



# Дрейф транспортных технологий и лидеры процесса



Александра СМЫК  
Alexandra F. SMYK

Наталья КУЗЬМИНА  
Natalia B. KUZMINA



*Смык Александра Фёдоровна — доктор физико-математических наук, заведующая кафедрой физики Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), Москва, Россия.*

*Кузьмина Наталья Борисовна — старший преподаватель кафедры физики МАДИ, Москва, Россия.*

## Drift of Transport Technologies and Process Leaders

(текст статьи на англ. яз. —  
English text of the article — p. 254)

**Авторы рассматривают вопросы научной и изобретательской деятельности российских учёных и инженеров в области транспорта в конце XIX—начале XX веков. Показано, что повышение роли инженерно-технического образования в стране было связано с задачами индустриализации, в частности — развитием транспортной системы. Большой вклад отечественная наука внесла в создание транспорта на электрической тяге — магистрального железнодорожного, городских трамваев, электромобилей. Опытные работы по использованию городского рельсового транспорта были выполнены Ф. А. Пироцким, теоретическое обоснование передачи постоянного электрического тока на дальние расстояния дано Д. А. Лачиновым, существенны пионерные труды И. В. Романова по созданию подвесной монорельсовой дороги. Императорское Русское техническое общество выступило организатором первых в мире международных съездов и выставок, на которых были представлены двигатели для автомобильного транспорта и самолётостроения.**

**Ключевые слова:** инженерное образование, Императорское Русское техническое общество, рельсовый транспорт, транспорт на электрической тяге, двигатели внутреннего сгорания, история науки и отечественного изобретательства.

**Н**а современном этапе развития общества, когда российское государство решает задачи модернизации экономики, исторический опыт имеет особое значение. В отечественной историографии не столь много места уделяется изучению деятельности частных и общественных организаций, направленной на создание и укрепление промышленности. Тем не менее вопросам формирования в конце XIX века отраслевых объединений в виде съездов промышленников добывающих и обрабатывающих отраслей, а также транспортников посвящены отдельные исследования российских историков [1], а также зарубежных [2]. Затрагивались и проблемы отечественной интеллигенции, в том числе и технической, становления инженерного образования в России [3, 4].

На протяжении последних двух веков перед страной стоит задача создания мощной отечественной промышленности, которая не имеет решения без развития транспортной системы. Не случайно инженерное образование в России ведёт свой отсчёт с открытия в 1810 году в Санкт-Петербурге Института Корпуса инженеров путей сообщения. Он выпускал специа-

листов с воинским званием поручика для прохождения службы в интересах государства. Обширная империя нуждалась в устройстве многочисленных и удобных сообщений и развитии всех видов транспорта. Благодаря русским инженерам, в XIX веке была построена уникальная система путей сообщения, в состав которой входили несколько водных систем, разветвлённые системы железных и шоссейных дорог [4].

В этот период в России начала складываться новая социально-профессиональная общность — техническая интеллигенция. Институционально с 1866 года в стране существовала общественная организация — Императорское Русское техническое общество (ИРТО). Оно было создано по инициативе учёных и преподавателей петербургских высших учебных заведений, инженеров и представителей государственного аппарата и промышленного капитала. Для членов ИРТО была характерна главная черта — связь высшего технического образования и стремления служить Родине, способствовать развитию её промышленности и экономической независимости. На рубеже веков эти качества требовались особо: индустриальные технологии претерпевали революционные изменения, заканчивалась классическая эпоха пара и начинался процесс электрификации силового аппарата всей промышленности, широкого внедрения двигателей внутреннего сгорания.

## ПРОГРЕСС ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГИ

Представители российского научно-технического сообщества внесли значимый вклад в развитие транспорта на электрической тяге — электрических железных дорог, городских трамваев, электромобилей. В конце XIX века в России велись уникальные разработки подвесных монорельсовых дорог, существовали проекты высокоскоростного движения. Одновременно с проектами новых транспортных средств и изобретениями талантливых инженеров шло научное осмысление инноваций на стыке смежных технических дисциплин, изучение теоретических вопросов электро- и теплоэнергетики.

В журнале «Электричество», издаваемом ИРТО, в 1880 году появилась статья



Рис. 1. Д. А. Лачинов (1842–1902).

Д. А. Лачинова «Электромеханическая работа» о применении электродвигателей и передаче электрической энергии. Отдельные вопросы им были решены и получили объяснение раньше, чем это сделали крупнейшие европейские учёные.

Дмитрий Александрович, будучи профессором физики Петербургского лесного института (рис. 1), первым обосновал условия передачи постоянного электрического тока на дальние расстояния. Он доказал, что полезный эффект электропередачи никак не связан с сопротивлением цепи, а зависит от отношения количества оборотов генератора и двигателя. Чтобы увеличить расстояние, на которое передаётся энергия, необходимо повысить скорость обеих машин на величину, обратно пропорциональную квадратному корню их сопротивления. Увеличение количества оборотов электрогенератора приводит к возрастанию напряжения на его зажимах. Поэтому для достижения нужного эффекта при передаче энергии на дальние расстояния требуется увеличить напряжение в линии электропередачи.

Выводы русского электротехника были названы «законом электропередачи» и положили начало развитию современной высоковольтной техники. Примерно через год к подобным выводам пришёл и французский инженер Марсель Депре. В 1882





Рис. 2. Ф. А. Пироцкий (1845–1898).

году он организовал передачу электричества напряжением 200 В между городами Мисбах и Мюнхен, находящимися на расстоянии 57 км друг от друга. В дальнейшем на основе разработок Лачинова и Депре стали строиться линии электропередач напряжением более 1000 В, что стимулировало появление силовых трансформаторов. Долгие годы Лачинов работал в качестве эксперта департамента торговли и мануфактур, выдававшего российские привилегии изобретателям. Его подпись стоит на многих заключениях о новизне в предлагаемых к признанию изобретений и усовершенствованиях в области электротехники.

Предшествовали работам Лачинова идеи и эксперименты другого русского инженера — Фёдора Апполоновича Пироцкого. Он проводил первые опыты по применению электрической тяги в городском транспорте, в результате чего впервые в мире в Петербурге в 1875 году по рельсам конно-железных дорог был пущен моторный трамвайный вагон. Передача электроэнергии от генератора к двигателю по проекту должна была осуществляться одним железным проводом, прокладываемым по изоляторам, укрепленным на деревянных столбах.

«Иначе сказать, проволока эта, её скрепление со столбами, а равно и сами столбы, и их взаимное расстояние, все сии предметы суть те же самые, какие употребляются в обыкновенных телеграфах», — пи-

сал Пироцкий в прошении на выдачу привилегии. На рис. 3 приведена схема из этого прошения для передачи энергии на расстояние. Обратным проводом при этом, как и в телеграфе, должна была служить земля. Электрическая энергия передавалась от небольшого генератора Грамма к электродвигателю, удалённому на расстояние около одного километра. 24 июля 1874 года автор подал в департамент торговли и мануфактур заявку на получение 10-летней привилегии на своё изобретение.

В начале 1880 года Пироцкий написал доклад для ИРТО «Передача силы на любое расстояние с помощью гальванического тока (проводники — рельсы и провод), в том числе и для движения поездов». Понимая непригодность использования проволоки для передачи электроэнергии большой мощности на большие расстояния, инженер предлагал использовать в качестве проводника рельсы, обладающие значительно большим сечением. Несмотря на то, что предложение об увеличении сечения проводов при увеличении передаваемой мощности или расстояния передачи является ошибочным (позже будет доказана возможность уменьшения потерь путём увеличения напряжения передачи при применении проводов относительно небольшого сечения), любые поправки не умаляют заслуги изобретателя.

В 1876 году Пироцкий изложил результаты своих работ в статье, напечатанной в «Инженерном журнале». В числе её читателей оказался Вернер Сименс — глава немецкой фирмы «Сименс и Гальске». В 1879 году идея передачи электроэнергии по рельсам для движения игрушечной железной дороги была продемонстрирована этой фирмой на Берлинской промышленной выставке [5]. Питание двигателя выставочного локомотива производилось от третьего, контактного провода.

На первой в мире электротехнической выставке в Петербурге 26 марта 1880 года, организованной ИРТО, большое внимание уделялось устройству предложенной Пироцким электрической железной дороги. Экспертами и оппонентами выступили авторитетные учёные и инженеры, среди которых были Д. А. Лачинов, О. Д. Хвольсон, П. Н. Яблочков. При этом вопрос применения электрической тяги для транс-

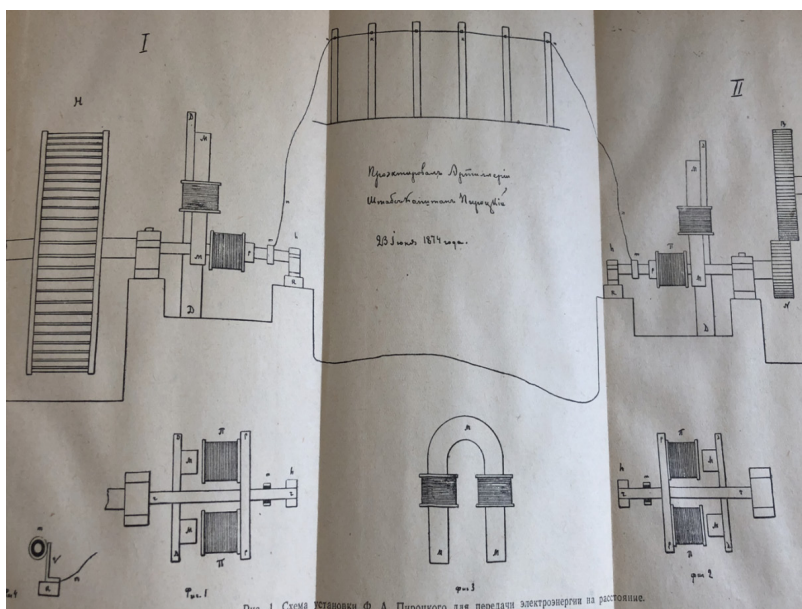


Рис. 3. Схема Ф. А. Пироцкого для передачи электроэнергии на расстояние.

порта считался решённым, никто его не оспаривал, обсуждались лишь частные детали электрического торможения, сигнализации и прочее.

Для широкого практического применения на магистральных железных дорогах изобретения Пироцкого, как и теоретические положения Лачинова по использованию постоянного электрического тока, были непригодны. Только в результате появления работ другого русского инженера М. О. Доливо-Добровольского, изобретателя трёхфазного тока, в 1889–1891 годах оказалось возможным применение электроэнергии на магистральных железнодорожных путях [6]. Ретроспективный взгляд на эксплуатацию систем электрической тяги на железнодорожном транспорте как на постоянном токе, так и переменном представлен в статье [7].

Идеи Пироцкого нашли своё воплощение в строительстве городского трамвая, который был пущен в Киеве в июне 1892 года. Осуществление первого в России проекта трамвая целиком заслуга русских инженеров, сделавших это без всякого участия иностранного капитала и иностранных специалистов.

Большой вклад в развитие транспорта электрической тягой был внесён профессором Киевского политехнического института Григорием Дмитриевичем Дубелиром,



Рис. 4. Г. Д. Дубелир (1874–1942).

который окончил в 1898 году Петербургский институт инженеров путей сообщения и изучал трамвайное дело в Германии, Бельгии и Англии (рис. 4).

Электрификация городского общественного транспорта в России шла в ногу со временем и полностью соответствовала состоянию научной мысли и уровню технологического прогресса того времени. В 35 городах империи трамвай стал главным видом общественного транспорта [8].





Рис. 5. И. В. Романов (1864–1944).

В 1902 году Дубелир сделал доклад в комиссии, возглавляемой главным инспектором российских железных дорог А. И. Горчаковым, «Об основных принципах проектирования профиля железных дорог с электрической тягой». Развивая научные положения планировки городов, он издал книги «Устройство и ремонт пути русских трамваев» (1902 г.) и «Городские электрические трамваи» (1908 г.), которые долгие годы были наиболее распространёнными пособиями для студентов высших технических учебных заведений по городскому электро-транспорту [9]. Учёный мирового уровня, Дубелир участвовал в строительстве первой в России электрической железной дороги Лодзь—Згеж и Лодзь—Пабянице, занимался вопросами планировки городов, был одним из организаторов высшего автомобильно-дорожного образования в стране.

В конце XIX века появилось большое количество проектов сооружения электрического трамвая как от отдельных лиц, так и от акционерных обществ. Среди этих проектов заслуживает особого внимания работа русского инженера Ипполита Владимировича Романова, который известен как изобретатель первых электрических автомобилей — электроомнибусов для го-

родского транспорта (рис. 5). Одновременно с конструированием электромобилей он разрабатывал идею создания подвесной монорельсовой железной дороги с электроприводом.

Главный элемент дороги — решётчатая путевая балка была подвешена на Г-образных решётчатых опорах. На балку становились две двухосные ходовые тележки, к которым на пружинных амортизаторах подшивался обыкновенный трамвайный вагон. Тележка была сконструирована так, что охватывала балку с трёх сторон. На верхней её площадке крепились электромотор (мощность 6 кВт, ток питания постоянный, напряжением 100 В), а также ходовые и бегунковые колёса. На боковых поверхностях тележки горизонтально одно над другим были помещены по два направляющих колеса. Благодаря такой конструкции, тележка надёжно удерживалась на балке. Скорость тележки не превышала 15 км/ч (это было достигнуто выбором малого диаметра ходового колеса — 12 см). Вес вагона составлял 100 пудов (1638 кг), с грузом (балласт) — 200 пудов. Высота от земли до днища вагона — 75 см. В 1900 году под Петербургом прошли успешные испытания подвесного электрического трамвая, изготовленного целиком по чертежам автора и при его непосредственном участии. Подвесная монорельсовая железная дорога с электроприводом получила название «дорога системы инженера Романова», на неё был выдан в 1900 году российский патент, а позже и американский.

Романов предлагал строить монорельсовые дороги трёх типов: для перевозки почты и лёгких посылок; для перевозки грузов большого объёма и веса: хлеба, руды, камня, земли и цемента, а также для перевозки пассажиров и больших грузов. В 1905 году в ИРТО инженером путей сообщения В. С. Мелентьевым был сделан «Доклад по вопросу об осуществлении подвесной железной дороги с электрической тягой системы Романова между Санкт-Петербургом и Москвой». В нём подробно рассмотрен вариант строительства трассы вдоль линии существующей Николаевской железной дороги [10]. Проект одобрен министерством путей сообщения, но финансирование его стало неразрешимой проблемой в условиях начавшейся русско-японской

войны, а затем и вступления России в Первую мировую войну.

## РАЗРАБОТКА ДВС

В истории технологического развития страны есть немало примеров вклада иностранных граждан, долгое время проживавших и даже впоследствии принявших российское подданство, чья инженерная, изобретательская и коммерческая деятельность способствовали прогрессу отечественного транспорта. К их числу можно отнести Людвиг Эммануиловича Нобеля и Густава Ивановича Листа. Активные члены ИРТО, они участвовали в просветительской деятельности, наращивали свой бизнес на благо российской экономики.

Людвиг Нобель известен как основатель «Товарищества нефтяного производства братьев Нобель», одной из лучших в России и Европе компании по добыче, переработке и транспортировке нефти (рис. 6). Он внёс огромный вклад в развитие ИРТО, являлся инициатором введения у нас метрической системы мер, отметился рядом изобретений. После его смерти «Товарищество нефтяного производства братьев Нобель» обратилось в совет ИРТО с предложением учредить золотую медаль имени Л. Э. Нобеля за «лучшее сочинение или исследование по металлургии или нефтепромышленности, или за какие-либо выдающиеся изобретения или усовершенствования в технике этих производств, принимая во внимание наибольшее их практическое применение к развитию в России». И это была первая Нобелевская премия, задолго до учреждения Альфредом Нобелем той, что ныне присуждается Шведской Королевской академией.

Сыновья Л. Э. Нобеля продолжили вести дело товарищества нефтяного производства, и их деятельность в ИРТО была связана с развитием двигателестроения. Приобретя патент на изготовление двигателей внутреннего сгорания (ДВС) системы Дизеля, «Завод Людвиг Нобеля» приступил к их производству, конкурируя с лучшими иностранными предприятиями. Заслуга Л. Э. Нобеля состояла в том, что он нашёл оригинальное решение для работы двигателя Дизеля на сырой нефти,

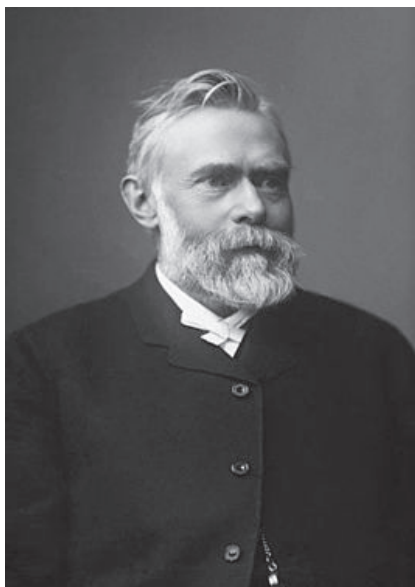


Рис. 6. Л. Э. Нобель (1831–1888).

создал его вариант, который стал называться «русским двигателем». В докладе ИРТО профессор Санкт-Петербургского технологического института Георгий Депп говорил о двигателе Нобеля: «Столь хорошие результаты, полученные при двигателях, построенных на одном из наших русских заводов, весьма замечательны... безукоризненно исполненные русские нефтяные двигатели не уступают заграничным» [11].

По заказам «Товарищества нефтяного производства братьев Нобель» в России впервые началось строительство нефтеналивных теплоходов с дизельными двигателями — на Сормовском заводе дизель-электроходы «Вандал» (1903 г.), «Сармат» (1904 г.). Свои патентные права на производство двигателей товарищество братьев Нобель вскоре переуступило Обществу Коломенского машиностроительного завода, Рижским чугунолитейному и машиностроительному заводам, Николаевскому судостроительному заводу, что послужило быстрому расширению выпуска двигателей нового типа и вытеснению производства паровых машин.

В начале XX века Густав Лист (рис. 7) был владельцем крупных машиностроительных заводов, выпускавших пожарные и мельничные насосы, химические огнетушители, пожарные рукава, бочки на конных повозках, паровые машины, оборудо-





Рис. 7. Г. И. Лист (1835–1913).

вание и трубы для водонапорных башен железнодорожных водокачек всей транспортной сети России, чугунные канализационные люки, пневматические сирены. Для военно-морского ведомства его заводы поставляли турбины, насосы, помпы — оборудование Листа стояло на «Варяге», «Авроре», «Потёмкине», «Ослябе», «Петропавловске» и других кораблях российского флота. В Москве он построил машиностроительный завод, при котором существовали уникальная техническая библиотека, конструкторское бюро и школа чертёжников. Причём и сам, как выяснилось, занимался созданием новых и усовершенствованием существующих двигателей внутреннего сгорания. Ранее неизвестная изобретательская деятельность Г. И. Листа и описание его изобретения двухтактного керосинового ДВС представлены авторами статьи [12].

Отказавшись от парового котла, который являлся наиболее громоздкой и дорогой частью паросиловых установок, промышленность постепенно переходила к использованию более экономичного двигателя внутреннего сгорания. С появлением ДВС связано и массовое производство автомобилей, а также появление авиастроения. Начиная с 1860 года, в разных странах усилия изобретателей по созданию подобных двигателей с лучшими параметрами были сконцентрированы вокруг поиска наиболее рационального

термодинамического цикла, конструкции и расположения поршней, используемой горючей смеси, системы поджига и регулировки подачи горючей смеси.

Инженер-механик Е. Э. Бромлей, один из владельцев «Общества братьев Бромлей», занимавшегося двигателестроением, выпускник Императорского Московского высшего технического училища (ИМВТУ), написал капитальный труд «Газовые, бензиновые и керосиновые двигатели» (1900 г.). Эта книга появилась в связи с конкурсом, объявленном Политехническим обществом при ИМВТУ. В ней не только история двигателей внутреннего сгорания, но и анализ явлений, происходящих в цилиндрах, расчёты различных параметров ДВС — температуры и давления, скорости сгорания, охлаждающих поверхностей.

В этот же период известность получают теоретические работы по тепловому расчёту ДВС профессора ИМВТУ В. И. Гриневецкого [13]. В 1906 году он предложил собственную конструкцию двухтактного двигателя внутреннего сгорания двойного расширения.

Ставя перед собой задачу содействия развитию техники и промышленности в России, ИРТО пропагандировало лучшие достижения отечественных инженеров. На заседаниях общества ставились доклады о новых конструкциях дизель-моторов, реверсивных ДВС, применении их в городском и железнодорожном транспорте, на морских и речных судах, об автомобилестроении и авиастроении. Отечественные инженеры командировались для изучения мирового опыта, их отчёты обсуждались и публиковались, чтобы обеспечить к ним широкий доступ.

Так, 15 апреля 1904 года на заседании ИРТО был сделан доклад инженера В. С. Мелентьева «Цоссенские опыты движения со скоростью 200 километров в час» [14]. Знакомство с немецкими проектами и исследованиями давало немалый материал для оценки ситуации в собственной стране. В Германии в это время было создано акционерное общество, целью которого ставилась организация высокоскоростного движения на участке между Берлином и Гамбургом. На протяжении нескольких лет велись испытания движения электропоездов (они получили назва-

ние Цоссенские опыты), которые начинались со скорости 80 км/ч и затем, постепенно прибавляя, дошли до предельной скорости 200 км/ч.

Большая научно-исследовательская работа велась в ИРТО по применению бензиновых и керосиновых двигателей для самолётов и автомобилей. В 1907 году в Петербурге была устроена первая международная выставка автомобилей, на которой демонстрировались экспонаты крупнейших фирм мира, в том числе описание автомобильных двигателей, их схемы и чертежи.

В 1909 году в ИРТО создаётся постоянная автомобильно-авиационная комиссия под председательством профессора Н. С. Лаврова. Учитывая лидирующее положение России в мире по производству и совершенствованию двигателей Дизеля, ИРТО принимает решение о проведении с 6 по 15 мая 1910 года в Санкт-Петербурге «Съезда деятелей, занимающихся построением и применением двигателей внутреннего сгорания», на который были приглашены многие видные зарубежные специалисты, включая Рудольфа Дизеля. На съезд приехали около 200 человек. Среди них известные университетские профессора Н. А. Быков, В. И. Гринецкий, Г. Ф. Депп, Н. Р. Брилинг, Д. С. Зернов, В. П. Аршаулов и представители всех русских заводов, строивших двигатели, и многих организаций, связанных с эксплуатацией двигателей.

Несмотря на все усилия и тот факт, что в области изобретений и развития теории ДВС российские инженеры не уступали своим зарубежным коллегам, массового развития автомобилестроения в России тогда не получило [15]. Многие проекты и разработки отечественных авторов так и не нашли практического воплощения. В значительной мере это связано с тем, что российская крупная промышленность всегда развивалась, ориентируясь преимущественно на государственные заказы. Российские инженеры были и сейчас остаются генераторами новых идей и технологий, обещающих немалый прогресс про-

мышленности и транспорту, но на этапе внедрения и коммерциализации чаще всего они уступают зарубежным конкурентам.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Смык А. Ф., Макаренко Е. И. The Imperial Russian Technical Society Activities, Aimed at the National Industry Development // Былые годы. Российский исторический журнал. — 2018. — № 48. — pp. 598–609.
2. Брэдли Дж. Общественные организации царской России: наука, патриотизм и гражданское общество: Пер. с англ. — М.: Новый хронограф, 2012. — 448 с.
3. Сапрыкин Д. Л. История инженерного образования в России, Европе и США: развитие институтов и количественные оценки // Вопросы истории естествознания и техники. — 2012. — № 4. — С. 51–90.
4. Смык А. Ф. Исторический опыт реформирования инженерного образования в России // Вопросы истории естествознания и техники. — 2015. — № 3. — С. 537–558.
5. Ржонсницкий Б. Н. Трамвай — русское изобретение. — М.: Изд-во Минкомхоза РСФСР, 1952. — 84 с.
6. Григорьев Н. Д. «Беличья клетка» в трёхфазном двигателе // Мир транспорта. — 2012. — № 1. — С. 180–190.
7. Бекренев В. Ю. Мировые тенденции тягового электроснабжения // Мир транспорта. — 2012. — № 3. — С. 204–210.
8. Симонов Н. С. Развитие электроэнергетики Российской империи: предыстория ГОЭЛРО. — М.: Русский фонд содействия образованию и науке, 2016. — 320 с.
9. Дубелир Г. Д. Городские электрические трамваи. — Изд. С. Ю. Кршижановского [и др.]. — Киев: Товарищество Печатня С. П. Яковлева, 1908. — 400 с.
10. Мелентьев В. С. Электрические подвесные железные дороги и дорога системы инженера Романова. СПб., 1901 // Труды комиссии по рассмотрению вопросов о применении электрической тяги на путях сообщения. — 1905. — № 11. — С. 34.
11. Механический завод Людвиг Нобель: 1862–1912. — СПб.: Т-во Р. Голике и А. Вильборг, 1912. — 77 с.
12. Смык А. Ф., Спиридонова Л. В., Спиридонов А. А. Густав Лист — изобретатель двигателя внутреннего сгорания // Грузовик. — 2017. — № 12. — С. 40–44.
13. Гринецкий В. И. Тепловой расчёт рабочего процесса двигателей внутреннего сгорания. — М.: Типо-лит. т-ва И. Н. Кушнерев и К°, 1907. — 26 с.
14. Цоссенские опыты движения со скоростью 200 километров в час: Стеногр. отчёт по докл. инж. В. С. Мелентьева и беседе в 8-м Отд. И. Р. Техн. о-ва совместно с его 6-м Отд. и Комис. по вопр. электр. тяги, сост. при Постоян. ком. Всерос. электр. съездов, 15 апр. 1904 г., под пред. А. Н. Горчакова. — Санкт-Петербург, 1904. — 46 с.
15. Смык А. Ф., Спиридонова Л. В., Спиридонов А. А. Из истории создания отечественных двигателей внутреннего сгорания // История науки и техники. — 2015. — № 11. — С. 24–32.

Координаты авторов: **Смык А. Ф.** — [afsmysk@mail.ru](mailto:afsmysk@mail.ru), **Кузьмина Н. Б.** — [Nbbezrodnaya@gmail.com](mailto:Nbbezrodnaya@gmail.com).

Статья поступила в редакцию 30.08.2018, принята к публикации 24.10.2018.

