Из истории электротехники

Электричество, 2018, № 7, с. 61–74 *DOI:10.24160/0013-5380-2018-7-61-74*

Блеск «Парижской оперы»

БОРОДИН Д.А.

Статья охватывает 40-летний период становления и развития электротехники и повествует о событиях, связанных с электрификацией всемирно известного театра: первый в истории опыт коммерческого электрического освещения (1849); первое в истории освещение улиц (Avenue de l'Opera) лампами Яблочкова (1878); знаменитые эксперименты, которые дали серьезный толчок развитию освещения (1881); первые звуковые трансляции в истории, ставшие предшественниками радио- и телетрансляций (1881); строительство крупной электростанции, расположенной в подвалах театра (1884–1887). Многие известные электротехники принимали непосредственное участие в оснащении этого театра электричеством: Фуко, Дюбоск, Яблочков, Эдисон, Сван, Максим, Бетчелор, Тесла, Пику и др. События, описываемые в статье, нашли отражение в многочисленных публикациях известных авторов, в том числе в журнале «Электричество». В статье рассказывается о горячих сторонниках электрического освещения, которые, не являясь электротехниками, способствовали его популяризации и развитию. В частности, о Шарле Гарнье, знаменитом архитекторе, создателе «Парижской оперы», чей вклад в электрификацию театра и популяризацию электричества был широко известен в то время. Статья может быть интересна не только электротехникам, но и историкам, искусствоведам и культурологам. К статье приложены список литературы и именной указатель, а также список персоналий, что показывает серьезность проработки темы и может помочь при возникновении вопросов к данному материалу.

Здание «Гранд опера» венчает статуя Аполлона. Бог света и покровитель муз поднимает высоко над собой золотую лиру. Это не только аллегория. Скульптура выполняет важную роль громоотвода, и электричество молний во время грозы устремляется к этому символу искусства. «Парижская опера» на протяжении первых лет становления электротехники подобно лире Аполлона «притягивала» к себе самые высшие достижения человечества в электричестве. История этого великого театра тесно переплетена с великой историей электротехники.

В 1849 г. «Парижская опера», расположенная в то время на улице Ле Пелетье (Le Peletier), ставила оперу «Пророк» французского композитора Джакомо Мейербера, премьеру которой с нетерпением ждали не только в Париже, но и во всей Европе. Ожидалось, что постановка будет грандиозной: музыка, пение, танцы, костюмы, декорации... Были приглашены лучшие певцы. Сама Полина Виардо готовилась исполнить одну из ведущих партий (Фидес), написанную специально для нее. Мейербер очень тщательно подходил к постановке своей оперы, прорабатывая все детали мизансцен, декораций и освещения. Подготовку спектакля сопровождали мучительные и долгие поиски правильных решений. Так, все попытки воспроизвести яркий блеск восходящего солнца в конце третьего действия не удовлетворяли взыскательного маэстро. Композитор считал, что «освещение должно быть на высоте его шедевра». Перепробовав все имеющиеся в театре источники света, Мейербер зашел в тупик. И тогда на помощь пришло электричество. Для того чтобы понять насколько новаторским было это решение, обратимся к истокам возникновения электрического освещения.

В 1799 г. великий итальянский ученый Алессандро Вольта создал первый в истории источник постоянного тока, который состоял из медных и цинковых дисков, смоченных электролитом («вольтов столб»). Это изобретение явилось мощным толчком в развитии науки об электричестве. В научных лабораториях всего мира стали создаваться подобные устройства. В 1802 г. русский ученый В.В. Петров собрал мощнейшую батарею из 2100 медно-цинковых пар, соединенных последовательно. Проводя различные опыты с этим источником тока, Петров открыл совершенно новое явление – электрическую дугу между двумя угольными электродами. В мае 1802 г. Петров провел публичные эксперименты перед широкой аудиторией представителей Медико-хирургической академии и Медицинской коллегии, демонстрируя возможности своего открытия. Именно из уст Петрова впервые прозвучало, что электрическая дуга в будущем

Рис. 1. Статуя Аполлона

будет использоваться как источник света. Свои результаты Петров опубликовал в книге «Известие о гальвани-вольтовских опытах» [1], которая, к сожалению, не получила широкой известности.

Несколькими годами позже, в 1809 г., английский ученый Гемфри Дэви, собрав гальваническую батарею из 2000 элементов, получил между двумя электродами из древесного угля сильную электрическую дугу. Время горения такой дуги составляло секунды, и угли выгорали. Для увеличения продолжительности горения Дэви поместил угли в герметичный сосуд и выкачал из него воздух. Время горения увеличилось, но было также непродолжительным. Этот эффект Дэви продемонстрировал в Королевском институте в Лондоне в 1813 г. В последующие 30 лет многие научные учреждения Европы повторяли такие эксперименты с электрической дугой, но до электрического освещения, которое можно было использовать для практических целей, было еще очень далеко.

Одним из камней преткновения для развития этого направления являлся источник электрического тока, вернее его отсутствие. Существующие устройства были громоздки, дороги, работали непродолжительное время, после которого их необходимо было отключать от нагрузки для восстановления. Трудами десятков ученых удалось серьезно продвинуть этот вопрос. В начале 40-х годов XIX в. появились гальванические элементы, обладающие «током громадной силы» [2]. Самыми известными были угольно-цинковые элементы Бунзена [3–4]. Свое название они получили по имени великого немецкого химика Роберта Вильгельма Бунзена, создавшего их в 1841 г. Строго говоря, в технической литературе при описании таких элементов можно встретить фамилии и других независимых авторов. Но блестящие работы Бузена в электрохимии по получению алюминия, кальция, натрия, хрома и других металлов, в которых он использовал свою батарею, прочно закрепили название «элемент Бунзена». Интересно, что в романе Жюль Верна «Двадцать тысяч льё под водой», написанном в 1870 г., в качестве источника питания для мощнейших электротехнических устройств подводной лодки капитана Немо применяется именно батарея Бунзена – наиболее эффективный источник тока тех лет.

В 1844 г. молодой французский физик Леон Фуко предложил использовать в качестве электродов тот же материал, который применил и Бунзен для своих гальванических элементов, – «угольные палочки, выпиленные из плотных слоев кокса, спекающегося у стенок газовых реторт. Эти палочки

Рис. 2. Роберт Вильгельм Бунзен (1811–1899)

Рис. 3. Жан Бернар Леон Фуко (1819–1868)

отличались изрядной электропроводностью и весьма медленным горением в воздухе» [2]. Первая дуговая лампа Фуко имела ручное регулирование, то есть расстояние между сгорающими углями все время необходимо было поддерживать оператору, обслуживающему устройство. Получив хорошие результаты, Фуко провел публичный опыт по демонстрации возможностей электрического освещения. Это случилось в зимний декабрьский вечер 1844 г. в Париже на площади Согласия [5].

В 1880 г. известный русский электротехник В.Н. Чиколев так писал о резонансе в научно-техническом мире от эксперимента Л. Фуко: «С этого момента начали возлагать некоторые надежды на электрическое освещение, и в течение времени с 1845 по 1850 гг. появилось множество регуляторов для электрического света и много разных способов

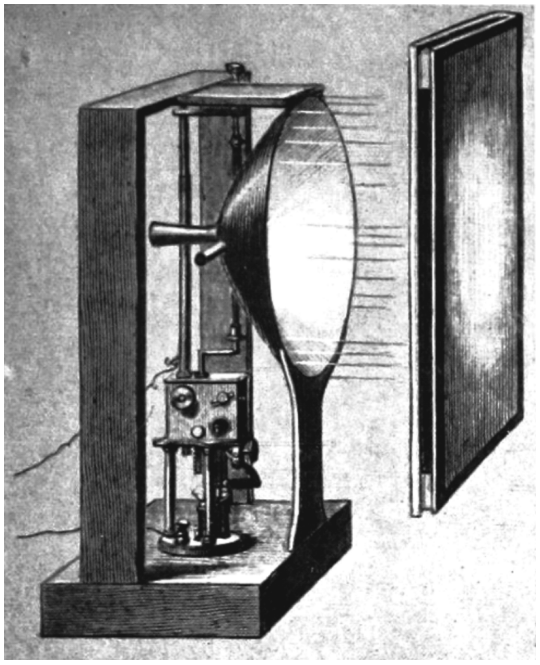

Рис. 4. Устройство для имитации солнца на сцене

электрического освещения, которые, оставшись совсем неизвестными на публике, были вновь изобретены в последние годы». Здесь необходимо дать короткое пояснение термину «регулятор». Для устойчивого горения дуги было необходимо тщательно поддерживать оптимальное расстояние между соосными электродами, расположенными друг напротив друга. Устройства, обеспечивающие это расстояние, назывались регуляторами. Это был один из самых сложных узлов дуговых ламп. Регуляторы сочетали в себе механическую и электрическую части. Механические элементы действовали посредством пружин, блоков или подвешенных грузов, а электрические чаще всего представляли собой электромагниты, включенные в электрическую цепь дуги [6, 7].

Но вернемся, наконец, к постановке «Пророка» в «Парижской опере». История об освещении площади Согласия была еще свежа в памяти. Мейербер попросил Леона Фуко сконструировать специальный механизм, позволяющий имитировать блеск солнца. Фуко с помощью своего партнера Жюля Дюбоска изготовил аппарат, и солнце в опере «Пророк» стало «электрическим». Источник света находился в центре параболического зеркала. Мощный луч направлялся на прозрачный экран, после которого свет «расплывался и принимал более естественные гармонические тона». Далее свет проходил через легкие полотна, при колебании которых получались отсветы, имитирующие игру света в облаках. Система позволяла также воспроизводить подъем светила на небосклоне, приводя в восторг зрительный зал. Прибор был очень капризным, требовал постоянного наблюдения и регулировки, свет от него сильно мерцал. Но это был самый лучший на тот момент источник электрического света. «Хорошая техника и великая музыка могут бросать вызов времени», – писал по этому поводу знаменитый французский ученый и литератор Луи Фигье [5]. «Электрическое солнце» в «Пророке» вошло в историю техники как первый

Рис. 5. Электрическое солнце в опере Мейербера «Пророк». 1849 г.

случай коммерческого использования электрического освещения.

Неоднократно бывал на этом спектакле русский классик И.С. Тургенев, который написал об увиденном: «Я около десяти раз видел «Пророка» и всякий раз открывал в нем новые красоты. ... Костюмы и декорации великолепны, ослепительны; дирекция не жалела издержек» [8].

Только один Мейербер, по словам очевидцев, всегда оставался недовольным. В течение нескольких месяцев Леон Фуко все время носил с собой громоздкий механизм регулятора и «постоянно жаловался на строгого маэстро». Фуко было 30 лет, он был небогат и зарабатывал на жизнь, печатая научные статьи в «Journal des Dйbats». Через шесть лет, в 1855 г., Леон Фуко исследует эффект нагревания проводников вихревыми индукционными токами, и термин «токи Фуко» навсегда войдет в электротехнику.

На протяжении следующих лет электрический свет не покидал сцену «Парижской оперы». Жюль Дюбоск постоянно работал над усовершенствованием регулятора, и в итоге его конструкция стала более простой и надежной. Талантливый изобретатель придумал многочисленные приспособления, позволяющие создавать различные световые эффекты: радугу, блеск молнии, подсветку фонтанов и др. «Парижская опера» в эти годы выступала законодателем моды электрических театральных новшеств. Устройства Дюбоска бойко расходились по всему свету [9–11].

Остановимся несколько подробнее только на одной постановке, использующей световые эффекты Дюбоска. 3 марта 1869 г. в «Парижской опере» состоялась премьера оперы Шарля Гуно «Фауст». Необходимо сказать, что до этого опера уже шла в других театрах около десяти лет. Для «Парижской оперы» Гуно изменил несколько речитативов и дописал балетную сцену «Вальпургиевой ночи». Опера получилась весьма эффектной и зрелищной. Электрический свет дуговой лампы сопровождал весь спектакль [12]. Мефистофель при появлении на сцене освещался ярчайшим красным светом, придающим ему пылающий вид. В другой сцене Мефистофель после своих знаменитых «Куплетов» в трактире («На земле весь род людской...») прокалывал шпагой нарисованный на вывеске винный бочонок, из которого чудесным образом лилось красное вино. «Винный фонтан» был изнутри подкрашен лучом дуговой лампы, размещенной позади емкости с водой.

Зрителей завораживала декорация церкви, пол которой был расцвечен светом солнца, проникающего через витражи храма. Этот эффект достигался при прохождении луча дуговой лампы через мозаику из цветных стекол. Знаменитая сцена в ночном саду Маргариты проходила также при свете дуговой лампы. Бледный белый свет регулятора сильно напоминал лунный. В третьем действии во время рокового поединка между Фаустом и Валентином при соприкосновении шпаг дуэлянтов проскакивали искры «самого адского типа», что объяснялось присоединением к металлическим клинкам проводов разной полярности [13, 14]. Опера Шарля Гуно занимала одно из ведущих мест в репертуаре «Парижской оперы» на протяжении десятилетий. Интерес публики к ней не ослабевал. В 1887 г. в «Гранд Опера» давали уже пятисотый спектакль «Фауста», а в 1894 г. отметили юбилейное тысячное представление.

В январе 1858 г. произошло покушение на французского императора Наполеона III. При подъезде монарха к оперному театру, расположенному на улице Ле Пелетье, заговорщики бросили в его карету несколько бомб. Было убито и ранено много людей. Император и его семья по счастливой случайности не пострадали. Чтобы не искушать судьбу второй раз, Наполеон III перестал посещать «Парижскую оперу» и велел построить для нее новое здание. В конце 1860 г. был объявлен конкурс на архитектурный проект театра. Выиграл его молодой малоизвестный архитектор Шарль Гарнье, и в 1862 г. началось непосредственное строительство новой «Парижской оперы». Это событие совпало с невероятной по своим масштабам реконструкцией Парижа. В 1853 г. префектом Сены стал барон Жорж Осман. Понимая, что Париж задыхается от узких кривых улиц, мешающих его развитию, Осман перекроил всю старую часть города, смело снося целые районы. Взамен по Парижу были проложены широкие бульвары, засаженные каштанами.

Здание театра удачно вписывалось в общую сетку кварталов строящегося Парижа. Улицу, выходящую к главному фасаду театра, назвали Avenue de l'Орйга. Её архитектурный облик соответствовал стилю строящейся оперы. Архитектор Шарль Гарнье, заботясь о перспективном виде на фасад своего детища, настоял на том, чтобы на улице не росли деревья. Возведение оперного театра затянулось на долгие годы. Причиной были технические, финансовые и политические трудности: грунтовые воды, Франко-Прусская война, гибель Второй французской империи и Парижской коммуны. Казалось, проблемам и бедам не будет конца. Несколько раз строительство полностью прекращалось. В конце 1873 г. в старом оперном театре на улице Le Peletier случился пожар. Он полностью погубил здание. Париж остался без своей оперы, что было просто немыслимо.

Правительство Третьей республики выделило серьезные средства и силы для ускорения строительства, и 5 января 1875 г. театр торжественно открылся. Президент Франции маршал Мак-Магон в присутствии более 2000 гостей со всего мира пере-

резал красную ленточку. На фасаде театра золотыми буквами было написано: «ACADEMIE NATIONALE DE MUSIQUE»[1].

Многолетние усилия и колоссальные затраты оправдали себя. Получился прекрасный оперный театр, поражающий размерами, роскошью и техническим оснащением. Даже сейчас это один из самых больших театров в мире – 173 м в длину, 125 м в ширину и 74 м в высоту. Великолепие сопровождало посетителей снаружи и внутри: монументальные разноцветные мраморные колоннады, фризы, скульптурные композиции, скачущие лошади, крылатые ангелы, скульптуры великих композиторов, богатые вестибюли, величественная «Парадная лестница», «Большое фойе», «Ротонда Солнца», «Лунное фойе», «Мозаичная галерея», хрустальные люстры, зеркала, картины известных художников, зрительный зал на 2200 мест, сцена, на которой могли играть 450 актеров... Только простое перечисление художественных и архитектурных шедевров «Парижской оперы» может занять не одну страницу. Здесь изысканная французская публика одновременно могла насладиться высоким искусством и показать себя во всем своем блеске на фоне роскошных интерьеров.

Но была еще одна важнейшая составляющая успеха оперного театра – техника. В театре применялись самые современные по тому времени системы вентиляции, отопления и газового освещения [15–19]. Общая длина чугунных, свинцовых, медных и латунных газовых труб составляла более 25 км [17]. Для уменьшения опасности пожара газовые лампы были оснащены новейшими устройствами удаления продуктов горения. Пламя каждого рожка было изолировано от внешней среды стеклом, и раскаленные газы направлялись в специальную трубу, соединенную с вентиляционной системой, и далее выбрасывались на улицу. В случае повреждения стекла специальный рычаг мгновенно перекрывал газ. Другое устройство не позволяло огню горелки полностью потухнуть во время спектакля, так как самостоятельно зажигаться газовые лампы не могли. Маленький синий огонек назвали «незабудкой».

В «Парижской опере» нашлось место и для электричества, которое использовалось в основном для сценических эффектов. Всю электрическую систему от источников электроэнергии до дуговых ламп проектировала и поставляла компания Жюля Дюбоска. Имя этого известного инженера и изобретателя уже несколько раз упоминалось в настоящей статье. Дюбоск был владельцем предприятия, производящего приборы и электротехническую аппаратуру, и на протяжении нескольких десятилетий активно сотрудничал с «Парижской оперой». Практически ни одна крупная постановка в театре не обходилась без оборудования этой компании. В статье известного французского писателя, ученого и популяризатора науки Гастона Тисандье, вышедшей в журнале «La Nature» сразу после открытия театра, подробно описано устройство электростанции («электрического зала»). Помещенная в этой статье великолепная гравюра по рисунку знаменитого французского иллюстратора Жюля Фера [20] позволяет подробно рассмотреть многие детали (рис. 6). Электростанция находилась в цокольном помещении театра. Электроэнергия вырабатывалась с помощью 360 электрохимических элементов Бунзена. На переднем плане гравюры видны рабочие в фартуках, готовящие оборудование к работе. Рядом с ними находятся несколько больших стеклянных бутылей с кислотами, оплетенных ивовыми прутьями для большей безопасности. Повсюду расставлены кувшины, ведра, деревянные тазы, наполненные водой и растворами кислот. На переднем плане можно также увидеть несколько цилиндрических цинковых электродов, лежащих на полу с отходящими от них электрическими проводами.

В центре помещения установлены 6 массивных столов, на каждом из которых находилось по 60 элементов Бунсена. Элементы были поставлены на столешницы из неполированного толстого стекла для защиты от действия кислоты. В нижней части столов находились специальные ванные, куда помещали цинковые пластины батарей после окончания представления. Азотную кислоту из сосудов батарей собирали в большой чан, закрывающийся деревянной крышкой. В правом углу «электрического зала» был большой резервуар с водой, которой разбавляли серную кислоту. Рядом с каждым столом был установлен кран. Провода от батарей направлялись к гальванометрам, следя за которыми можно было определить, на каком конкретно столе возникала проблема с генерацией электроэнергии. Далее провода шли на сцену, где их собирали в соответствующую схему в зависимости от требуемой интенсивности освещения. Между электрическим залом и сценой было примерно 120 метров.

Жюль Дюбоск в схеме электрификации театра использовал землю как дополнительный проводник. Дуговые регуляторы были установлены на колосниках сцены, откуда ярко освещали все театральное действие. Если требовались спецэффекты,

[1] В литературе того времени «Парижская опера» чаще называлась «Новой оперой» («Nouvel opйra»). Постепенно это название забылось, и театр вернул свое прежнее имя – «L'Opйra». В русском языке закрепилось больше название «Гранд-Опера». Современные французы называют это здание по имени архитектора «Опера Гарнье» (Opйra Garnier) или «Дворец Гарнье» («Palais Garnier»), воздавая дань уважения великому художни-

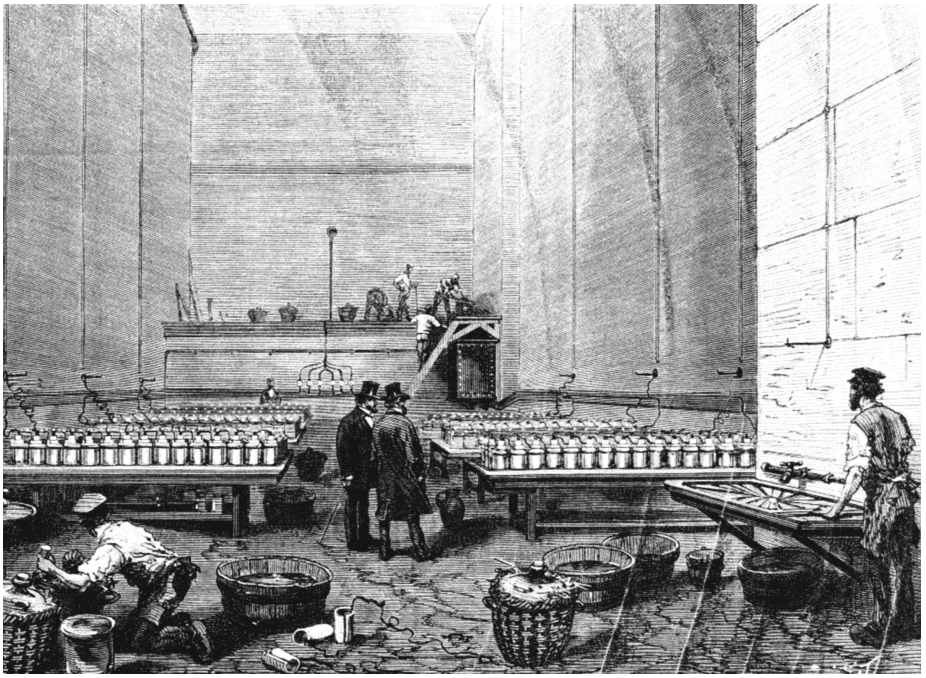

Рис. 6. Электрический зал «Гранд Опера». 1875 г.

то дуговые лампы устанавливали уже непосредственно на сцене. Необходимо отметить, что электрический свет для сценических эффектов был далеко не единственным. Чаще использовалось газовое освещение и его разновидность – «Друммондов свет», при котором кислородно-водородное пламя накаляло добела цилиндр из негашеной извести.

«Электрический зал» «Парижской оперы» был весьма популярен среди ученых и инженеров. Журнал «La Nature» писал: «... если ученый не боялся оказаться в лабиринте кулис, то он мог свободно изучать эффекты, используемые на сцене. Администрация оперы не забывала, чем она обязана электричеству, и с удовольствием открыла двери перед учеными» [20]. Автор статьи чуть ниже замечал: «Это одно из самых красивых в мире зрелищ, гордость и честь страны, поднявшее искусство на небывалый уровень, ставшее возможным в результате стольких титанических усилий и достижений ученых, оставляет после себя все-таки некоторый привкус горечи, когда мы после всего великолепия оперного театра бросаем свой взор на нищие факультеты Сорбонны и ее библиотеку, задыхающуюся в тесных старинных помещениях, требующих ремонта». Увы, читая эти строки, понимаешь, что ситуация с наукой за последние полтора века изменилась не очень сильно.

Публикация в журнале «La Nature» об электрическом освещении в «Парижской опере» весьма интересна и показательна, так как дает возможность оценить уровень применения электрического освещения в 1875 г. Несмотря на отличную организацию процесса производства электроэнергии, само электрическое оборудование в «Новой Опере» мало чем отличалось от того, что было применено 25 лет назад при постановке «Пророка». Те же батареи Бунзена и регуляторы Фуко-Дюбоска. До середины 70-х годов XIX в. не было создано ни одного практичного и удобного в эксплуатации источника электрического света. Регуляторы требовали постоянной настройки, при каждом таком устройстве должен был находиться оператор. А для того чтобы осветить весь театр, требовалось множество ламп.

Еще один серьезный недостаток состоял в том, что в электрическую цепь, питаемую от одного электромеханического генератора, включали только одну дуговую лампу. Существующие технологии не позволяли эффективно управлять электрической дугой при последовательном или параллельном соединении двух и более ламп. Эта проблема называлась «дробление электрического света». Историк техники Л.Д. Белькинд приводит весьма необычный с точки зрения современности проект начала 1870-х годов для освещения железнодорожного вокзала в Страсбурге: «Установка состояла из 60 дуговых ламп, которые нужно было установить в 60 отдельных цепях, каждая из которых должна была получать ток от отдельной динамомашины Сименса. Таким образом, силовая станция этой установки должна была иметь соответствующие по мощности паровые агрегаты и 60 отдельных генераторов» [21]. И все эти «столпотворенные электрические машины» нужно было вращать с помощью сложнейших и громоздких трансмиссий. Кроме того, в подобной электростанции необходи-

мо было наличие котельной с тоннами угля и дымовой трубой.

Собственно всеми этими причинами и объясняется отсутствие электромеханических генераторов в «электрическом зале» «Новой Оперы». Гораздо проще было собрать в независимые электрические схемы элементы Бунзена и питать ими несколько регуляторов. На тот момент электрическое освещение сильно проигрывало газовому, источники света которого были значительно проще и дешевле в эксплуатации. Газовые линии прекрасно могли разветвляться и дробиться, питая многочисленные светильники.

В конце 1875 г. (т.е. в год открытия «Новой оперы») на парижский завод Бреге, производящий точные механизмы и электротехнические устройства, устроился молодой человек, только что приехавший из России. Фамилия этого 28-летнего инженера была не известна в техническом мире. Но хозяин завода Луи Бреге не ошибся в молодом ученом, в распоряжении которого оказалась великолепная лаборатория. Спустя лишь полгода имя Павла Николаевича Яблочкова будет стоять в одном ряду с ведущими электротехниками того времени. 23 марта 1876 г. П.Н. Яблочков получил патент под номером 112024 на электрическую свечу. Изобретение было абсолютно оригинальным. Споров о приоритете этого устройства не возникало [22]. Стержневые угольные электроды у Яблочкова располагались не на одной линии, как это было раньше, а параллельно друг другу. Таким образом, расстояние между электродами во время горения дуги было всегда одинаковым, и регулятор не требовался.

Сразу стало понятно, что это выдающееся изобретение. В технической прессе и в переписке между электрофизиками наметилось большое оживление. Изобретение сопровождалось комментариями: «электрическое освещение больше не предмет роскоши», «неожиданная простота решения», «свеча приводила в восторг» и т.п. В это время Яблочков познакомился с Луи Денейрузом, неординарным человеком, одинаково талантливым инженером и предпринимателем. Это удачное знакомство помогло в дальнейшем в коммерческом продвижении дуговых ламп Яблочкова, который чаще ставил на первое место науку, забывал о деньгах. Оба инженера прекрасно понимали, что для коммерческого успеха одной блестящей идеи недостаточно. Необходимо было создать мощный механизм, позволяющий эффективно продвигать на рынке новую продукцию. С самого начала обязанности между Яблочковым и Денейрузом распределились следующим образом: Денейруз возглавил финансы и коммерцию, а Яблочков руководил научными изысканиями, производством свечей и следил за эксплуатацией освещения.

При питании от постоянного напряжения лампа Яблочкова имела одну серьезную проблему: один из электродов свечи сгорал быстрее и дуга гасла. Поэтому изобретатель использовал в своей системе переменный ток, что, по мнению инженеров того времени, являлось недостатком. Но переменный ток давал отличную возможность «дробления» дугового электрического света, что позволяло создавать сложные схемы освещения и использовать минимальное число генераторов. Для этого дуговые лампы подключались к вторичным концам индукционных катушек, первичные обмотки которых были соединены последовательно и питались от источника переменного тока. На первых порах Яблочкову приходилось применять устаревшие альтернаторы компании «Альянс». Одна такая машина могла одновременно питать до 6 свечей [23]. Чуть позже были разработаны более современные генераторы переменного тока. Их стала выпускать

Рис. 7. Павел Николаевич Яблочков (1847–1894)

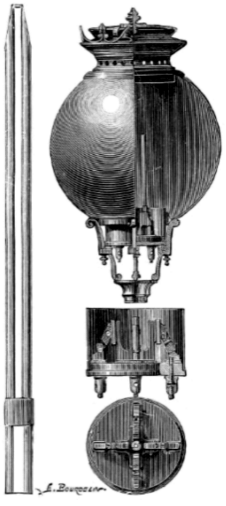

Рис. 8. Лампа Яблочкова

в больших количествах компания Грамма. Система Яблочкова, основанная на переменном токе, содержала все основные составляющие современного электроснабжения: генератор, линия электропередачи, трансформатор и приемник [24–26].

Одним из первых проектов «Генеральной электрической компании», использующей изобретения Яблочкова, было освещение улицы Оперы. В апреле 1876 г. правительство Франции принимает решение о проведении с мая по октябрь 1878 г. Всемирной выставки в Париже. Компании Яблочкова удалось договориться с Префектурой департамента Сены об опытном освещении улицы Оперы на время проведения выставки. На монтаж всей осветительной установки была отпущена только неделя. Все работы проводились в большой спешке, практически не осталось времени на наладку. Но, к счастью, все получилось [27–28].

Обратимся к описанию Луи Фигье, который был очевидцем первого пуска осветительной установки: «5 мая 1878 г. в 8 ч. вечера одновременно зажглись 32 электрических светильника, расположенные вдоль авеню Оперы. Большие стеклянные матовые шары излучали мощный, но мягкий белый свет с легким оттенком розового, напоминающий лунный. Эта иллюминация вызвала большой интерес у публики. Новое освещение резко контрастировало с газовым освещением прилегающих улиц. Еще недавно они казались хорошо освещенными, сейчас же погрузились во тьму, и пешеходы, сворачивая с улицы Оперы, были вынуждены теряться в темноте. Ровно такое же впечатление было у прохожих шестьдесят лет назад в 1819 г., когда площадь Карусель в Париже впервые внезапно осветили первые газовые горелки. Многие в то далекое время говорили, что вспышка газа заставила побледнеть свет древних фонарей. Теперь же эта фраза может быть перенесена на освещение Яблочкова. Газовое освещение, победившее в 1819 г., побеждено в 1878. Такова судьба всех человеческих изобретений. Они появляются как последнее слово техники, но являются только вехой на пути вечного прогресса» [5].

Рис. 9. Лампы П.Н. Яблочкова, установленные напротив «Парижской оперы»

На протяжении всей работы выставки каждый вечер на улицу Оперы стекались толпы людей посмотреть на это зрелище. Оно было абсолютно новым. Конечно, многие видели электрический свет, но так, чтобы десятки ламп осветили далеко не маленькую улицу протяженностью более 800 м, такого в человеческой истории еще не было. Avenue de l'Opйra была первой. Как только не называли эти лампы: «русский свет», «северный свет», «глобусы Яблочкова». Были и противники, которые жаловались на яркий свет, утверждая, что он «пугает лошадей».

Интересно свидетельство об освещении улицы Оперы, которое оставил композитор Петр Ильич Чайковский. В письме к Надежде Филаретовне фон Мекк в Вену от 22 декабря 1878 г. он поделился своими впечатлениями: «Освещалась ли при Вас Avenue de l'Opйra электрическим светом? Я прихожу в восторг каждый раз, как прохожу мимо этой улицы». В ответном письме Н.Ф. Мекк пишет: «Освещение Яблочкова меня также очень восхищает и возбудило во мне желание устроить его у себя в доме в Москве. Avenue de l'Opйra освещалась этим светом и при мне, и у нас в Hotel du Louvre двор также освещался электричеством. Это восхитительный свет, и как дешево такое освещение» [29].

Немного расскажем о самой установке освещения Яблочкова на улице Оперы. В начале и в конце улицы, в подвалах близлежащих домов располагались две блок-станции, включающие паровые машины мощностью в 36 л. с. и генераторы переменного тока конструкции Грамма. Обмотка генератора имела по 4 отпайки, каждая из которых питала электроэнергией по 4 свечи. Общая протяженность электрических линий составляла около 1000 м, что было, безусловно, смелым решением. По представлениям того времени передавать электричество на такие дистанции было нецелесообразно из-за больших потерь в проводах. Тем не менее свечи зажглись, и вся система работала устойчиво и надежно. Это была самая длинная линия электропередачи в то время. К светильникам электричество подводилось по подземным кабелям в изоляционной оболочке, пропитанной смолами и покрытой гуттаперчевым слоем. Фонари перед театром питались также от генератора Грамма, а вот светильники-канделябры, освещающие фасад са-

мой «Парижской оперы», питались от двух генераторов системы «Альянс» [30].

Завершая рассказ об освещении улицы Оперы, хочется привести слова В.Н. Чиколева: «Целый ряд публичных освещений во время Всемирной выставки, устроенных на улицах Парижа с расчетом на эффект, очаровали, взволновали и увлекли посетителей выставки со всего света. Об электрическом освещении заговорили уже не как об опытах или забаве, а как о деле серьезном, вполне пригодном для практики... Посетитель парижской Avenue de l'Opйra, театров, общественных собраний, где будет фигурировать электрическое освещение, уже не будет довольствоваться светом тех уличных фонарей и домашних ламп, которые прежде его вполне удовлетворяли» [2].

Буквально за два-три года после изобретения Яблочкова в мире появились десятки систем освещения: Браша, Вердерманна, Грамма, Жаспара, Жамена, Максима, Свана, Сименса, Эдисона и многих других. Число освещаемых с помощью электричества объектов стало исчисляться сотнями, а число производимых генераторов в год – тысячами.

Одним из ярых сторонников электрического освещения был Шарль Гарнье, архитектор «Парижской оперы». Лично знакомый со многими ведущими электротехниками того времени, Гарнье прекрасно понимал открывшиеся перспективы нового источника света. В октябрьском номере «La Lumiire йlectrique» 1879 г. вышла статья, вскрывающая ряд проблем освещения театра [31]. Большая часть этой публикации представляла собой выдержки из официального рапорта самого Шарля Гарнье Министерству изящных искусств Франции, посвященного вопросам модернизации здания оперы. Освещению в этом докладе уделялось главное внимание. Помещения театра находились в эксплуатации уже четыре года, и первые восторженные отзывы о великолепии интерьеров начали уступать место более критическим взглядам. Недостаточность освещения с годами становилась все более заметной. Роскошным интерьерам нужен был яркий свет. На стенах и потолках помещений появился пока еще легкий налет копоти. Эта «благородная» на тот момент патина обещала со временем стать большой проблемой для администрации театра и повлечь за собой серьезные и дорогостоящие реставрационные работы. Особое опасение вызывала роспись свода «Большого вестибюля». Картины художника Поля Бодри стали покрываться жирным налетом. Этот факт очень беспокоил автора картин, общественность и, конечно, самого Гарнье, который собственноручно пробовал очищать живопись с помощью мякоти белого хлеба и воды [31–32].

Несмотря на то, что система вентиляции «Гранд Опера» была тщательно продумана, атмосфера в театре была весьма далека от идеальной. При одинаковой интенсивности освещения газовая горелка производила тепла примерно в 10 раз больше, чем электрическая лампа. Разница в температурах партера и верхних ярусов составляла 8–9 градусов. Особенно сильно это ощущалось в летнее время. Любое представление в жару для публики и актеров становилось мукой. Кроме того, продукты горения, включающие сгорающую в пламени газовых ламп пыль, весьма дурно влияли на певческие голосовые связки [32].

Но еще одно важное обстоятельство заставляло Гарнье искать альтернативу газовому освещению. Это был страх потерять свое детище – «Парижскую оперу», театр, который впоследствии назовут его именем. Главной проблемой и риском газового освещения были пожары. Тепло от пламени газовых рожков высушивало все вокруг: дерево, материю, краски. Вдобавок, продукты горения газа, содержащие масла, со временем пропитывали интерьеры, которые становились все более пожароопасными. Одна искра могла воспламенить весь театр. Шарль Гарнье прекрасно понимал, что каждый театр представляет собой «чудовищный набор сухого топлива». «Лакокрасочные покрытия, украшения, холсты, расписанные маслом, легкие деревянные рамы, стеллажи из резного дерева, портьеры и шторы... все это только и ждет, чтобы взорваться, как пороховая бочка», – писал архитектор. Жизнь театра была значительно короче средней продолжительности жизни человека и составляла около 30 лет. В большинстве случаев причиной пожара был газ. Известна фраза Гарнье: «Театр неизбежно обречен на огонь» [5]. Пожары полностью уничтожали здания, и приходилось каждый раз начинать все заново.

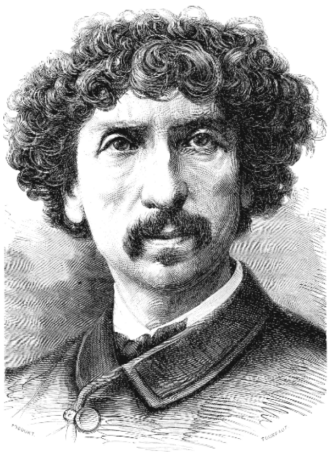

Рис. 10. Шарль Гарнье (1825–1898)

На памяти только одного поколения было несколько страшных пожаров, унесших тысячи жизней: театра в Кантоне 1845 г., театра в Квебеке 1846 г., театра в Карлсруэ 1847 г., московского «Большого театра» 1853 г., барселонского театра «Лисео» 1861 г. [33, 34]. В течение 100 лет «Парижская опера» горела трижды – в 1763, 1781 и 1873 годах. Последний раз огонь в «Парижской опере» на улице Ле Пелетье бушевал более суток.

Шарль Гарнье предлагал несколько альтернативных вариантов по модернизации освещения. Приводил цифры по стоимости того или иного мероприятия. Вместе с тем, красной нитью в его докладе проходила мысль о замене газового освещения на электрическое. Понимая всю радикальность своей идеи, Гарнье рекомендовал провести в театре «Парижской оперы» серию экспериментов, в которой будут участвовать несколько систем электрического освещения. Электрический свет предлагалось установить в вестибюлях, в зрительном зале и на фасаде здания.

Цвет существующих на тот момент дуговых ламп был не совсем приятным для глаз и проигрывал более «живому» желтоватому свету газовых горелок. Гарнье, как художник, прекрасно понимал это и предлагал окрашивать плафоны электрических ламп в желтоватые оттенки: «Мы уберем все недостатки газа. Больше не будет копоти, а качество света останется. Свет будет теплым, и окрашиваться так, как это требуется в помещениях памятников архитектуры» [31]. На проведение подобных опытов Гарнье запрашивал у министерства сумму в 10000 франков. Однако стремление Гарнье осветить электричеством свой театр столкнулось с непониманием и даже противодействием администрации. Этот факт был отражен в статьях, опубликованных в журналах «La Nature» и «Электричество» в 1880 г. [35–36]. Журнал «Электричество» писал: «Что касается электрического освещения, нам чрезвычайно приятно слышать, что знаменитый архитектор занимался изучением его с большим жаром и усердием. Но, увы! Всякая его попытка применить новую систему встречает многочисленные препятствия, и между ними препоны со стороны администрации занимают не последнее место». Далее журнал «Электричество» привел горькие слова самого Гарнье: «У вас есть желание, добрая воля, кредит, предложения заинтересованных в деле. Вы имеете за себя мнение сенаторов, депутатов, влиятельных лиц, покровительствующих той или иной системе. Архитектор к услугам каждого, и, несмотря на все это, вы ничего не достигаете! Мало помалу, теряется мужество, интерес к этим вопросам, которые доставляют только скуку и неприятности, и равнодушие заступает место прежнего воодушевления».

Статья заканчивалась такими словами: «Этот случай поучителен. Мы со своей стороны можем прибавить только, что, несмотря на все уверения, мы не можем допустить, чтобы великий художник, который построил Оперу, мог приложить на деле такие дурные слова, как уныние и равнодушие к прогрессу».

Граница 1870–80-х годов характеризовалась многочисленными экспериментами по освещению театров электричеством. В то время доминировала система освещения Яблочкова. В декабре 1878 г. восемь свечей Яблочкова зажглись в «Большом Театре» в С. Петербурге. Газета «Новое время» писала: «После первого действия оперы «Марта» (композитора Фридриха фон Флотова) газ в люстре почти потушили и внезапно зажгли электрический свет. По зале мгновенно разлился белый яркий, но не режущий глаз, мягкий свет, при котором цвета и краски женских лиц и туалетов сохраняли свою естественность, как и при дневном свете. Эффект был поразительный. Даже аристократическая публика первого абонемента неоднократно выражала свое одобрение самым шумным образом» [37].

Эксперименты со свечой Яблочкова были проведены также в театре «Шатле» Парижа в 1879 г. Примерно в это же время опыты были повторены в театре «Белькур» Лиона, но в гораздо большем масштабе. Одновременно зажглись 52 дуговые свечи. В зрительном зале и на сцене находились 24 светильника. Остальные свечи Яблочкова располагались в фойе и подвальных помещениях. Три альтернатора Сименса, размещенные в подвалах театра, питали всю установку. Отмечалось, что «большим успехом было то, что электрический свет не менял цвета декораций и равномерно освещал окружающее пространство». В феврале 1879 г. в английском «Альберт Холле» были проведены эксперименты с дуговыми лампами Яблочкова и Сименса в 6000 свечей [38].

И, конечно, надо сказать о главном событии в театральном освещении тех лет – электрификации крытого парижского ипподрома, расположенного рядом с мостом Альма («L'Hippodrome au pont de l'Alma»). Ипподром был местом красочных театрализованных представлений. Это был первый в мире театр, освещенный электричеством на постоянной основе: 120 дуговых ламп Яблочкова находились в зрительном зале, а 20 светильников освещали беговую дорожку. Свечи снабжались электроэнергией всего от четырех генераторов переменного тока конструкции Грамма. На ипподроме была установлена также и альтернативная система; 21 дуговая лампа Виктора Серрена освещала беговую дорожку. Для питания этих ламп потребова-

лось ровно столько же динамомашин, т.е. 21. Такое соотношение генераторов, предназначенных для двух разных систем, наглядно показывало преимущества освещения Яблочкова [39–40].

Известны более поздние эксперименты в «Гайети-театре» в Лондоне, который провел показательное освещение с помощью дуговых ламп Лонтена в 570 свечей, демонстрация электрического освещения в театре «Фоли Клермонтов» 1880 г., испытания в «Театре Бордо» в апреле 1881 г. и др. В это время прошли также первые пробы электрического освещения и в самой «Парижской опере». Это были лампы Яблочкова, Вердерманна и Лонтена [38]. Так, в конце 1879 г. были проведены опыты по освещению одного из фойе. Источником света служили 12 ламп конструкции Рихарда Вердерманна, размещенные на 4 люстрах. Лампы питались от двух генераторов Грамма. Каждая машина снабжала током по 6 последовательно включенных светильников. Лампа Вердерманна появилась в Англии в 1878 г. и стала одной из разновидностей лампы накаливания. Источником света был раскаленный до белого каления конец угольного стержня, по которому проходил постоянный ток. Лампа Вердерманна давала значительно меньше света, чем дуговые лампы, и ее можно было использовать в небольших помещениях [41–45].

Шарль Гарнье, несмотря на свою эмоциональность, был весьма взвешенным и прагматичным человеком. В 1881 г. он публикует свои мысли по поводу электрификации театра [19]. Архитектор считал, что время замены газового освещения еще не наступило. Гарнье опирался при этом на мнение своих консультантов-электротехников: «Человек может быть отличным инженером и мало понимать в театральном деле. Яблочков и Дюбоск, имеющие многолетний опыт по электрическому освещению и, конечно, соответствующие этим двум условиям, весьма далеки от того, чтобы говорить о быстрой адаптации своих систем к постоянному освещению сцены. Когда Дюбоск, этот выдающийся инженер, признает, что вопрос все еще преждевременен, становится трудно обманывать себя мечтой об электрическом освещении Оперы, и надо продолжать только исследования и эксперименты, которые в один прекрасный день смогут привести к счастливому решению».

Далее архитектор предлагал путь, по которому должна пойти «Парижская опера», чтобы безболезненно и качественно поменять газ на электричество. Гарнье писал: «...попробовать электричество можно в других театрах. Прежде чем сменить великолепную газовую систему освещения «Новой оперы», лучше начать с испытаний меньшей важности. Мы можем проверить новые системы на небольших сценах. Когда же они подтвердят свою работоспособность, их можно будет установить в других театрах, которые немного больше. Когда все эти установки достаточно разовьются и мы увидим их явное преимущество, то только тогда можно предоставить им возможность входа в «Парижскую оперу». Заметим, что предложенный Гарнье план был исполнен именно так, как его задумал великий архитектор, в чем мы убедимся ниже.

Широкие эксперименты по электрическому освещению «Новой оперы» все же были проведены. Поводом для этого послужила парижская Международная электрическая выставка 1881 г. Всего несколько лет минуло с момента первых успехов системы освещения П.Н. Яблочкова, но ситуация на рынке электротехники радикально изменилась. В экспозиции электротехнической выставки были представлены десятки осветительных систем. По этому поводу один из посетителей экспозиции, выдающийся немецкий инженер Оскар фон Миллер писал: «Освещение выставки превзошло самые смелые ожидания. Под сводами зала, на лестницах, словно тысячи звезд сияли лампы Эдисона. Дуговые светильники Браша, Сименса светили сильным светом, который сравнивали с солнечным. Свечи Яблочкова удивляли своей простотой. Лампы Кларка «Солей» заливали картинную галерею красивым и теплым светом. Но лампы Эдисона привлекли самое большое внимание посетителей выставки. Эти лампы можно было при помощи выключателей зажигать и тушить. И именно к этим лампам выстраивались очереди из желающих хоть один раз самому повернуть выключатель и ощутить волшебное его действие» [46].

Параллельно с выставкой проходил Международный электрический конгресс. В честь его участников 15 октября был дан торжественный концерт. Все приглашения на это мероприятие были сделаны непосредственно организатором и руководителем Парижской выставки 1881 г. министром почт и телеграфов Адольфом Кошери. В зале присутствовали президент Франции Жюль Греви, представители всех министерств, финансисты, дипломаты, члены иностранных делегаций, ученые, журналисты. Звучала музыка Шарля Гуно, Джузеппе Верди, Кристофа Глюка, Джоаккино Россини, Лео Делиба. Пели неподражаемые Мари Габриэль Краусс, Жан Лассаль и Анри Селлье, танцевала Рита Сангалли [47–48].

Но главной особенностью этого концерта была демонстрация в стенах театра нескольких разных систем электрического освещения. В этот вечер «Парижская опера» блистала не только композиторами, певцами, музыкантами и танцорами. Корифеи электротехники были главными участниками действия. Ч.Ф. Браш, Р.С.К. Вердерманн, И. Жаспар, Л. Кларк, Х.С. Максим, Д.У. Сван, Т.А. Эдисон и П.Н. Яблочков демонстрировали свои дости-

жения взыскательной публике. Это был «концерт электричества». Ведь слово «концерт» переводится как «состязание». А в эти вечера соревновались лучшие электроосветительные системы того времени. К сожалению, впечатление от гала-концерта немного испортили несколько неожиданных поломок электрооборудования, при которых свет гас. Но все прекрасно понимали, что это только начало, и отзывы о первом дне были самые добрые.

16 и 18 октября в «Гранд опера» были проведены более широкие эксперименты. Они оказались значительно удачнее. Газета «Le Figaro» писала: «Полученные результаты изумительны. Толпа, которая находилась в Оперном театре с 8 до 10, была очень впечатлена предлагаемым ей зрелищем, и со всех сторон были слышны только крики восхищения» [49]. Инициатором и организатором всех мероприятий был Шарль Гарнье.

Известны несколько журнальных статей, описывающих те события. Наряду с восторженными отзывами были и критические. Расхождение в оценках можно объяснить, по-видимому, тем, что авторы этих статей посещали «Парижскую оперу» в разное время. Такие разные мнения позволяют читателю составить наиболее полную картину происходившего. Парадная лестница встречала гостей ярким светом 38 дуговых ламп системы Чарльза Фрэнсиса Браша. Журнал «La Natue» писал по этому случаю: «Эффект был поразительный, и никогда лестница эта не была освещена так роскошно. Вольтова дуга средней величины чрезвычайно удобна для подобного рода освещения и, благодаря ей, электричество успело завоевать себе такое положение, которое газовое не будет в состоянии у него оспаривать» [50–51]. Наоборот, в журнале «La Lumiire йlectrique» автор писал что: «освещение от ламп Браша было недостаточным и поэтому дополнялось газовым... Лампы сильно мигали» [52]. В качестве источника тока Браш использовал динамомашину собственной конструкции с дисковым якорем, имеющую неплохие для того времени электромеханические характеристики. Время горения лампы составляло около 8 ч. Светильники Браша применялись как для освещения помещений, так и улиц.

Зеркальная галерея была освещена несколькими лампами Иосифа Жаспара с большими белыми рефлекторами. В дуговой лампе системы Жаспара применялся электромагнитный способ регулирования. Свет был спокойным и ровным. Но очевидцы отмечали, что вокруг ламп было темно и сами лампы были громоздкими и бесформенными и не гармонировали с окружающей обстановкой» [50–51].

«Ротонду абонентов», предназначенную для особых гостей театра, освещала «чрезвычайно эффектная» люстра с 16 лампами Вердерманна. Описывая этот светильник, очевидцы отмечали его великолепие и изысканность.

(Продолжение в следующем номере)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Петров В.В.** Известие о гальвани-вольтовских опытах. – Санкт-Петербург: Типография Государственной медицинской коллегии, 1803, 194 с.

2. **Чиколев В.Н.** История электрического освещения. – Электричество, 1880, № 5–6.

3. **Федотьев Н.П. и др.** Прикладная электрохимия. – Госхимиздат, 1962, 642 с.

4. **Изгарышев Н.А.** Электрохимия и ее технические применения. – Л.: Научное Химико-технологическое издательство, 1929, 412 с.

5. **Figuier L.** Les Nouvelles Conquктes de la science. L'йlectricitй. Paris: Librairie illustrйe, 1884, 644 p.

6. **Boulard J., Alglave Й.** La lumiire йlectrique. – Paris: Firmin-Didot et cie, 1882, 464 p.

7. **Fontaine H.** Йclairage L'Йlectricitй. – Paris: J. Baudry, Librare-Йditeur, 1877, 239 p.

8. **Тургенев И.С.** Несколько слов об опере Мейербера «Пророк» (Письмо к редактору). Сочинения. Т. 4. Повести и рассказы. Статьи и рецензии. 1844–1854.– М.: Наука, 1980, 688 с.

9. **Theatre** Lighting. Past and Present. Copering. – N.Y.: Ward Leonard Electric Company, Mount Veron, 1923, 58 p.

10. **Исмагилов Д.Г., Древалёва Е.П.** Театральное освещение. – М.: ЗАО Дока Медиа, 2005, 360 с.

11. **Михалевский Д.В.** История становления современной световой установки (XVII-XIX вв.). – Сб. материалов/Под ред. В.М. Виноградова, Я.Д. Чумакова. – М., 1986, 112 с.

12. **Gйraldy Fr.** L'йlectricitй au thйвtre. – La Lumiire йlectrique, 15 Juillet 1880, 1 Aoыt 1880, No. 14, 15.

13. **Новые** театральные эффекты. – Электричество, 1881, № 12.

14. **Дари Ж.** Электричество во всех его применениях. С.-Петербург: Типография А. С. Суворина, 1903, 448 с.

15. **Tissandier G**. La Science au Nouvel Opйra. Ventilation et Chauffage. – La Nature, 23 Janvier 1875, No. 86.

16. **Tissandier G.** La Science au Nouvel Opйra. Le Gaz de L'Йclairage. – La Nature, 30 Janvier 1875, No. 87.

17. **Nuitter Ch.** Le nouvel Opйra. – Paris: Librairie Hachette, 1875, 284 p.

18. **Garnier Ch.** Le nouvel Opйra de Paris. Volume I. – Paris: Ducher, 1878, 522 p.

19. **Garnier Ch.** Le nouvel Opйra de Paris. Volume II. – Paris: Ducher, 1881, 367 p.

20. **Tissandier G.** La Science au Nouvel Opйra. – La Lumiire Йlectrique, 6 Fйvrier 1875, No. 88.

21. **Белькинд Л.Д.** Павел Николаевич Яблочков (1848–1894). – М.: Издательство Академии наук СССР, 1962, 270 с.

22. **Figuier L.** Les Merveilles de la Science ou Description Popularie des Inventions Modernes. Tome 2. Supplйment. – Paris.: Jouvet et Cie, 1891, 674 p.

23. **Письмо** П.Н. Яблочкова Русскому физическому обществу.– Журнал Русского химического общества и физического общества, 1877, т. 9, вып. 4.

24. **Павел** Николаевич Яблочков. Труды. Документы. Материалы/Ответственный редактор М.А. Шателен. Составитель Л.Д. Белькинд. – М.: Издательство АН СССР, 1954, 464 с.

25. **Шателен М.А.** Русские электротехники XIX века. – М.; Л.: Государственное энергетическое издательство,1955, 232 с.

26. **Шнейберг Я.А.** Титаны электротехники: Очерки жизни и творчества. – М.: Изд-во МЭИ, 2004, 272 с.

27. **Яблочков П.Н.** О способе электрического освещения. – Записки русского технического общества, 1879, 3 вып.

28. **Saint-Rйmy L.** L'Йlectricite en robe de chambre. – Le Figaro, 7 juin 1878, № 158.

29. **Чайковский П.И.** Переписка с Н.Ф. фон-Мекк, том 1, 1876–1878. – М.; Л.: Academiya 1934, 644 с.

30. **Gèraldy Fr.** Éclairage Électique par le Sistème Jablochkoff. – La Lumière électrique, 10 Août 1881, No. 38.

31. **L'Éclairage** électrique a l'Opéra (Rapport de M. Ch. Garnier). – La Lumière électrique, 15 Octobre 1879, No. 8.

32. **Soulages C.-C.** La lumière électrique au grand Opéra. – La Lumière électrique, 16 Juin 1883, No. 24.

33. **Effenberger G.** Die Welt in Flammen. Hannover, 1913, 926 p.

34. **Савельев П.С.** Пожары-катастрофы. – М.: Стройиздат, 1994, 431 с.

35. **Освещение** театра «Гранд Опера» в Париже. – Электричество, 1880, № 11.

36. **Sur L'Éclairage** Électrique du Grand Opéra de Paris.– La Nature, 11 Septembre 1880, No. 380.

37. **Опыты** электрического освещения. – Новое время, 6 декабря 1878, № 997.

38. **Guerout A.** Exposition internationale d'Electricité de Munich: Application de la lumière électrique aux théвtres. – La Lumière électrique, 25 Aout 1883, No. 34.

39. **Hospitalier E.** Les Grandes Usines Électriques de Paris. Les Magasins du Louvre L'Hippodrome. – La Nature, 8 Mai 1880, No. 362.

40. **Geraldy Fr.** Les Éclairages Électroques a Paris. Sistème Jablochkoff. – La Lumière Electrique, 15 Juin 1880, No. 12.

41. **La lampe** électrique de M. Richard Werdermann. – La Nature, 30 Novembre1878, No. 287.

42. **Faits divers:** La lumière Werdermann a l'Opéra. – La Lumière électrique, 15 Décembre 1879, No. 12.

43. **Du Moncel T.** La Lumière Werdermann. – La Lumière électrique, 1 Décembre 1879, No. 11.

44. **La nouvelle** lampe électrique de Werdermann. – La Nature, 3 Janvier 1880, No. 344.

45. **Электрическая** лампа Вердерманна. – Электричество, 1880, № 5.

46. **Miller O.** Erinnerungen an die internationale Elektrizitatsausstellung im Glaspalast zu München im Jahre 1882. – Deutsches Museum. Abhandlungen und Berichte, München:, Jg. 4, H. 6.

47. **La Soirée Théâtrale.** Le Gala Des électriciens. – Le Figaro, 15 Octobre 1881, No. 288.

48. **La Soirée Théâtrale.** Le Gala des Électricins. – Le Figaro, 16 Octobre 1881, No. 289.

49. **La Soirée Théâtrale.** Le Spectacle d'autrefois. – Le Figaro, 19 Octobre 1881, No. 292.

50. **L'Éclairage Électrique** a L'Opéra. – La Nature, 22 Octobre 1881, No. 438.

51. **Электрическое** освещение здания Парижской оперы. – Электричество, 1881, № 20.

[07.02.2018]

*А в т о р: **Бородин Дмитрий Анатольевич** окончил Грозненский нефтяной институт в 1985 г. В 1992 г. в Московском энергетическом институте защитил кандидатскую диссертацию «Разработка математических моделей дугогасительных асинхронных двигателей с одним и несколькими статорами».*

Elektrichestvo, 2018, No. 7, pp. 61–74 ***DOI:10.24160/0013-5380-2018-7-61-74***

The Brilliance of the Paris Opera

BORODIN Dmitrii A. – *Cand. Sci. (Eng.)*

The article covers a 40-year period of the making and development of electrical engineering and describes the events connected with electrification of the world's famous theatre: the first in the history experience of introducing commercial electrical lighting (1849); the first in the history lighting of streets (Avenue de l'Opera) with Yablochkov lamps (1878); the famous experiments in the opera countries, which gave a strong impetus to development of lighting (1881); the first in the history sound translations, whichbecame the predecessors of radio and TV translations (1881); and construction of a large power station arranged in the theatre cellars (1884–1887). Many well-known specialists in electrical engineering directly participated in fitting this theatre with electricity: Foucault, Dubosc, Yablochkov, Edison, Swan, Maxim, Batchelor, Tesla, Piku, and others. The events described in the article were reflected in numerous publications of well-known authors, including those published in the Elektrichestvo journal. The article tells the readers about zealous supporters of electrical lighting, who, although not being electrical enginers, facilitated its promotion and development. In particular, the article tells the readers about Jean-Louis-Charles Garniert, a famous architect who designed the Paris Opera, and whose contribution in electrification of the theatre and popularization of electricity was widely known at that time. The article may be interesting not only to electrical engineers, but also to historians, fine art experts, and culture experts. The article is supplemented with a list of references and name index, and also a list of personalia, which shows a deep extent to which the topic has been elaborated and may be used as a help if any questions arise in readers to this material.

REFERENCES

1. **Petrov V.V.** *Izvestiye o gal'vani-vol'tovskikh opytakh* (The news of galvanic-voltaic experiments). – Sankt-Peterburg: Tipografiya Gosudarstvennoi meditsinskoi kollegii, 1803, 194 p.

2. **Chikolev V.N.** *Istoriya elektricheskogo osveshcheniya* (History of electric lighting). – Elektrichestvo, 1880, No. 5–6.

3. **Fedot'yev N.P. i dr.** *Prikladnaya elektrokhimiya* (Applied Electrochemistry). – Goskhimizdat, 1962, 642 p.

4. **Izgaryshev N.A.** *Elektrokhimiya i eye tekhnicheskiye primeneniya* (Electrochemistry and its technical applications). – L.: Nauchnoe Khimiko-tekhnologicheskoe izdatel'stvo, 1929, 412 p.

5. **Figuier L.** Les Nouvelles Conquктes de la science. L'Électricité. Paris: Librairie illustrée, 1884, 644 p.

6. **Boulard J., Alglave É.** La lumière électrique. – Paris: Firmin-Didot et cie, 1882, 464 p.

7. **Fontaine H.** Éclairage L'Électricité. – Paris: J. Baudry, Librare-Éditeur, 1877, 239 p.

8. **Turgenev I.S.** *Neskol'ko slov ob opere Meierbera «Prorok» (Pis'mo k redaktoru)* (A few words about Meyerbeer's opera The Prophet (Letter to the editor)). – M.: Nauka, 1980, 688 p.

9. **Theatre** Lighting. Past and Present. Copering. – N.Y.: Ward Leonard Electric Company, Mount Veron, 1923, 58 p.

10. **Ismagilov D.G., Drevalyova E.P.** *Teatral'noe osveshcheniye* (Theatrical lighting) – M.: ZAO Doka Media, 2005, 360 p.

11. **Mihalevskii D.V.** *Istoriya stanovleniya sovremennoi svetovoi ustanovki (XVII-XIX vv.)* (History of the formation of a modern light installation (XVII-XIX centuries.)): Sb. materialov/Pod red. V.M. Vinogradova, Ya.D. Chumakova. – M., 1986, 112 p.

12. **Géraldy Fr.** L'électricité au théвtre. – La Lumière électrique, 15 Juillet 1880, 1 Août 1880, No. 14.

13. **Novye** *teatral'nye effekty* (New theatrical effects) – Elektrichestvo, 1881, № 12.

14. **Dari ZH.** *Elektrichestvo vo vsekh ego primeneniyah* (Electricity in all its applications). – S.-Peterburg: Tipografiya A. S. Suvorina, 1903, 448 p.

15. **Tissandier G**. La Science au Nouvel Opéra. Ventilation et Chauffage. – La Nature, 23 Janvier 1875, No. 86.

16. **Tissandier G.** La Science au Nouvel Opйra. Le Gaz de L'Éclairage. – La Nature, 30 Janvier 1875, No. 87.

17. **Nuitter Ch.** Le nouvel Opéra. – Paris: Librairie Hachette, 1875, 284. p.

18. **Garnier Ch.** Le nouvel Opéra de Paris. Vol. I. – Paris, Dusher, 1878, 522 p.

19. **Garnier Ch.** Le nouvel Opéra de Paris. Vol. II. – Paris: Dusher, 1881, 367 p.

20. **Tissandier G.** La Science au Nouvel Opéra. – La Lumière Électrique, 6 Février 1875,No. 88.

21. **Bel'kind L.D.** *Pavel Nikolaevich Yablochkov (1848–1894)* (Pavel Nikolayevich Yablochkov (1848-1894)). – M.: Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, 1962, 270 p.

22. **Figuier L.** Les Merveilles de la Science ou Description Popularie des Inventions Modernes. T. 2. Supplément. – Paris.: Jouvet et Cie, 1891, 674 p.

23. **Pis'mo** *P.N. Yablochkova Russkomu fizicheskomu obshchestvu* (Letter P.N. Yablochkov Russian Physical Society). – Zhurnal Russkogo himicheskogo obshchestva i fizicheskogo obshchestva, 1877, t. 9, vyp. 4, Protokol 44 zasedaniya 1 marta 1877 goda.

24. **Pavel** *Nikolaevich Yablochkov. Trudy. Dokumenty. Materialy* (Pavel Nikolayevich Yablochkov. Proceedings. Documentation. Materials)/Otv. red. M.A. Shatelen. Sostavitel' L.D. Bel'kind. – M.: Izdatel'stvo AN SSSR, 1954, 464 p.

25. **Shatelen M.A.** *Russkiye ehlektrotekhniki XIX v.* (Russian electrical engineers of the XIX century). – M.; L.: Gosudarstvennoe energeticheskoe izdatel'stvo,1955, 232 p.

26. **Shneiberg Ya.A.** *Titany elektrotekhniki: Ocherki zhizni i tvorchestva* (Titans of Electrical Engineering: Essays on Life and Creativity). – M.: Izd-vo MEI, 2004, 272 p.

27. **Yablochkov P.N.** *O sposobe elektricheskogo osveshcheniya* (On the method of electric lighting). –- Zapiski russkogo tekhnicheskogo obshchestva, 1879, 3 vyp.

28. **Saint-Rémy L.** L'Électricite en robe de chambre. – Le Figaro, 7 juin 1878,No. 158.

29. **Chaikovskii P.I.** *Perepiska s N.F. fon-Mekk* (Correspondence with N.F. von Meck). T. 1. 1876–1878. – M.; L.: Academia, 1934, 644 p.

30. **Gиraldy Fr.** Éclairage Électique par le Sistиme Jablochkoff. – La Lumière électrique, 10 Août 1881, No. 38.

31. **L'éclairage électrique** a l'Opéra (Rapport de M. Ch. Garnier). – La Lumière électrique, 15 Octobre 1879, No. 8.

32. **Soulages C.-C.** La lumière électrique au grand Opéra. – La Lumière électrique, 16 Juin 1883, No. 24.

33. **Effenberger G.** Die Welt in Flammen. Hannover, 1913, 926 p.

34. **Savel'ev P.S.** Pozhary-katastrofy (Fires-catastrophes). – M.: Stroiizdat, 1994, 431 p.

35. **Osveshcheniye** *teatra «Grand Opera» v Parizhe* (Lighting of the Grand Opera Theater in Paris). – Ehlektrichestvo, 1880, No. 11.

36. **Sur L'Éclairage** Électrique du Grand Opéra de Paris. – La Nature, 11 Septembre 1880, No. 380.

37. **Opyty** *elektricheskogo osveshcheniya* (Experiments of electric lighting) – Novoe Vremya, 6 dekabrya 1878, № 997.

38. **Guerout A.** Exposition internationale d'Electricité de Munich: Application de la lumiиre électrique aux théвtres .– La Lumiиre électrique, 25 Aout 1883, No. 34.

39. **Hospitalier E.** Les Grandes Usines Électriques de Paris. Les Magasins du Louvre L'Hippodrome. – La Nature, 8 Mai 1880, No. 362.

40. **Geraldy Fr.** Les Éclairages Électroques a Paris. Sistиme Jablochkoff. – La Lumière Electrique, 15 Juin 1880, No. 12.

41. **La lampe** électrique de M. Richard Werdermann. – La Nature, 30 Novembre 1878, No. 287.

42. **Faits divers:** La lumiиre Werdermann a l'Opéra. – La Lumière électrique, 15 Décembre 1879, No. 12.

43. **Du Moncel T.** La Lumière Werdermann. – La Lumière électrique, 1 Décembre 1879, No. 11.

44. **La nouvelle lampe** électrique de Werdermann. – La Nature, 3 Janvier 1880, No. 344.

45. **Elektricheskaya** *lampa Verdermanna* (Werdermann electric lamp). – Elektrichestvo, 1880, No. 5.

46. **Miller O.** Erinnerungen an die internationale Elektrizitätsausstellung im Glaspalast zu München im Jahre 1882. – Deutsches Museum. Abhandlungen und Berichte, München:, Jg. 4, H. 6.

47. **La Soirée Théâtrale.** Le Gala Des Électriciens. – Le Figaro, 15 Octobre 1881, No. 288.

48. **La Soirée Théâtrale.** Le Gala des Électricins. – Le Figaro, 16 Octobre 1881, No. 289.

49. **La Soirée Théâtrale.** Le Spectacle d'autrefois. – Le Figaro, 19 Octobre 1881, No. 292.

50. **L'Éclairage Électrique** a L'Opéra. – La Nature, 22 Octobre 1881, No. 438.

51. **Elektricheskoe** *osveshcheniye zdaniya Parizhskoi opery* (Electric lighting of the building of the Paris Opera). – Elektrichestvo, 1881, No. 20.

[07.02.2018]