



**АЛЕКСАНДР МИКЕРОВ,**

д. т. н., проф. каф.  
систем автоматического управления  
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»  
a.mikerov@gmail.com

К концу XIX века, благодаря появлению электрогенераторов постоянного тока и систем электрического освещения, электричество вошло в повседневную жизнь. Значительную роль в этом сыграл Томас Эдисон — самый знаменитый изобретатель разнообразных полезных вещей.



## ТОРЖЕСТВО ПОСТОЯННОГО ТОКА И РОЛЬ ТОМАСА ЭДИСОНА

Выпуск динамо-машин, описанных в предыдущей статье данного цикла [1], которые заменили гальванические батареи, ускорил практическое использование постоянного тока в гальванопластике, минном деле, телеграфии и телефонии, для привода станков и механизмов, а также в электротяге (например, в трамвае) [2-4]. Передовые страны Северной Америки и Европы (включая Россию) стали покрываться сетью телеграфных линий [5]. В 1858 г. был проложен первый трансатлантический телеграфный кабель. Следующим важным этапом было внедрение электрического освещения, во многом обеспеченное работами выдающегося американского инженера и плодовитого изобретателя Томаса Эдисона (Thomas Edison; рис. 1).

Первыми распространенными устройствами электрического света служили дуговые лампы. Электрическая дуга была открыта профессором петербургской Военно-медицинской академии Василием Владимировичем Петровым в 1803 г., построившим самую мощную по тем временам гальваническую батарею длиной в 12 м, и независимо от него

в 1808 г. знаменитым лондонским физиком Гемфри Дэви (Humphry Davy), первым наставником Фарадея [4]. Электродуговые лампы излучали яркий свет, что и предопределяло их использование в прожекторах маяков, а также для освещения больших пространств. Однако электроды дуги, располагаемые встречно, изготавливались из углерода, который под воздействием высокой температуры дуги постепенно сгорал. Поэтому для поддержания дуги электроды было необходимо сводить специальным регулятором, один из которых создал известный электротехник Владимир Николаевич Чиколев [4, 6, 7]. В 1876 г. великий русский изобретатель Яблочков предложил гениальное по своей простоте решение, поместив электроды, разделенные изолирующим слоем из каолина, вертикально, как показано на рис. 2. Таким образом оба электрода сгорали одновременно, и дуга автоматически смещалась вниз [4].

Павел Николаевич Яблочков (рис. 3) окончил Николаевское военно-инженерное училище, однако потом быстро вышел в отставку и поступил на телеграфную службу

в Москве [7]. Там он заинтересовался электричеством и даже организовал собственную мастерскую, однако в связи с ее банкротством был вынужден перебраться в Париж, где работал в знаменитой приборной мастерской Бреге и создал свою знаменитую свечу.

Устройство, названное «Свечой Яблочкова», или «Русским светом», успешно использовалось с 1878 г. в системах освещения улиц и общественных зданий Парижа, Лондона и других городов, в том числе и в Петербурге, где Яблочков открыл электромеханический завод. К 1881 г.

**РИС. 1. ▼**  
Томас Эдисон  
(1847–1931)



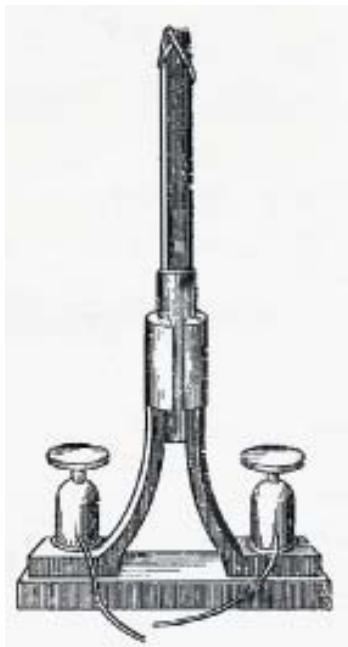
в России использовалось около 500 таких фонарей [4, 7].

Однако дуговые лампы были слишком яркими для бытового и уличного освещения, поэтому изобретатели предлагали различные варианты ламп накаливания. Наиболее работоспособная по тому времени лампа была запатентована в 1874 г. почетным инженером-электриком Александром Николаевичем Лодыгиным для бортового освещения проектируемого им электрического вертолета (рис. 4) [4, 7]. Она содержала угольный стержень в запаянном стеклянном баллоне, который, к сожалению, светил не более 0,5 часа.

Тем не менее в 1873 г. Лодыгин продемонстрировал электрическое освещение Одесской улицы и ряда общественных помещений в Петербурге. Позднее он продолжал улучшать лампу во Франции и США, предложив, в частности, вольфрамовую нить, но коммерческого успеха не имел. Усовершенствования, введенные другими изобретателями, в частности английским химиком и физиком Джозефом Сваном (Joseph Swan), не сделали их более практичными. Все они имели низкое сопротивление и должны были включаться последовательно, что создавало большие неудобства. Поэтому в бытовом и уличном освещении по-прежнему безраздельно господствовали газовые фонари, которые были вытеснены только системами электрического освещения лампами накаливания Эдисона [8–10].

Предки Эдисона были выходцами из Голландии. Начальное образование Томас получил от матери, поскольку в школу практически не ходил, считаясь умственно отсталым. Работать начал с мелкой торговли в поездах, сам издавал газету. В благодарность за спасение сына начальник станции обучил Эдисона телеграфии, где он проявил себя очень расторопным телеграфистом, умевшим чинить телеграфные аппараты (рис. 5).

Он также попробовал внести в них улучшения и начиная с 1868 г. получил несколько патентов. На вырученные от их продажи деньги открыл мастерскую, а затем, в 1876 г., и знаменитую лабораторию в Менло-Парке (Нью-Йорк). Электричество изучал по трудам Фарадея, не пользовавшегося высокой мате-



матикой. Так началась его карьера профессионального изобретателя, которой он посвятил шестьдесят лет своей жизни. Метод Эдисона — это кропотливый перебор всех вариантов. Великий электротехник Никола Тесла, работавший на него одно время, писал, что, если бы Эдисону потребовалось найти иголку в стоге сена, он «...немедленно, с лихорадочным прилежанием пчелы, начал бы осматривать соломинку за соломинкой...» [9].

Первой задачей, поставленной Эдисоном, стало увеличение срока службы электрической лампы. Для этого он провел более 6000 опытов, пробуя все доступные материалы со всех частей света, например кар-



РИС. 2. ◀  
Свеча Яблочкова



РИС. 3. ▶  
Павел Николаевич  
Яблочков (1847–1894)



РИС. 4. ▶  
Лампа Лодыгина

тон, швейные нитки, бамбук из Японии и т. д. Кроме того, он достиг более высокого вакуума внутри стеклянного баллона. Созданная таким образом лампа (рис. 6) с обугленной нитью растительного волокна, на которую был получен основной патент в 1880 г., превзошла все ожидания — она светила более 800 часов. Другим преимуществом ламп Эдисона было их высокое сопротивление,

РИС. 5. ◀  
Эдисон в юности



РИС. 6. ▶  
Лампа Эдисона

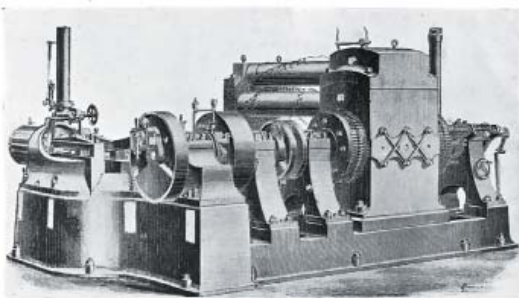


**РИС. 7. ▲**  
Электрическая станция  
на Перл-стрит

что позволяло параллельно соединять любое число независимо включаемых ламп, подобно газовым горелкам.

Однако одна, даже самая хорошая лампа не решает всех проблем освещения. И в Менло-Парке разрабатывается вся необходимая арматура: винтовой патрон, проводка на роликах, выключатели, предохранители, счетчики, подводящие линии и др. До Эдисона любое электрическое освещение требовало установки в каждом здании отдельного электрогенератора и паровой машины. По примеру газовых станций, Эдисон предложил строить центральные

**РИС. 8. ▼**  
Динамо-машина  
«Джумбо»



электрические станции, обслуживающие большой район площадью до 2,5 км<sup>2</sup> [4]. Первая такая станция, открытая в 1882 г. на Манхэттене, центральном районе Нью-Йорка, показана на рис. 7.

На этой станции были установлены самые мощные по тем временам динамо-машины с паровым двигателем «Джумбо» на 110 кВт весом 30 т с автоматическим регулированием напряжения, спроектированные самим Эдисоном, для питания до 1400 ламп (рис. 8).

Но и этого было недостаточно. Приступая к проекту, Эдисон подсчитал, что для победы над газовым освещением продажная цена лампы не должна превышать 40 центов [8]. Для массового производства ламп на базе купленной посудной фабрики была основана компания Edison Electric Light, которая впоследствии превратилась в самую крупную электротехническую компанию мира — General Electric. Сначала себестоимость лампы составляла 2 доллара, затем постепенно снижалась. Но когда она достигла 22 центов и производство стало весьма прибыльным, Эдисон фабрику продал, посчитав, что дальше уже ничего нельзя улучшить. И действительно, если мы посмотрим на выпускаемые сейчас бытовые лампы накаливания, то их срок службы обычно 1000 часов, а цена самых дешевых около 17 руб., т. е. 25 центов.

Первыми успешными коммерческими проектами Эдисона в начале 80-х годов стали осветительные установки грузового парохода «Колумбия» (115 ламп), типографии, виадука и близлежащих зданий в Лондоне (1000 ламп) [10].

Победа электрического освещения по системе Эдисона стала совершенно очевидной после Первой всемирной электротехнической выставки в Париже в 1881 г., где оно получило наивысшую награду. Идеи Эдисона подхватили и другие изобретатели: упоминавшийся выше Сван, американцы Уильям Сойер (William Sawyer) и изобретатель пулемета Хайрем Максим (Hiram Maxim), что породило многочисленные громкие судебные тяжбы. В Европе были созданы четыре филиала Эдисона, в частности в Германии — Deutsche Edison-Gesellschaft (впоследствии — знаменитая компания AEG). Аппаратуру системы освещения Эдисона производила крупнейшая электро-

техническая компания Европы — Siemens-Halske [5]. Электричество наконец пришло в общественные и жилые здания, открыв дорогу многочисленным электробытовым приборам. К 1891 г. только в США действовало уже 130 центральных электрических станций постоянного тока, обслуживающих около трех миллионов ламп. В 1878 г. появилось и уличное электрическое освещение (в Париже — дуговое, в Лондоне — лампами накаливания). Это стало началом электрификации [4, 10].

Результатом исследований Эдисона явилось также открытие явления односторонней проводимости внутри лампы накаливания с дополнительным электродом (эффект Эдисона) [8, 9]. Сам Эдисон не смог найти ему никакого практического приложения, но в 1904 г. сотрудник филиала его компании в Англии, впоследствии знаменитый профессор, Джон Флеминг (John Fleming) использовал этот эффект при создании первого электровакуумного диода, предложенного им Гульельмо Маркони (Guglielmo Marconi) для детектирования радиосигналов. Это стало началом электроники.

Деятельность Эдисона охватывала самые разнообразные области [8–10]. Среди его первых изобретений был многоканальный телеграф, позволявший по одной линии работать нескольким телеграфным аппаратам, и угольный микрофон. В первых аппаратах изобретателя телефона Александра Белла (Alexander Bell) микрофон был электромагнитным, содержащим мембрану и катушку с сердечником, индуктивное сопротивление которой изменялось при колебании мембраны. По предложению другого известного американского изобретателя Эмиля Берлиндера (Emile Berliner) катушка была заменена угольной пластиной, на которую давила мембрана, что повышало мощность электрического сигнала. Эдисон также добился существенно улучшения характеристик микрофона, заменив пластину угольным порошком, и в таком виде угольный микрофон дожил до наших дней. Он же предложил телефонное приветствие «Алло» (англ. hello). Как известно, его конкурент Александр Белл предлагал свой вариант — слово ahoy, но оно не прижилось.

Далее последовали сотни других патентов по улучшению аккумулятора



(в том числе щелочного для электромобиля), трамвайного оборудования, двигателей и генераторов постоянного тока (в частности, шихтованный магнитопровод для снижения его нагрева), киноаппарата, сепарации руды и т. д. Эдисон совершенствовал все, что попадалось ему на глаза, им созданы самые разнообразные вещи: фольга, электрический стул, аппарат для подсчета голосов, мимеограф, дом целиком из бетона и т. д.

Всеобщее восхищение вызвало и изобретение в 1877 г. фонографа — первого аппарата для механической записи звука. Он содержал вращающийся барабан, первоначально покрытый фольгой, а затем воском, и иглу, соединенную с мембраной, вставленной в рупор, как показано на рис. 9. Под действием звука игла совершала вертикальные колебания, оставляя канавку переменной глубины.

Фонограф, поначалу казавшийся чудом, сразу стал весьма популярным. Однако скоро у него появился опасный конкурент в виде изобретенного в 1887 г. Берлинером граммофона со звуконосителем в виде диска из шеллака с горизонтальной звуковой дорожкой. Помимо большей компактности и возможности легкого тиражирования, граммофон обеспечивал гораздо лучшее качество и громкость записи, поэтому Берлинер стремился записывать музыку и пение мировых знаменитостей, что льстило обывателю. Из-за этого граммофон быстро стал победителем, что, в конце концов, признал и Эдисон.

Эдисон считал себя химиком и в результате неудачных опытов в молодости потерял слух. Отличался исключительным трудолюбием и упорством, спал не более 4–5 часов. Он умер очень богатым человеком, и его заслуги были признаны во всем мире (рис. 10). Эдисону принадлежит больше всего патентов — свыше 3000, в том числе 1093 первичных, т. е. выданных в США. Он входит в число 25 самых выдающихся американцев, и ежегодно Международный институт инженеров электротехники и электроники (IEEE) вручает золотую медаль Эдисона за исключительные инновации. Сам этот институт, созданный в США в 1884 г., объединил энтузиастов, которые по инициативе Эдисона именовали себя инженерами-



РИС. 9. ◀  
Фонограф Эдисона

электриками. Был почетным членом АН СССР. В США есть музеи Эдисона, а рядом с одним из них на месте легендарной лаборатории в Менло-Парке установлена башня с символической лампой накаливания наверху. Биограф Эдисона Митчел Уилсон писал о нем: «Он дожил до старости, но не прекращал работы, не утратил своей гордости и никогда не знал горечи поражений» [8].

Эдисон был убежденным сторонником постоянного тока и переменных токов не признавал. К концу XIX века блага электричества не коснулись 95% населения даже в развитых странах, что объясняется невозможностью передачи постоянного тока на расстояние более одного километра от центральной станции. Поэтому широкая электрификация развернулась лишь после перехода к электротехнике переменных токов, начатому компаниями Westinghouse и AEG и сопровождавшемуся ожесточенной «войной токов». Об этом переломном моменте в истории электротехники будет рассказано в следующих статьях. ●



РИС. 10. ▶  
Эдисон  
в преклонные годы

## ЛИТЕРАТУРА

1. Микеров А. Г. Первые электрогенераторы и принцип динамо. Control Engineering Россия. 2016. № 3 (63).
2. Микеров А. Г. Первый практически полезный электродвигатель Яноби и его развитие. Control Engineering Россия. 2015. № 5 (59).
3. Микеров А. Г. Создание прототипов электродвигателей автоматки. Control Engineering Россия. 2016. № 1 (61).
4. История электротехники / Под ред. И. А. Глебова. М.: Изд-во МЭИ. 1999.
5. Feldenkirchen W. Werner von Siemens. Inventor and International Entrepreneur. Ohio State Univ. Press. 1994.
6. Микеров А. Г. Первые регуляторы паровых машин. Control Engineering Россия. 2014. № 4 (52).
7. Шателен М. А. Русские электротехники XIX века. М.-Л.: Госэнергоиздат.
8. Уилсон М. Американские ученые и изобретатели. М.: Знание. 1964.
9. Белькинд Л. Д. Томас Альва Эдисон. 1847–1931. М.: Наука. 1964.
10. Electric Lighting History. [www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Hist%F3ria/Electric%20Lighting%20History.pdf](http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Hist%F3ria/Electric%20Lighting%20History.pdf)

К концу XIX века ряд причин способствовал господству электротехники постоянных токов:

- переход от гальванических батарей к электромеханическим генераторам постоянного тока;
- внедрение гальванопластики, средств связи, электродвигателей и электротранспорта;
- появление освещения электрическими лампами, сначала дуговыми, а затем накаливания;
- ключевая роль Эдисона, создавшего совершенную лампу накаливания и централизованную систему электроснабжения, а также повысившего качество повседневной жизни многочисленными изобретениями и открытиями. Однако дальнейшая электрификация стала возможна лишь с развитием электротехники переменного тока.