957) 288, 289
Ленц (1804—1856) 24, 309
Лерой (Le Roy) 144
Леффертс (Lefferts) 48
Либ (Lieb, 1860—1929) 73, 304
Липпинкот (Lippincoat) 125, 126
Лиссажу (Lissajou, 1822—1880) 113, 311
Литтль (Little) 49, 79, 80, 81
Лодыгин (1847—1923) 150, 152, 157, 163, 319
Лоури (Lowrey) 277
Лоус (Lows) 48, 78
Люмьер Л. (Lumière L., 1864—1946) 142, 144
Люмьер О. (Lumière A., 1862—1954) 142, 144

Мак Клюр (Mac Clure) 40
Максвелл (Maxwell, 1831—1879) 6, 24, 32, 308, 309
Максим (Maxim, 1840—1916) 157, 163, 174, 278, 285
Малиньяни (Malignani) 170
Марей (Marey) 134
Маркони (Marconi, 1874—1937) 96, 240, 308, 309
Мартин (Martin) 9, 310
Медоукрофт (Meadowcroft) 9, 310
Маррей (Murray) 80, 275
Миллер (Miller, 1855—1934) 64, 310
Милликен (Millikan, 1868—1953) 72
де Молейнс (de Moleyns) 157
дю Монсель (du Moncel, 1821—1884) 181, 312
Морган Д. П. (Morgan D. P., 1837—1913) 277, 284
Морган П. (Morgan P.) 7, 8, 309
Морзе (Morse, 1791—1872), 20, 36, 45, 79, 81, 93, 117, 308, 309
Мортон (Morton) 139

Мьюбридж (Muybridge) 134, 135, 311

Никольс (Nichols) 304
Никольсон (Nicholson, 1753—1815) 15
Ньютон (Newton, 1643—1727) 273
Ом (Ohm, 1787—1854) 19, 308
Омальский, герцог (Duc d'Aumale, 1822—1897) 121, 122
Ортон (Orton) 86, 87, 98
Отт (Ott) 49, 235

Пате (Pathé) 128
Пачинотти (Pacinotti, 1841—1912) 309
Перри (Perry) 306
Петржина (Petřina, 1836—1895) 82
Петров В. В. (1761—1934) 15, 16, 146, 232, 310
Пироцкий (1845—1898) 211
Планте (Planté) 22, 218, 308, 309
Поп (Pope, 1845—1895) 48, 56, 78, 175, 275, 310
Попов А. С. (1859—1905) 266, 309
Прескотт (Prescott, 1830—1893) 52, 87, 99
Прис (Preece, 1834—1913) 32, 92, 119, 239, 312
Пристли (Pristley, 1733—1804) 15
Пупин (Pupin, 1858—1935) 72, 267, 268

Райс Ф. (Reis Ph. 1778—1852) 22, 98, 99, 100
Райс Э. (Rice, E. jun.) 284, 286
Райт (Wright) 182, 269
Ратенау (Rethenau, 1838—1915) 290, 291
Рейсс Ф. Ф. (1778—1852) 16
Рентген (Roentgen, 1845—1923) 267, 308, 309
Риттер (Ritter, 1776—1810) 16, 218
Ричардсон (Richardson) 312
Робертс (Roberts) 157, 163
Романьози (Romagnosi, 1761—1835) 16

- Роуланд (Rowland, 1848—1901) 309
 Рубинштейн А. Г. (1829—1894) 119
 Рузвельт Ф. Д. (Roosevelt, F. D., 1882—1945) 270
 Савар (Savart, 1791—1841) 19
 Сван (Swan, 1828—1914) 157, 158, 163, 177, 179, 181
 Сименс В. (Simens, W., 1816—1892) 30, 61, 64, 65, 71, 82, 149, 179, 205, 210, 211, 308, 309
 СИММС (Simms) 269
 Скотт (Scott) 7, 112, 113, 114, 119, 129
 Слонимский (1810—1892) 82, 83, 84, 85, 87, 89, 311
 Соьер (Sawyer) 172, 285
 Сперри (Sperry) 271
 Спраг (Sprague, 1857—1934) 72, 214, 216, 271, 285, 304, 308
 Старр (Starr) 157, 163
 Стайт (Staite, 1809—1854) 157
 Стенли (Stanley, 1858—1916) 285
 Стильвелл (Stillwell) 49, 66
 Стернс (Stearns) 51, 85, 86, 89
 Столетов А. Г. (1839—1896) 32
 Страхов (1757—1813) 16
 Сю (Sue) 17, 310
 Твритинов (1850—1920) 219
 Тейнтер (Tainter) 67, 122, 123, 124, 129
 Тенар (Thénard, 1777—1857) 146
 Теннисон (Tennyson, 1809—1892) 125
 Тесла (Tesla, 1856—1943) 33, 71, 72, 285, 297, 298, 304, 308, 309
 ТИМЧЕНКО 144
 Толстой Л. Н. (1828—1910) 72
 Томпсон (Thompson S. P., 1851—1916) 309
 Томсон И. (Thomson, Elihu 1853—1937) 68, 72, 175, 176, 217, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 308, 309
 Томсон У. (Thomson, W., 1824—1907) 6, 11, 21, 32, 308, 309
 Трьюбридж (Trowbridge, 1843—1923) 92
 Тюри (Thury, 1860—1938) 214
 Уайт (White) 312
 Уильямс (Williams) 47
 Уитстон (Wheatstone, 1802—1875) 20, 72, 79, 261, 262, 309
 Уитни (Whitney, 1868—1958) 69, 72, 271, 287, 288
 Уоллес (Wallace) 153, 185, 188
 Уудворт (Woodworth) 271
 Уэстон (Weston, 1850—1936) 65, 172, 174, 188, 275, 285, 309
 Файрстон (Firestone) 252, 254, 256, 299, 305
 Фарадей (Faraday, 1791—1867) 6, 15, 19, 20, 24, 32, 36, 46, 232, 273, 308, 309
 Фармер (Farmer, 1820—1893) 153, 157, 163, 174, 185, 188, 285
 Ферранти (Ferranti, 1864—1930) 29
 Феррарис (Ferraris, 1847—1897) 32, 308, 309
 Фессенден (Fessenden, 1866—1932) 304
 Филд (Field, 1819—1892) 210
 Финни (Finney) 214
 Флеминг (Fleming, 1849—1945) 226, 239, 240, 312, 313
 Флиминг Дженкин (Fliming Jenkin, 1833—1885) 119
 Фонтен (Fontaine, 1833—1910) 61, 157
 Фор (Faure, 1841—1898) 218
 Форд (Ford, 1863—1947) 66, 153, 154, 182, 221, 252, 253, 254, 299, 305
 де Форест (de Forest, 1873—1961) 72, 240
 Фуко (Foucault, 1819—1868) 191
 Хаммер (Hammer, 1858—1935) 127, 304
 Ханнаман (Hannamann) 288
 Хауэль (Howell) 284
 Хевисайд (Heaviside) 309
 Хейес (Heyes) 118
 Хибберт (Hibbert) 226
 Хиггинсон (Higginson) 284
 Хотинский (1849—?) 150, 177
 Хустон (Houston, 1847—1914) 68, 217, 239, 282, 283, 284, 312
 Хьорт (Hjort, 1801—1870) 61

- Цейсс (Zeiss, 1816—1870) 300
 Циперновский (Zipernowsky, 1853—1942) 29, 296
- Чертков 72, 311
 Чиколев (1845—1898) 27
- де Шанжи (de Changy) 157, 163
- Шведов (1840—1905) 266
 Шеперд (Sheperd) 157
 Шиллинг (1776—1837) 18, 20
 Шотт (Shott, 1851—1935) 300
 Шпренгель (Sprengel) 165
 Штейнметц (Steinmetz, 1865—1923) 69, 273, 286, 305, 308, 309
 Шуккерт (Schuckert, 1846—1895) 49, 55, 65, 304
- Эдисона дети 49, 66, 71
 Эдисона предки 38, 39, 40, 41, 42, 54
 Эйкемейер (Eysckemeyer) 68, 217
 Эйльсуорт (Aylsworth) 124, 223
 Эйфель (Effel, 1832—1923) 70, 71
- Эйнштейн (Einstein, 1879—1955) 182, 307
 Эллиотт (Elliott) 39, 40
 Эммет (Emmet) 286
 Эндрьус (Andrews) 203
 Эпинус (1724—1802) 13
 Эрстед (Oersted, 1777—1851) 18, 308, 309
 Эшли (Ashley) 48
- Юз (Hughes, 1831—1900) 32, 260
 Юинг (Ewing, 1855—1935) 32, 309
 Юнгнер (Jungner) 224, 300
 Юст (Just) 288
- Яблочков (1847—1894) 26, 27, 28, 30, 31, 62, 63, 64, 149, 151, 152, 179, 183, 184, 185, 219, 290, 309
 Якоби (1801—1874) 20, 23, 209, 309
 Янсен (Janssen, 1824—1907) 121, 122, 124

Указатель организаций и предприятий

- Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft (AEG) 180, 291
American Electric Company 270
American Graphophone Company 123, 125, 128
American Institute of Electrical Engineers (AIEE) 6
Atlantic and Pacific Telegraph Company 86, 277
Automatic Telegraph Company 80
- Beacon Vacuum Pump and Electric Company 174, 175, 177
Bell Telephone Company 301
Bentley-Knight Electric Railway Company 276
Bergmann and Company 275, 280
Berliner Gramophone Company 130
Bethlehem Steel Corporation 244
Brush Electric Company 276, 281
Canadian Edison Manufacturing Company 275, 282
Compagnie Continentale Edison 180, 290
Compagnie Française du Gramophone 130
Compagnie Générale des Lampes Incandescentes 180
Consolidated Electric Light Company 270, 281
Detroit Edison Company 221
Deutsche Edison Gesellschaft für angewandte Electricität 180, 291
- Deutsche Grammophon Gesellschaft 130
Eastern Electric Manufacturing Company 276, 281
Eastman Kodak Company 301
Edison Botanic Research Company 253
Edison Company for Isolated Lighting 195, 275, 280, 282
Edison Electric Light Company 173, 194, 203, 275, 277, 278, 279, 282
Edison General Electric Company 275, 276, 282
Edison Laboratory National Monument 9
Edison Lamp Company 63, 275, 279
Edison Lamp Works 178, 279
Edison Machine Works 60, 61, 205, 280
Edison Ore Separating Plant 244
Edison Portland Cement Company 247, 249, 277
Edison Shafting Company 275, 280
Edison[™] Speaking Phonograph Company 118
Edison Storage Battery Company 225, 227, 277
Edison Toy Phonograph Company 277
Edison Tube Company 60, 275, 280
Edison United Manufacturing Company 275, 280, 282

- Ediswan Electric Company 177
 Electro-dynamic Light Company 276, 281
 Excelsior Electric Company 270
 Fort Wayne Electric Light Company 276
 General Electric Company (GEC) 36, 68, 69, 70, 175, 217, 276, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 297, 301
 Gold and Stock Telegraph Company 48, 78, 273
 Historical Research Department of T. A. Edison 10
 Incandescent Lamp Manufacturers Association 285
 Kinetoscope Company 141, 142
 Laws Gold Reporting Telegraph Company 48
 Leonard and IZard Company 275, 282
 Motion Picture Patents Corporation 143
 Mutascope and Biograph Company 139
 National Park Service 9
 National Phonograph Company 67, 277
 Naval Advisory Board 270
 Naval Research Laboratory 69
 North American Phonograph Company 126, 128
 Oregon Railroad and Navigation Company 278
 Philips Exeter Academy 306
 Phoebus Company 180
 Safe Deposits Company 278
 Sawyer-Man Electric Company 281
 Siemens and Halske Company of America 285
 Siemens und Halske 290, 291
 Société électrique Edison 290
 Société Industrielle et Commerciale Edison 290
 Sprague Electric Railway Motor Company 275, 282
 Stanley Electric Manufacturing Company 285
 Studiengesellschaft für elektrische Beleuchtung 291
 Telegraph Supply Company 281
 Thomson-Houston Electric Company 276, 281, 282
 Thomson-Houston International Electric Company 276
 Union Switch and Signal Company 271, 281, 285
 United States Electric Lighting Company 174, 276, 281
 United States Gramophone Company 129, 130
 Van Depoele Electric Manufacturing Company 276
 Victor Talking Machines Company 130, 131
 Waterhouse Electric and Manufacturing Company 281
 Western Union Company 51, 86, 98, 259
 Westinghouse Air Brake Company 284
 Westinghouse Electric Company 276
 Westinghouse Electric and Manufacturing Company 276, 282
 Weston Electric Light Company 276, 280, 281

Оглавление

Введение	5
<i>Глава первая.</i> Основные этапы развития электротехники	12
<i>Глава вторая.</i> Биографический очерк	38
<i>Глава третья.</i> Работы в области электрической связи	75
<i>Глава четвертая.</i> Фонограф и кинематограф	110
<i>Глава пятая.</i> Электрические источники света	145
<i>Глава шестая.</i> Производство и распределение электро- энергии	183
<i>Глава седьмая.</i> Электрическая тяга. Аккумуляторная техника	209
<i>Глава восьмая.</i> Колыбель электроники	230
<i>Глава девятая.</i> Изобретения в области совершенство- вания технологии	241
<i>Глава десятая.</i> Разные изобретения и работы	257
<i>Глава одиннадцатая.</i> Участие в создании крупной электротехнической промышленности	273
<i>Глава двенадцатая.</i> Система и организация изобре- тательской работы	293
Примечания	308
Литература	314
Именной указатель	320
Указатель организаций и предприятий	325

Лев Давидович Белькинд

**Томас Альва Эдисон
1847—1931**

**Утверждено к печати
редакцией научно-биографической серии
Академии наук СССР**

Редактор Издательства *Ш. Е. Воловик*
Технический редактор *Г. А. Астафьева*

Сдано в набор 14/V 1964 г.

Подписано к печати 14/VIII 1964 г. Формат 84×108¹/₃₂
Печ. л. 10,25+1 вкл. Уч.-изд. л. 16,9(16,8+0,1 вкл.)
Тираж 9000 экз. Т-10659. Изд. № 5007/64. Тип. зак. № 671.
Темплан НОЛ 1964 г. № 112

Цена 1 р.

Издательство «Наука». Москва,
К-62, Подсосенский пер., 21
2-я типография Издательства «Наука».
Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

Л. Д. БЕЛЬКИНА ТОМАС АЛЬВА ЭДИСОН

Л. Д. БЕЛЬКИНА

ТОМАС АЛЬВА
ЭДИСОН

1847-1931

УСЛОВИЯ ПЕЧАТИ И КОПИРОВАНИЯ

