

Блеск «Парижской оперы»¹

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 del'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, Максимум, 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.

Ключевые слова: опыт коммерческого электроосвещения, электрификация «Парижской Оперы», звуковые трансляции, известные электротехники

Зрительный зал, обитый красным бархатом, был наполнен светом 72 свечей Павла Николаевича Яблочкова, размещенных вокруг большого купола. «Огненное кольцо», — так журналисты описывали впечатление от увиденного. Журнал «La Nature» писал: «Столь яркого освещения никогда еще не видели в стенах «Парижской оперы». Но здесь устроители освещения Яблочкова явно перестарались. Очевидцы отмечали «излишнюю избыточность иллюминации зала, в противовес более тусклому освещению сцены».

Мнение «La Lumière électrique» прямо противоположно: «Лампы Яблочкова, помещенные в разноцветные граненые плафоны, были похожи на драгоценные камни. Плафоны украшали зал, но одновременно и задерживали много света. Лампы горели тускло, и освещение зала было явно недостаточным, чтобы заменить большую люстру». Все зрители отмечали серьезные проблемы с шумом: «Для освещения театральной залы необходимы прежде всего лампы, не производящие никакого шума и дающие возможность изменять силу света. Оба эти условия существенно важны. Зачем же надо было прибегать к свечам Яблочкова, которые

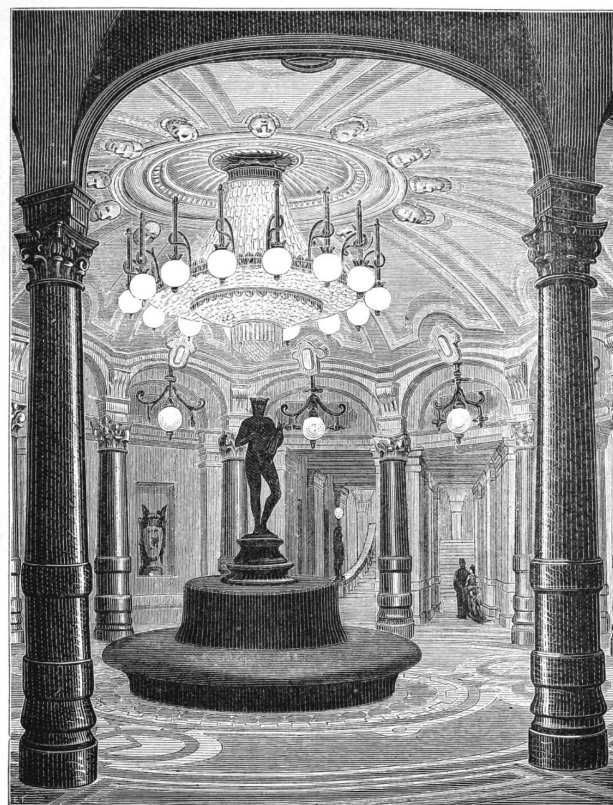


Рис. 11. Люстра с лампами Вердерманна в «Ротонде абонентов»

¹ Окончание. Начало в № 7, 2018.

в особенности в большом количестве производят неприятное гудение, раздающееся в театральном зале при каждой тихой мелодии» [50–51]. Журнал «La Lumière électrique» написал об этом событии также следующее: «Непрерывное гудение, которое свечи издают при работе, является особым недостатком. Этот звук не воспринимается в больших помещениях, например на ипподроме, художественной выставке, где люди двигаются и разговаривают. Но в небольших помещениях шум ощущается очень значительно. Например, это было сильно заметно, когда испытывали электроосвещение в «Парижской опере». Один из остроловов назвал этот шум «балетом майских жуков» [53]. Лампы Яблочкова освещали также балкон основного фасада. Они не были видны с площади, так как располагались за колоннами, но давали очень яркий свет, украшавший ночной вид театра.

В зрительном зале вместе со свечами Яблочкова находились и лампы конструкции знаменитого английского изобретателя и ученого Джозефа Свана. Эти лампы разместили на люстрах зала вместе с работающими газовыми горелками. Снизу было практически невозможно отличить лампы накаливания от газовых ламп. Может, поэтому пресса уделила лампам Свана мало внимания. А зря! Из всех систем освещения, продемонстрированных в эти дни, именно лампы Свана добились на тот момент максимального успеха на «театральном поприще». Буквально за неделю до публичной демонстрации возможностей электрического освещения в «Парижской опере» состоялось открытие нового театра в Лондоне – «Савой». И это был первый в истории театр, полностью освещенный лампами накаливания. Автором осветительной системы театра был Джозеф Сван [54–58].

В двух малых вестибюлях «Парижской оперы» находились лампы накаливания Хайрема Стивенса Максима, которые настолько ярко горели, что даже ослепляли посетителей. Некоторые опасались, что эти лампы могут лопнуть.

Большое фойе освещали лампы Томаса Альвы Эдисона, которые вместе с газовыми светильниками располагались на роскошных люстрах [59]. Правда, часть люстр имела только газовые лампы. Как и в зрительном зале, лампы накаливания «терялись» среди газовых. Это объяснялось тем, что представленные лампы Эдисона были предназначены для малых помещений. Великолепный потолок, расписанный Полем Бодри, утопал во мраке. Для дополнительного освещения свода Большого фойе в дальнейшем стали использоваться «солнечные лампы» (lampe soleil) конструкции Луи Клерка (Louis Clerc), свет которых был направлен вверх. Яркий, но в тоже время «живой» золотистый спектр этих дуговых ламп в наибольшей степени

подходил для освещения произведений живописи. Шедевры Бодри стали выглядеть как никогда замечательно. В Большом вестибюле постоянно толпился народ. Картины художника только что прошли реставрацию. С их поверхности удалили жир и копоть от газовых горелок. Только электрическое освещение давало возможность «как насладиться шедеврами живописи, так и сохранить их для потомков» [5].

Источником света в «солнечной лампе» был минерал, накалявшийся добела при близком контакте с электрической дугой (мрамор или магнезит). Таким образом, в этом светильнике одновременно сочетались свойства как дуговой лампы, так и «Друммондова света». Излучаемый свет имел красивый «золотистый, солнечный оттенок» в отличие от света вольтовой дуги, «напоминавшего лунный». Продолжительность горения электродов составляла 15–16 ч и значительно превосходила время горения всех существующих дуговых ламп. Время жизни мраморной вставки было чуть больше (20 ч), после чего ее необходимо было заменять новой. Вставка из магнезита служила гораздо дольше – около 100 ч. Подобно свече Яблочкова «солнечная лампа» питалась от источника переменного тока.



Рис. 12. Освещение «Большого фойе» с помощью ламп Эдисона, Максима и «солнечных ламп» Клерка

А вот еще один взгляд на те события, исходящий не от журналиста, а от непосредственного участника экспериментов Этьена де Фодора, впоследствии видного венгерского инженера-электрика, который в то время работал в команде Эдисона. Э. де Фодор, подчеркивая ведущую роль Шарля Гарнье в организации соревнований осветительных систем, писал: «Большой импульс в развитии нового электрического света был дан знаменитым французским архитектором Ш. Гарнье, который настаивал на замене газового освещения театра на электрический свет. Поэтому нескольким экспонентам на выставке было предложено установить свои системы в «Парижской опере». Снаружи театра были построены небольшие временные помещения, в которых располагались генераторные установки этих фирм. Под навесом Эдисона находилось два 30-сильных локомотива, связанных ременной передачей с динамо. Первые испытания показали очень яркое, но сильно мерцающее освещение всех дуговых систем. Правда, по сравнению с дуговым светом наши лампочки почти затерялись. К счастью, архитектор решил полностью убрать дуговое освещение и ограничил испытания только лампами накаливания. Это решение Гарнье было фактически началом победного шествия ламп накаливания».

Этьен де Фодор также очень интересно описал испытания системы Эдисона, которые были проведены 18 октября 1881 г. Читая эти строки, понимаешь, что некоторые эпизоды истории электротехники полны настоящего драматизма и участники тех событий совершали по-настоящему героические поступки. Фодор вспоминал: «Наступил великий вечер заключительных испытаний, и все было в полной готовности. Обслуживали локомотивы два кочегара и ирландский машинист по имени Грин. Все, включая автора этих строк, наблюдали за динамомашинами. Между нашей палаткой и большим фойе была сигнальная связь. Вольтметры и амперметры не использовались. Напряжение просто оценивалось по яркости ламп. В момент начала испытаний к нам поочередно поступало несколько сигналов из фойе театра, и мы ступенчато увеличивали напряжение. В какой-то момент локомотивы начали стонать, ремни проскальзывать, коллекторы опасно искрить, а медные проволочные щетки со своими паяными концами угрожали расплавиться. Потребовались влажные тряпки для охлаждения подшипников. После очередного сигнала «усилить напряжение» стальные пружины, прижимающие щетки к коллекторам генераторов, начали терять упругость. Мы стали также охлаждать их с помощью мокрой ветоши. Каждое такое «прикладывание» заставляло нас испытывать на себе сильный электрический удар. В конечном сче-



Рис. 13. Томас Альва Эдисон (1847–1931)

те, нам пришлось постоянно придерживать щетки руками. И тут мы получили новый приказ: больше напряжения на несколько минут. Сделав почти сверхчеловеческие усилия, наша маленькая команда продержалась до последней секунды. Мои пальцы были обжарены, наши тела болели, но мы выиграли битву. Гарнье был в восторге от наших огней, и система Эдисона доказала свою работоспособность» [60–61].

В «Парижской опере» осенью 1881 г. были впервые проведены и другие эксперименты, вошедшие в историю техники и ставшие предшественниками радио- и телетрансляций. Несмотря на то, что прошло всего несколько лет с момента появления первого телефона Александра Белла в 1876 г., идеей передачи звука на расстояние загорелись сотни изобретателей. Одним из них был француз Клеман Адер. На протяжении нескольких лет он совершенствовал различные телефонные системы, что в итоге вылилось в создание телефонной сети в Париже. Но Адер пошел дальше. Он задался целью не просто передавать человеческий голос, а транслировать музыкальные спектакли со всем многозвучием симфонического оркестра и пения, с объемным звуком, дающим иллюзию присутствия на самом представлении [62–64].

Первые результаты своей работы Адер продемонстрировал во время проведения Международной электрической выставки. Пресса говорила об этом «техническом аттракционе» как об одной из главных приманок: «Не успела открыться выставка, как толпа посетителей стала тесниться перед залами, в которых при помощи телефона можно было слушать представления «Парижской оперы».



Рис. 14. Телефонический зал. Трансляция из «Парижской оперы»

Четыре зала «Дворца промышленности» были предоставлены публике, дабы дать ей убедиться в «чуде из чудес». По периметру каждой комнаты были установлены двадцать «телефонных постов», каждый из которых состоял из пары репродукторов (рис. 14). В центре стоял стол, за которым сидел «телефонный известитель», управляющий процессом прослушивания».

Вот как описывал этот процесс журнал «La Nature»: «Нужно было самому слышать, чтобы убедиться, с какой отчетливостью происходила передача звуков. Слышны были не только голоса артистов, их шаги, но даже разговоры и аплодисменты публики... Все побывавшие в телефонической зале могли убедиться, что при слушании двумя ушами в два телефона получается необыкновенная рельефность звука, звук локализуется. С одним и тем же телефоном этого достигнуть нельзя... Здесь же совсем другое дело. Как только начинают доноситься звуки, все лица в воображении слушателя занимают определенные места, так что можно легко следить даже за их перемещениями».

Каким же образом Адеру удалось достигнуть стереофонического эффекта? Изобретатель по обе стороны будки суфлера разместил по пять микрофонов, питающихся от гальванической батареи независимо друг от друга. Сигналы микрофонов усиливались с помощью индукционных катушек и передавались из «Парижской оперы» на динамики «телефонных постов» «Дворца промышленности».

Сигнал от «левых» микрофонов поступал в «левые» динамики. Соответственно «правые» микрофоны передавали сигналы на «правые» динамики [5]. Идеи Адера легли в основу технологий стереофонии.

Парижская выставка 1881 г. «впустила» электрический свет на театральные подмостки. Шум, произведенный экспериментами в «Парижской опере», сделал свое дело. Большое число театров стало осваивать новый тип освещения [38, 65].

В год проведения Международной электрической выставки произошли три страшные катастрофы, также сильно повлиявшие на переход многих театров на электричество: 23 марта 1881 г. из-за утечки газа выгорел дотла оперный театр «Кот Д'Азур» в Ницце; 12 августа 1881 г. сгорел Пражский национальный театр, только что построенный на народные деньги; 8 декабря 1881 г. случилась страшная катастрофа в Венской опере: знаменитый великолепный «Ринг-театр», открытый всего лишь в 1874 г., превратился в кучу обломков.

В августе 1882 г. в Москве, в Камергерском переулке, засияли электрические огни «Русского драматического театра» или «Театра Корша» (сейчас здание Московского художественного театра). Театр был полностью оснащен электричеством. Фойе, зрительный зал, сцена, гримерные были оборудованы 360 лампами накаливания Эдисона и 15 дуговыми лампами. В сентябре 1882 г. театр «Варьете» в Париже был частично освещен лампами Свана, питающимися от аккумуляторов Камиля Фора. В октябре 1882 г. два театра Ливерпуля были освещены электрическими лампами компании «Maxim-Weston». За ними последовал «Театр оперы в Питсбурге» в Пенсильвании. 22 декабря 1882 г. Миланский оперный театр «Ла Скала» предстал перед публикой освещенным электрическим светом ламп Эдисона. Самое большое число ламп (1062) использовали во время представления оперы Дж. Верди «Дон Карлос» [66].

В 1883 г. число театров, постоянно или временно применявших электричество, еще более возросло [38, 67]: имперские театры Санкт-Петербурга; театры в Дюсбери и Честере (лампы Браша); Королевский театр «Дю Парк» в Брюсселе (3300 ламп накаливания); «Эден-Театр» в Париже; Королевский театр в Мадриде, освещенный «Электрическим обществом Барселоны» (1200 ламп накаливания); Национальный театр Будапешта (1000 ламп Свана); Королевский театр Эдинбурга; Дрезденская опера (лампы Эдисона); Пражский национальный театр (1700 ламп Эдисона); «Театр Манзони» в Милане (компания Эдисона); частичная установка ламп Свана в «Гайети-театре» в Лондоне; театр Штутгарта (лампы Свана); эксперименты по электрическому освещению в театре Венской опе-

ры; театр Брюнна (Брно), освещенный с помощью 1430 ламп накаливания и 9 дуговых ламп, и др. На этом поле, как мы можем убедиться из приведенного перечня театров, осталось три основных игрока: Эдисон, Максим и Сван.

Освещение театров становится серьезным направлением в развитии электротехнической отрасли, приносящим неплохой доход и отлично рекламирующим новые возможности электричества. Появляется все больше научно-технических статей, посвященных этому вопросу, в которых делаются попытки систематизации уже накопленной информации и даются практические рекомендации [68–69]. Лампы накаливания на мировых сценических площадках одержали убедительную победу над дуговым освещением.

Весь 1883 г. прошел в жарких дебатах различных министерств и администрации «Парижской оперы» с представителями электротехнических предприятий относительно объемов и сроков электрификации театра. Интересно, что электрическое освещение в этих дискуссиях называлось «настоящим светом» [32]. В результате появилось несколько проектов, активно обсуждаемых специалистами и общественностью. Некоторое время над освещением театра работал выдающийся французский инженер и изобретатель Марсель Депре [32]. Но абсолютным лидером по технической и коммерческой проработке стал проект компании Эдисона, о котором стоит рассказать более подробно. Были измерены помещения, сделаны предварительные чертежи и проведено несколько экспериментов с осветительным оборудованием. На первом этапе предполагалось сочетание электрического и газового освещения. В подвале театра планировалось установить котельную, паровую машину и две динамомашин по 50 л. с. каждая. Это позволило бы питать электроэнергией около 1000 ламп, большая часть из которых должна была освещать зрительный зал и Большое фойе. Вторая часть проекта полностью удовлетворяла все потребности театра в электрическом освещении, как внутреннем, так и наружном.

Компания Эдисона обязывалась поставлять электроэнергию за цену, не превышающую стоимость газа для освещения. Надо отметить, что это было весьма и весьма рискованное предложение, поскольку газовые компании, почувствовав сильного конкурента своему бизнесу, стали предлагать услуги по демпинговым ценам. Проект компании Эдисона был на грани себестоимости, а то сулил и большие убытки. Переговоры с администрацией театра проходили очень тяжело, постоянно прерывались. Ко всем трудностям добавлялось весьма непростое отношение к проекту Шарля Гарнье. Дело в том, что архитектор всеми возможными и невоз-

можными способами пытался не допустить размещения котельной внутри своей оперы, поскольку считал, что «огнедышащий дракон» котлов мог погубить театр. Гарнье был сторонником питания электрооборудования оперы от одной из центральных электростанций, которые должны были появиться в Париже в ближайшее время.

Со стороны компании Эдисона все переговоры возглавлял Чарльз Бетчелор. Этого незаурядного организатора и инженера называли «правой рукой» Эдисона. Получив образование механика-конструктора в Англии, Бетчелор в 1870 г. уехал в Соединенные Штаты. В 1871 г. начал работать на телеграфном заводе Эдисона и с этого времени стал одной из важнейших фигур в команде великого изобретателя. Эдисон называл своего друга и соратника «Бетча» «главным помощником по экспериментам». Бетчелор был участником важнейших проектов в области телеграфии, телефонии, фонографа и электрического освещения. В 1881 г. он руководил экспозицией Эдисона на Парижской выставке.

Французское законодательство требовало, чтобы все изделия, изготовленные по французским патентам, производились только в этой стране. И Эдисон послал Батчелора в Париж для организации процесса изготовления и установки своих систем освещения. Батчелор повторил уже проверенную структуру компаний Эдисона в Америке и создал три независимые фирмы: «Compagnie Continentale Edison» (контроль патентов), «Société Industrielle & Commerciale» (производство оборудования) и «Société Electrique Edison» (монтаж, испытания и ввод в эксплуатацию). Для производства ламп накаливания и динамомашин Бетчелор построил завод в Иври на окраине Парижа, который работал даже более эффективно, чем фабрики Эдисона в Америке.

Одним из подчиненных Чарльза Бетчелора в Париже был молодой инженер Никола Тесла, впоследствии выдающийся ученый. Известно, что Тесла принимал участие на начальных этапах освещения «Парижской оперы» в качестве инженера-электрика по монтажу и наладке электроустановок. Он проработал в Париже около двух лет (с 1882 по 1884 гг.) и был занят, по-видимому, в двух компаниях: «Société Electrique Edison» и «Compagnie Continentale Edison» [70–74]. Весной 1884 г. Батчелор был отозван Эдисоном в Америку, а перед своим отъездом рекомендовал Николе Тесле устроиться на работу в Соединенных Штатах к Эдисону. Летом 1884 г. Тесла также отплыл в Америку.

Поворотным моментом в эпопее электрического освещения «Парижской оперы» стало лето 1884 г. В зрительном зале смонтировали 100 элек-

трических ламп с матовыми стеклами. При этом газовое освещение оставили таким, каким оно уже было. Большого влияния на общую освещенность и температуру в зале это новшество не оказало. Полумрак и жара оставались прежними. Несколько позже добавили еще 120 электрических ламп на сцену, которые также работали параллельно с газовым освещением. Несмотря на нарушение техники безопасности, были изготовлены специальные двойные рамы с двумя рядами газовых и электрических светильников (рис. 15). Первый ряд занимали электролампы, а за ними находились газовые горелки.

Практически сразу после установки электроосветительной аппаратуры во время спектакля произошла авария на одной из динамомашин. Часть электрических ламп потухла. Правда, как заметили очевидцы, это почти не сказалось на общем освещении. Но темные электролампы, загораживающие свет газовым горелкам, стали отбрасывать «жуткие» тени на все декорации сцены, что явилось «катастрофой и практически сорвало спектакль». Газовый двигатель начал работать с перебоями, сильно стуча клапанами, что было хорошо слышно в зале. На какой-то момент электрическое освещение «впало в немилость» администрации и персонала театра. Но достаточно быстро силами рабочих компании Эдисона общая конструкция была улучшена, и сбой больше не повторялся.

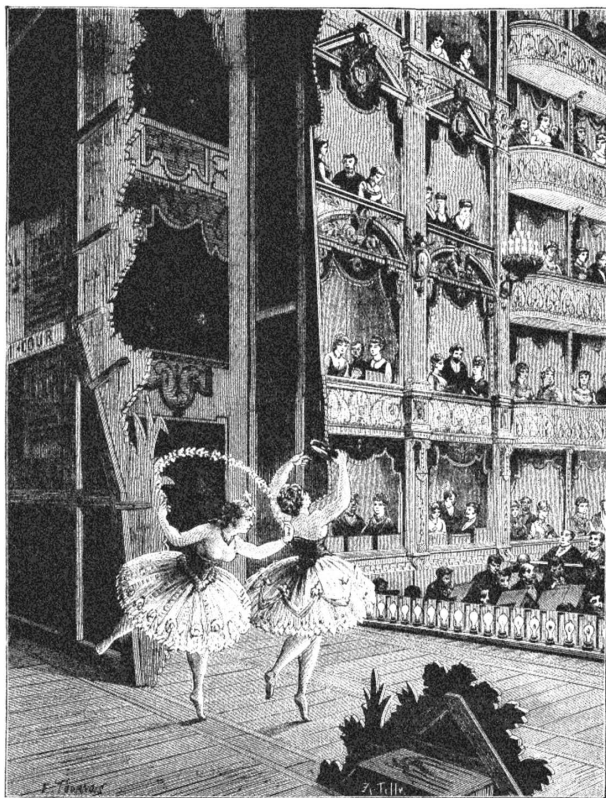


Рис. 15. Освещение сцены газовыми горелками и лампами Эдисона (1884 г.)

Благодаря матовому стеклу свет от ламп Эдисона не раздражал глаза актеров и публики. В итоге администрация театра стала мало-по-малу склоняться к окончательной замене газового освещения электрическим. Журнал «La Lumière électrique» 20 сентября 1884 г. писал об этих первых спектаклях с электрическим освещением: «Вот уже 2 месяца, как в «Парижской опере» работает небольшое число ламп накаливания Эдисона. К этому моменту светит 220 электрических ламп при подавляющем численном превосходстве газовых горелок» [75].

Нелишне заметить, что в публикациях тех месяцев чувствовалось некоторое раздражение нерешительностью администрации театра. Не избежал критики даже сам Шарль Гарнье: «Месье Гарнье, вечно беспокоящийся о своем дворце, не должен ли он помешать продолжению нанесения вреда своему ребенку! Если немедленно не прийти на помощь, все будет бесповоротно испорчено. После всех экспериментов с электричеством в «Парижской опере», не пришло ли время установить его окончательно и в полном объеме. Пусть центральная электростанция появится не скоро. Подвалы оперы достаточно просторны, чтобы легко установить необходимое оборудование. Чтобы в этом дворце музыки наши глаза наслаждались теми эффектами, которые может произвести свет и еще раз свет!» [75].

В этом же 1884 г. было окончательно принято решение об электрификации «Парижской оперы» силами компании Эдисона. Зал, сцену и коридоры должны были освещать 1800 ламп [76]. Предполагалось также частичное освещение балкона фасада оперы свечами Яблочкова. Seriously обсуждалось освещение потолка Большого фойе с помощью «солнечных ламп» Кларка, а большая люстра зрительного зала должна была сочетать лампы накаливания и дуговые лампы.

Прежде чем продолжить рассказ об освещении «Парижской оперы», необходимо сказать о печальном событии, произошедшем в конце 1884 г. Неожиданно 2 ноября «после кишечного заболевания» скончался директор театра Огюст-Эммануэль Вокорбейль. Именно при этом директоре были проведены «электрические эксперименты» в театре, в том числе знаменитые опыты 1881 г. Вообще, 1884 г. был очень тяжел: в Париже — холера, театры пусты.

Перенесемся еще на один год вперед. В конце декабря 1885 г. журнал «La Lumière électrique» опубликовал статью, проясняющую текущее состояние дел по электрификации «Парижской оперы»: «В настоящий момент электричество проникло во все части оперного театра. Чтобы добиться этого результата, требовалось порвать со всеми

привычками прошлого. Необходимы были вера в будущее и желание дать публике ощутить на практике последние достижения науки. Огромные подвальные помещения Оперы с их мощными сводами как нельзя лучше подходят для установки машин и котлов, производящих электричество. В этих помещениях достаточно места для «тысяч лошадей», спрятанных в паровых и электрических машинах» [77]. Журнал отмечал большой вклад в электрификацию «Парижской оперы» Луи Ро, руководителя «Société électrique Edison». Он был членом знаменитого общества «Пионеры Эдисона» (Edison Pioneers), в которое входили известные электротехники, сотрудничающие с Эдисоном до 1885 г.

В связи с деятельным участием в создании электрического освещения театра в статье были упомянуты фамилии Пьера Гайара и Евгения Ритта² — двух новых директоров театра, пришедших на смену почившему Огюсту Вокорбейлю. Новые руководители пропадали в Опере днями и ночами, пока не добились коммерческого успеха.

На этом этапе все электрические лампы были установлены в «публичных местах». Суммарная мощность электростанции «Парижской оперы» составляла на тот момент около 300 кВт. Процесс замены газового освещения электрическим проходил постепенно — работа театра не прерывалась. Газовые трубы повторно использовались для прохождения в них электрических линий. Провода на стенах и потолках закрывались декоративными деревянными карнизами. Кабель для большой люстры зрительного зала имел длину 270 м при сечении меди в 200 мм². В случае необходимости кабель поднимался и опускался вместе с люстрой на 21 м.

Спустя десятилетие этот кабель станет причиной несчастного случая. 20 мая 1896 г. во время спектакля неожиданно вспыхнул свет и в зрительный зал с ужасным грохотом упал противовес люстры, состоящий из тяжелых чугунных дисков, надетых на металлический стержень. Публика в панике устремилась к выходу. Никто ничего не понял. Думали, что это теракт. К чести администрации театра, силами охраны, актеров и музыкантов удалось оперативно провести эвакуацию. Мгновенно прибыла полиция. Пострадало несколько зрителей. Под завалом нашли тело 56-летней консьержки мадам Шомет (Chomette). В это же время начался пожар, который быстро смогли потушить.

На следующий день в театре собралась комиссия, состоящая из представителей полиции, власти, архитектуры и искусства. Пригласили несколько экспертов-электротехников. Семидесятилетний Шарль Гарнье также присутствовал при

² Гайар был выдающимся французским оперным певцом (бас) и режиссером. Ритт начинал свою карьеру как комик, затем был директором нескольких ведущих парижских театров.

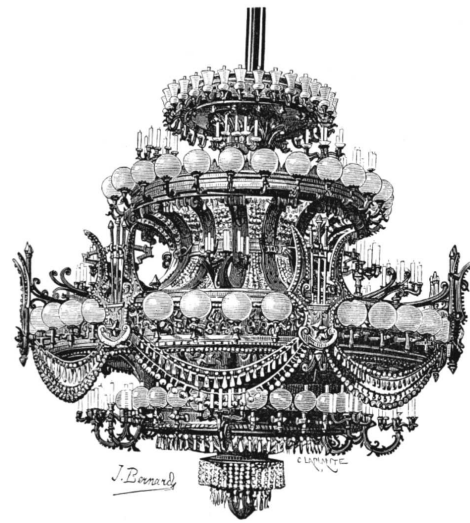


Рис. 16. Люстра зрительного зала

этом расследовании. Было установлено, что в результате короткого замыкания загорелся токопроводящий кабель люстры. Огонь перекинулся на трос, после чего противовес рухнул в дымовую трубу, пробил потолок пятого яруса зрительного зала и упал на кресла четвертого яруса. Комиссия установила, что электрический кабель и провода не были изолированы друг от друга защитными кожухами, что являлось нарушением техники безопасности. После небольшого ремонта театр был вновь открыт [78]. В 1909–1910 гг. французский писатель Гастон Леру опишет в своем знаменитом романе «Призрак Оперы» это происшествие, весьма приукрасив реальную историю [79]. Интересно, что в романе Г. Леру постоянно присутствуют два директора театра, прототипами которых послужили уже упомянутые П. Гайар и Е. Ритт.

В июле 1886 г. после испытательного периода с 1800 лампами Эдисона, продолжавшегося около трех лет, министр искусств Франции, наконец, принял окончательное решение запретить использование газового освещения в «Парижской опере» и заменить его полностью электрическим [80]. По окончательному проекту предполагалось увеличить интенсивность освещения на четверть. Общее число ламп должно было превысить семь тысяч. Заключительный этап оснащения Оперы электричеством прошел под руководством известного французского электротехника Амеди Верна, главного инженера «Континентальной компании Эдисона». Верн обучался в Англии, позже стажировался у самого З.Т. Грамма, трудился некоторое время в компании П.Н. Яблочкова. Несколько лет проработал в Индии и Бирме. Вернувшись в 1882 г. во Францию, стал сотрудником компании Эдисона, в которой руководил установкой освещения в «Опера-Комик», «Одеоне», Пале-рояле», «Гранд-Опера»

и др. Одновременно управлял постройкой и оснащением первых станций освещения в Париже.

К весне 1887 г. электрификация «Парижской оперы» была полностью завершена. Результаты этого большого проекта подробно описаны в ряде публикаций [22, 76, 80]. Совершим короткую прогулку вместе с авторами этих работ по театральным помещениям. Луи Фигье писал: «С марта во всех частях «Парижской оперы» установлено электрическое освещение. Так что газ, так сказать, изгнан. В прошлом году в публичной зоне, т.е. в холле, в фойе и прилегающих хозяйственных постройках, были распределены лампы накаливания Эдисона и «глобусы» Яблочкова. Весной это освещение было распространено на вторую половину здания, занятую администрацией и художественными мастерскими. Новая электрическая установка добавила к чудесам нашего национального здания Оперы новую ценность. Все зрители нынешних спектаклей оперного театра могут оценить своими глазами тот необычайный блеск, который обрело помещение величественной лестницы. Сияние исходит от таких белых, таких ярких и таких чистых маленьких ламп Эдисона. В этом случае месть Гарнье, несомненно, счастлив, так как он даже не ожидал такого потрясающего эффекта. Мы знаем, что живопись зрительного зала с ее шоколадным оттенком

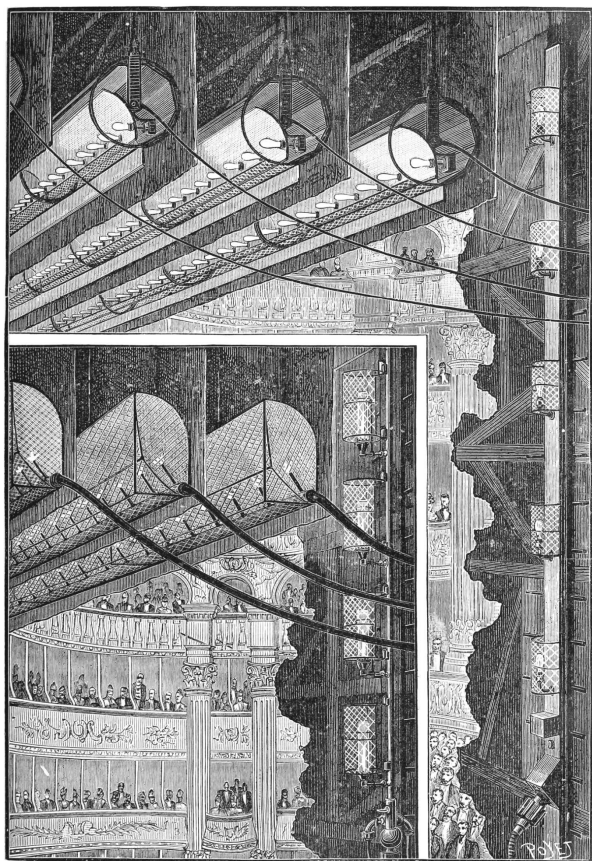


Рис. 17. Примеры газовых горелок, освещавших сцену «Парижской оперы» и пришедших им на замену электрических светильников

придавала интерьеру характер некоторой печали и не гармонировала с туалетами дам. Электрическая люстра и маленькие лампы накаливания с их сверкающим алмазоподобным светом вступили в борьбу с этими неудачными условиями. Сегодня зал и особенно парадная лестница выглядят действительно феерично!»

Известный французский иллюстратор техники Луи Пойе детально изобразил электрические светильники, установленные в «Парижской опере» [81, 82]. На рис. 17 показаны примеры газовых горелок, освещавших сцену «Парижской оперы» и пришедших им на замену электрических светильников [22, 76]. Под лампами Эдисона хорошо видны: выключатель, помещенный в небольшую прямоугольную коробку, свинцовая пломба и электрический разъем. Лампы, задействованные на сцене, как и газовые горелки, имели сетчатые защитные экраны.

Спустимся в подвалы оперы с помощью плана электростанции театра [80], созданного известным французским гравером географических карт Эмилем Морье (рис. 18). Электростанция «Парижской оперы» находилась примерно под Большой лестницей и Большим фойе.

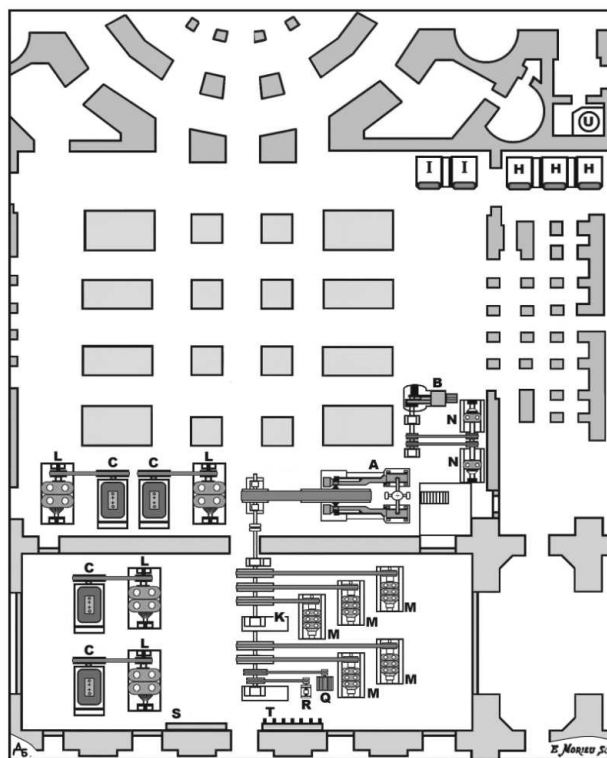


Рис. 18. План электростанции «Парижской оперы», 1887 г.: А – паровая машина Корлисса (250 л.с.); U – дымовая труба; В – паровая машина Армингтона (100 л.с.); С – паровая машина системы «Weyher & Richmond» (140 л.с.); H, I – водотрубный котел системы Бельвилля; L – динамомашин Эдисона–Пику (800 А); М – динамомашин Эдисона (375 А); N – динамомашин Эдисона (300 А); Q – генератор переменного тока Грамма (24 свечи); R – возбудитель генератора переменного тока; K – трансмиссия; S – распределительный щит; T – регулятор возбуждения генераторов постоянного тока

Пять водотрубных котлов системы Жюльена Бельвилля (Belleville) располагались в небольшом помещении размером 15х6 м. Котельная обеспечивала 10 т пара при начальном давлении 12 кг/см². Каждый котел мог работать независимо от других. Таким образом, электростанция могла ступенчато наращивать объем производимого пара при различных режимах работы в дневное и вечернее время. Один из котлов постоянно находился в оперативном резерве, что увеличивало надежность всей системы, которая ставилась во главу угла. Так, все паропроводы от котлов к паровым машинам закольцовывались и дублировались. В случае прорыва трубы можно было быстро изолировать аварийный участок без остановки всей системы. Дымовая труба котельной диаметром 1,36 м и высотой 39 м, сделанная из оцинкованного листа, выходила во внутренний двор оперы, невидимый снаружи, и не портила вид здания. Для снабжения паровых котлов водой знаменитым французским гидрогеологом Леоном Дрю была пробурена скважина глубиной в 37 м. Вода поверхностных горизонтов, которой были наполнены некоторые залы подвала, не совсем годилась для котлов. Поэтому были приняты все необходимые меры предосторожности, чтобы изолировать ее от скважины цементными кольцами. Кроме того, в случае интенсивного расхода этой «верхней воды» фундаменты оперы могли быть повреждены. Дебит колодца составлял около 65 м³/ч. Но и при этом воды не всегда хватало, и ее «добирали» из парижского водопровода. Интересно отметить, что Леон Дрю много работал в России и стоял у истоков Кавказских минеральных вод. Так, в Ессентуках им было пробурено три скважины и исследован источник № 17, который известен до сих пор своей целебной водой [83].

Залы генераторов находились примерно в 60 м от котлов. Первой установкой, которую можно было встретить на пути, была машина Армингтона (100 л.с., 300 об/мин), установленная на случай аварии и соединенная ременной передачей с двумя динамо Эдисона (300 А). Вдобавок к этому для обеспечения аварийного и дежурного освещения в ночное время была предусмотрена аккумуляторная батарея общей массой более 10 т. Почти сразу за машиной Армингтона располагались две спаренные паровые машины (по 60 об/мин) конструкции Джорджа Корлисса, суммарная мощность составляла 250 л.с. Двигатели Корлисса снабжали через трансмиссионный вал механической энергией пять динамомашин Эдисона, каждая из которых могла питать по 500 ламп и имела рабочий ток 375 А. Трансмиссионный вал также вращал генератор переменного тока Грамма и его возбуждатель, применяющиеся для питания ламп Яблочкова.

Здесь мы сталкиваемся с весьма забавным фактом. Компания Эдисона, обычно «на смерть» стоящая за постоянный ток, пошла «на поводу» у администрации театра и Шарля Гарнье, допустив в «систему Эдисона» «враждебный элемент» – систему Яблочкова. Пусть и в малом количестве, но переменный ток, питающий «глобусы Яблочкова», оказался востребованным в «Парижской опере». Яркий свет этих ламп прекрасно освещал большие объемы, проникая повсюду. Даже значительное число ламп Эдисона не справлялось с колоссальными размерами театра. И тогда на помощь свету ламп накаливания приходил дуговой свет.

Далее, видим оборудование, установленное в последний год электрификации Оперы. Это, в первую очередь, четыре 140 сильных паровых машины системы «Weyher&Richemond» вертикального типа. Они были специально разработаны для электроосветительных установок заводов и театров, где место для размещения, как и в случае с «Парижской оперой», было ограничено. Машина развивала большую мощность в относительно малом объеме и работала очень тихо, что также было важно. Частота вращения машины составляла 160 об/мин. Через ременные передачи каждая из машин «Weyher&Richemond» была соединена с динамо на 1000 ламп (800 А). Эти генераторы компания Эдисона построила специально для «Парижской оперы» в своих мастерских в Иври (недалеко от Парижа) в соответствии с исследованиями и расчетами Ромуальда Пику, директора этих мастерских. Пику был достаточно известным электротехником и автором многочисленных книг. Некоторые его труды переведены на русский язык: «Руководство к технической электротехнике», «Постоянные магниты. Расчет и техника применения». Динамомашин Эдисона–Пику обладала великолепными электромеханическими характеристиками для своего времени: генерируемое напряжение 125 В; рабочий ток 800 А; частота вращения 350 об/мин; КПД 96,5%.

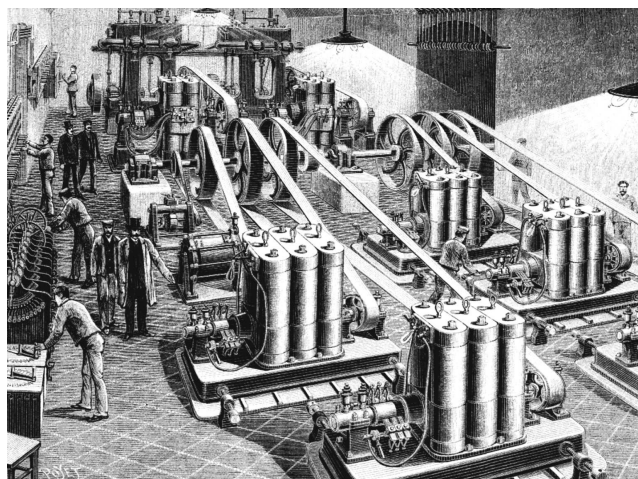


Рис. 19. Зал динамомашин

На гравюре Луи Пойе показан главный зал динамомашин (рис. 19). Этот рисунок позволяет нам увидеть весьма интересные детали. Например, динамомашины Эдисона устанавливали на специальных платформах-салазках, которые могли перемещаться с помощью винтов, чем обеспечивалось необходимое натяжение ременных передач. На каждом генераторе имелась индикаторная лампа, по накалу которой можно было оценить значение вырабатываемого напряжения. Ток от генераторов подводили к нескольким настенным распределительным щитам — системе коммутирующих устройств, соединенных между собой медными шинами. Батареи сопротивлений для регулирования напряжения генераторов находились рядом с одним из распределительных щитов. Электростанцию обслуживала целая бригада, рабочие были одеты в единую форму.

Дополнительно управлять освещением сцены можно было с помощью так называемого «светового органа», благодаря которому один специально обученный оператор мог по определенному сценарию дистанционно изменять накал 1200–1600 ламп, создавая всевозможные сценические световые эффекты. Работа этого специалиста так и называлась «игра на органе» (*jeu d'orgue*). Из рис. 20 можно понять устройство «светового органа» «Парижской оперы»: 34 изолированных рычага, размещенных в два ряда, могли независимо друг от друга регулировать ток в 34 линиях. Оператор мог воочию видеть требуемую степень освещения сцены по яркости ламп, установленных над системой ры-

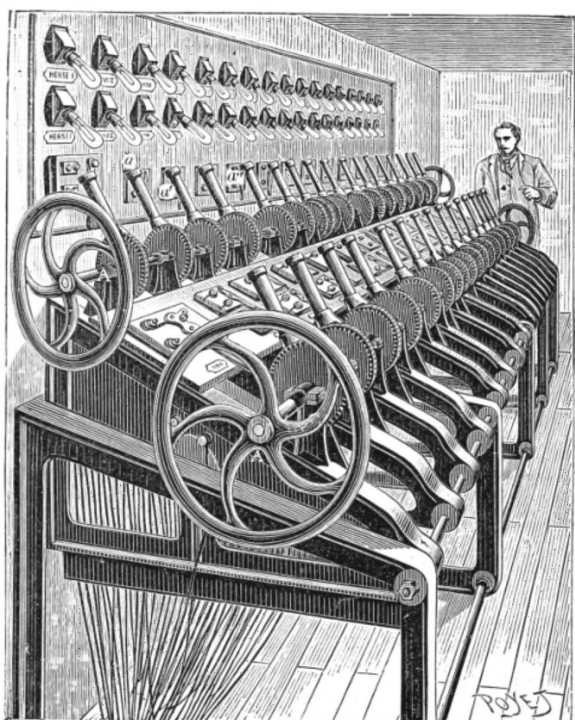


Рис. 20. Световой «орган» «Парижской оперы»

чагов. Под каждой лампой была пояснительная надпись, облегчающая работу «органиста» [22].

Здесь описана только часть оборудования подвалов. Система помп, воздухоудовок, распределительных клапанов, конденсаторов, различных вспомогательных машин позволяла максимально облегчить обслуживание такого сложного механизма. При одновременной работе всех паровых двигателей электростанция развивала мощность в 950 л.с. Динамомашины при этом могли питать 7700 ламп. Но при обычном режиме работы освещения было достаточно при включении 3000 ламп в 10 свечей и 1000 ламп в 16 свечей.

Машинный зал «Парижской оперы» производил незабываемое впечатление. Находясь внутри этого громадного подвального помещения с трансмиссионными валами, ременными передачами, динамомашинами, распределительными и коммутирующими устройствами трудно было себе представить, что вся эта грохочущая мощь направлена на службу Мельпомене, на создание волшебного праздника, именуемого театром. Что все это превратится наверху в великолепие света и красочного действия, и тысячи людей будут наслаждаться игрой актеров, красотой архитектуры и живописи.

Заключение. В 1889 г. в Париже прошла очередная Всемирная выставка. Самым прославленным ее участником был Томас Альва Эдисон, которого встречали как августейшую особу. Президент Франции Сади Карно наградил изобретателя орденом Почетного легиона. Париж в его честь изготовил золотую медаль. Повсюду Эдисона сопровождали толпы чиновников, инженеров, деятелей искусств и просто любопытных. Многочисленные мероприятия чередовались одно за другим: встреча в Академии наук Франции; торжественный банкет, организованный газетой «Le Figaro»; прием, устроенный Французским обществом гражданских инженеров на только что построенной Эфелевой башне и др.

Побывал Эдисон и в «Парижской опере», причем несколько раз. Изобретателю показали его электростанцию, обеспечивающую электроэнергией все колоссальное здание. Перед входом в подвалы театра висел большой плакат с нарисованными лампами накаливания и надписью: «Да здравствует Эдисон!» [84–86]. Позже Эдисон вспоминал: «Президент Франции предоставил мне свою личную ложу. «Парижская опера» была одной из первых освещена лампами накаливания, и руководители театра с большим удовольствием продемонстрировали мне лабиринт подвалов с проводами, динамо и т.д. Когда я вошел в ложу, оркестр сыграл американский гимн и все люди в зале встали. Я был весьма смущен» [87].

Во время одного из посещений Эдисона «Гранд-Опера» в театре шла большая опера «Гугеноты» Джакомо Мейербера, композитора, по чьей воле в далеком 1849 г. зажглась первая в истории коммерческая электрическая лампа. Этот дуговой светильник принес в «Парижскую оперу» Жан Леон Фуко. И именно тогда электрический свет сумел вырваться из лабораторий ученых и стал приносить практическую пользу. Ровно сорок лет спустя в «Парижской опере» под музыку того же великого музыканта зрители приветствовали человека, чье имя прочно вошло в сознание людей как создателя электрического освещения.

Статью хочется закончить словами великого архитектора Шарля Гарнье, который написал еще в 1878 г. о своем заветном желании: «Я мечтаю о том, что здание Оперы когда-нибудь будет освещено. И это освещение будет отличаться от всего, что уже было сделано. ... Я хочу, чтобы цветные люстры свисали с потолков балкона фасада. Чтобы искрящееся кружево огней разливалось над стройными колоннами, чтобы широкая полоса оранжевого света пробегала по аттику. Чтобы купол зала был залит разноцветными огнями, устремляющимися к его вершине. И, конечно, чтобы над всем этим господствовал Аполлон в сиянии могущественного электрического света, сверкая тысячами огней, отраженных от его лиры»[19].

Краткая информация автора о деятельности упоминаемых в статье ученых, политиков, предпринимателей и представителей творческих профессий будет опубликована в следующем номере журнала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

52. **Soulages C.-C.** Le sexpériences d'éclairage électrique a l'Opéra. — La Lumière électrique, 26 Octobre 1881, No.60.
53. **Nélius.** Sur quelques imperfections de la bougie Jablochkoff. — La Lumière électrique, 15 Juin 1880, No. 12.
54. **Soulages C.-C.** A propos de l'йclairage du Savoy-Theatre. — La Lumière électrique, 28 Janvier 1882, No. 4.
55. **Nelius.** L' éclairage électrique de Savoy-Theatre a Londres. — La Lumière électrique, 28 Avril 1882, No. 14.
56. **The Savoy Theatre.** — The Times, 3 October 1881.
57. **The Savoy Theatre.** — The Times, 11 October 1881.
58. **Description** of lightbulb experiment. — The Times, 29 December 1881.
59. **Soulages C.-C.** L' Éclairage électrique du foyer de l'Opéra. — La Lumière électrique, 25 Février 1882, No. 8.
60. **Etienne de Fodor.** The Edison System in Europe. Forty Years Ago. — Electrical World, July-Dec, 1922, No. 11.
61. **Hughes Thomas P.** Networks of Power: Electrification in Western Society. 1880–1930. — Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1983, 474 p.
62. **Laster D.** Splendeurset misères du théatrophone. — Romantisme, 1983, No. 41.
63. **Телефоническая** передача театральных представлений по системе Адера. — Электричество, 1881, No. 22.
64. **Auditions Téléphoniques** Théatrales sistème Ader. — La Nature, 24 Septembre 1881, No. 434.
65. **L' éclairagedes théâtres.** — Bulletin de la Compagnie internationale des téléphones, 1883, No. 41.
66. **Ferrini R.** L' éclairage électrique du théâtre de la Scala a Milan. — La Lumière électrique, 3 Avril 1884, No. 14.
67. **Электрическое освещение** театров. — Электричество, 1883, No. 9.
68. **О технических условиях** для составления проекта электрического освещения театров. — Электричество, 1883, No. 6–7, 10–11.
69. **Чиколев В.Н.** Технические правила для устройства электрического освещения в театрах (проект) — Электричество, 1883, No. 8.
70. **Mrkich D.** Nikola Tesla: The European Years. — Ottawa, 2003, 144 p.
71. **Наука.** Величайшие теории (вып. 36). Двухстороннее движение электричества. Тесла. Переменный ток/Пер. с исп. М.: Де Агостини, 2015, 176 с.
72. **Carlson W.B.** Tesla: Inventor of the Electrical Age. — Princeton University Press, 2013, 520 p.
73. **Цверева Г.К.** Никола Тесла (1856–1943). Л.: Наука, 1974, 188 с.
74. **Сейфер М.** Никола Тесла. Повелитель Вселенной/Перевод с англ. Е. Моисеевой. М.: Эксмо, Яуза, 2008, 608 с.
75. **Soulages C.-C.** L' éclairage électrique des théâtres: A propos de l'installation de l'Opéra. — La Lumière йлектриque, 20 Septembre 1884, No. 38.
76. **Figuiet L.** L' Éclairage électrique a l'Opéra de Paris. — La Nature, 21 Mai 1887, No. 729.
77. **de Pezzer O.** Note sur l' éclairage électrique de l'Opéra. — La Lumière électrique, 26 Décembre 1885, No. 52.
78. **Grisson G.** L'Accident de L'Opera. — Le Figaro, 21, Mai 1886.
79. **Леру Г.** Призрак Оперы/Пер. с фр. Д. Мудролюбовой. Изд: Азбука, 2017, 352 с.
80. **Dieudonné E.** L' éclairage électrique des théâtres de Paris — La Lumière électrique, 23 Juin 1888, No. 25.
81. **Каск А.Н., Бородин Д.А.** Изобразить электричество. Развитие электротехники и журнальная иллюстрация конца XIX в. — Коммуникации. Медиа. Дизайн, 2016, т. 1, № 1.
82. **Бородин Д.А., Бородин В.Д.** Богиня Электричества. — Электричество, 2016, No. 8–9.
83. **Соснина Е.** Франсузы на Кавминводах. — Пятигорская Правда, 9 Сентября 2008.
84. **Les Théâtres.** — Le Petit journal, 19 Août 1889, No. 9733.
85. **Courrierdes Théâtres.** Le Figaro, 22 Août 1889.
86. **Лапиров-Скобло М.Я.** Эдисон: ЖЗЛ. М.: Журнально-газетное объединение, 1935, 344 с.
87. **Dyer F.L., Martin T.C.** Edison his Life and Inventions. V1-2, New York and London: Harper & Brothers Publishers, 1910, 988 p.

[07.02.2018]

Автор: 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».

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, which became the predecessors of radio and TV translations (1881); and construction of a large power station arranged in the theatre cellars (1884–1887). Manywell-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 werereflected 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, afamousarchitectwho 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, butalso to historians, fine art experts, and culture experts. The article issupplemented with al ist of references and nameindex, and alsoalist 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.

Key words: *experience of introducing, commercial electrical lighting, ielectrification «Paris Opera», sound translations, specialists in electrical engineering*

REFERENCES

52. **Soulages C.-C.** Les expériences d'éclairage électrique a l'Opéra. – La Lumière électrique, 26 Octobre 1881, No. 60.
53. **Nélius.** Sur quelques imperfections de la bougie Jablochkoff. – La Lumière électrique, 15 Juin 1880, No. 12.
54. **Soulages C.-C.** A propos de l'éclairage du Savoy-Theatre. – La Lumière électrique, 28 Janvier 1882, No. 4.
55. **Nelius.** L'éclairage électrique de Savoy-Theatre a Londres. – La Lumière électrique, 28 Avril 1882, No 14.
56. **The Savoy Theatre.** – The Times, 3 October 1881.
57. **The Savoy Theatre.** – The Times, 11 October 1881.
58. **Description of lightbulb** experiment. – The Times, 29 December 1881.
59. **Soulages C.-C.** L'Éclairage électrique du foyer de l'Opéra.– La Lumière électrique, 25 Février 1882, No. 8.
60. **Etienne de Fodor.** The Edison System in Europe. Forty Years Ago. – Electrical World, July-Dec, 1922, No. 11.
61. **Hughes Thomas P.** Networks of Power: Electrification in Western Society 1880–1930. – Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1983, 474 p.
62. **Laster D.** Splendeurset misères du théâtrophone. – Romantisme, 1983, No. 41.
63. **Telefonicheskaya peredacha teatral'nyh predstavlenij po sisteme Adera.** (Telephonic transfer of theatrical performances through the Ader system). – Elektrichestvo. 1881, No. 22.
64. **Auditions Téléphoniques** Théatrales système Ader. – La Nature, 24 Septembre 1881, No. 434.
65. **L'éclairagedes théâtres.** – Bulletin de la Compagnie internationale des téléphones, 1883, No.41.
66. **Ferrini R.** L'éclairage électrique du théâtre de la Scala a Milan. – La Lumière électrique, 3 Avril 1884, No. 14.
67. **Ehlektricheskoe osveshchenie teatrov.** (Electric lighting of theaters). – Ehlektrichestvo, 1883, No.9.
68. **O tekhnicheskikh usloviyah dlya sostavleniya proekta ehlektricheskogo osveshcheniya teatrov.** (About technical conditions for drafting the electric lighting of theaters). – Ehlektrichestvo, 1883, No. 6–7, 10–11.
69. **Chikolev V.N.** – Elektrichestvo. – in Russ. (Electricity), 1883, No. 8.
70. **Mrkich D.** Nikola Tesla: The European Years. – Ottawa, 2003, 144 p.
71. **Nauka.** Velichaishiye teorii: vyp. 36: Dvuhstoronneye dvizheniye elektrichestva. Tesla. Peremennyjtok. (Two-way traffic of electricity. Tesla. Alternating current)/Per. s isp. – M.: De Agostini, 2015, 176 p.
72. **Carlson W.B.** Tesla: Inventor of the Electrical Age. – Princeton University Press, 2013, 520 p.
73. **Cverava G.K.** Nikola Tesla (1856–1943) (Nikola Tesla (1856–1943)). L.: Nauka, 1974, 188 p.
74. **Seifer M.** Nikola Tesla. Povelitel' Vselennoj. (Nikola Tesla. Lord of the Universe)/Per. s angl. E. Moiseyevoi. M.: Eksmo, Yauza, 2008. 608 p.
75. **Soulages C.-C.** L'éclairage électrique des théâtres: A propos de l'installation de l'Opéra. – La Lumière électrique, 20 Septembre 1884, No. 38.
76. **Figuiet L.** L'Éclairage électrique a l'Opéra de Paris. – La Nature, 21 Mai 1887, №729.
77. **De Pezzer O.** Note sur l'éclairage électrique de l'Opéra.– La Lumière électrique, 26 Décembre 1885, No. 52.
78. **Grison G.** L'Accident de L'Opera. – Le Figaro, 21 Mai, 1886.
79. **Leru G.** Prizrak Opery/Per. s fr. D. Mudrolyubovoi. Izd: Azbuka, 2017, 352 p.
80. **Dieudonné E.** L'éclairage électrique des théâtres de Paris. – La Lumière électrique, 23 Juin 1888, No. 25.
81. **Kask A.N., Borodin D.A.** Izobrazit' elektrichestvo. Razvitie ehlektrotekhniki i zhurnal'naya illyustratsiya kontsa XIX veka. (Show electricity. Development of electrical engineering and magazine illustration of the late XIX century). – Kommunikacii. Media. Dizain, 2016. vol.1, No. 1.
82. **Borodin D.A., Borodin V.D.** – Elektrichestvo. – in Russ. (Electricity), 2016, No. 8–9.
83. **Sosnina E.** Francuz na Kavminvodah (The French in Kavminvody). – Pyatigorskaya Pravda, 9 Sentyabrya, 2008.
84. **Les Théâtres.** – Le Petit journal, 19 Août 1889, No. 9733.
85. **Courrierdes Théâtres.** – Le Figaro, 22 Août 1889.
86. **Lapirov-Skoblo M.Ya.** Edison. Seriya: ZHZL (Edison, Series: ZHZL). – M.: Zurnal'no-gazetnoe ob'edineniye, 1935, 344 p.
87. **Dyer F.L., Martin T.C.** Edison his Life end Inventions. V1-2, New York and London: Harper& Brothers Publishers, 1910, 988 p.