

Б. Н. РЖОНСНИЦКИЙ

# ТРАМВАЙ РУССКОЕ ИЗОБРЕТЕНИЕ



Б. Н. РЖОНСНИЦКИЙ  
кандидат технических наук

# ТРАМВАЙ – РУССКОЕ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Created by lerkom for [rutracker.org](http://rutracker.org) 07/10/2013

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МИНИСТЕРСТВА КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РСФСР  
Москва - 1952

В книге изложена история возникновения и развития трамвая, подробно описана роль русских ученых и изобретателей о создании электрического транспорта.

Книга будет полезна и интересна не только для работников трамвая, но и для более широкого круга читателей.

Редактор В. Г. Сосянц  
Техн. редактор Е. Петровская

Сдано в набор 10/X 1951 г.

Подписано к печати 25/XII 1951 г.

Л120184. Форм. бум. 60х92/16,.

Тираж 3000. Печ. л 5 1/7

Печ. зн. в 1 п. л. 40 000.

Уч.-изд л. 5 1/4

Изд. №1127.

Зак. 2797

Типография изд-ва Министерства коммунального хоз-ва РСФСР,  
г. Перово, ул. Плющева, 22.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
<a href="#">Предисловие</a>	4
<a href="#">Глава 1</a>	7
<a href="#">Глава 2</a>	12
<a href="#">Глава 3</a>	22
<a href="#">Глава 4</a>	31
<a href="#">Глава 5</a>	57
<a href="#">Примечания</a>	63



«1880 г. 22 августа в 12 часов дня в С.-Петербурге, на Песках. на углу Болотной улицы и Дегтярного переулка, г. Пироцким в первый раз в России двинут вагон электрической силою, идущей по рельсам, по которым катятся колеса вагона».

«Электричество», 1880г.,  
26 августа, № 5. стр. 84.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Из всех легенд, искажавших историческую правду о русском народе, легенда о бедности его творчества в области науки и техники является наиболее лживой, наиболее вредной.

Разоблачение этой лжи, умышленно распространявшейся в Западной Европе и в царской России, документальное доказательство приоритета отечественных ученых и изобретателей во всех областях науки и техники составляют большую заслугу советских историков техники.

Особенно ярко проявилось самобытное и оригинальное творчество русских новаторов в области электротехники - отрасли техники, возникшей в нашей стране и развивавшейся в результате неумолимых трудов академиков В. В. Петрова, Э. Х. Ленца, Б. С. Якоби, проф. Д. А. Лачинова, И. И. Боргмана, изобретателей П. Н. Яблочкова, В. Н. Чиколева, А. Н. Лодыгина, М. О. Доливо-Добровольского и других.

Благодаря грядущим этим выдающимся деятелям Россия на протяжении всей истории электротехники идет впереди всех стран мира. Полностью оправдались слова Д. А. Лачинова: «Русские доказали, что в области электротехники они не только не отстали от прочих наций, но стоят выше последних, и нередко указывают им дорогу».

Россия - родина электрического транспорта и в частности родина трамвая. Б. С. Якоби, В. Н. Чиколев, Д. А. Лачинов, П. И. Яблочков и другие впервые разработали основные теоретические вопросы, возникавшие при осуществлении электрического транспорта как внутригородского, так и магистрального. Русский изобретатель Ф. А. Пироцкий провел опыты, необходимые для начала широкого применения электродвижения в городском транспорте. В результате его трудов, по рельсам конно-железных дорог Петербурга впервые в мире двигался моторный трамвайный вагон.

Запоздалое развитие трамвайных предприятий в городах дореволюционной России тем не менее не помешало продолжению совершенствования этого замечательного русского изобретения. Выдающаяся деятельность таких новаторов, как Г. О. Графтио, П. Д. Войнаровский, М. А. Шанелей, А. Л. Линев, А. В. Вульф и др., разрабатывавших теоретические и практические вопросы электродвижения, обеспечили русской науке об электротранспорте ведущую роль.

Однако между передовой технической мыслью и практическим осуществлением идей русских новаторов был глубокий разрыв. Развитие трамвайных предприятий в царской России было подчинено лишь задаче обеспечения возможно больших прибылей. Не было и речи об усовершенствовании конструкции, о правильно поставленном предупредительном ремонте, обеспечивающем сохранность оборудования.

В годы первой империалистической войны хозяйство трамвайных предприятий пришло в полный упадок. В октябре 1917 г. молодая советская республика получила в наследство полностью разрушенное трамвайное хозяйство. Понятно, что в годы гражданской войны и военной интервенции иностранных захватчиков партия и правительство не могли уделять городскому хозяйству необходимых материалов и

средств. К тому же для восстановления трамваев требовалось не только восстановление электроэнергетического хозяйства страны, но и начало производства оборудования, ввозимого ранее из заграницы. К концу 1920 г. из 35 трамвайных предприятий 15 полностью прекратили свою работу, 8 работали не более четырех летних месяцев и только 12 работали круглый год, обеспечивая, главным образом, грузовые перевозки<sup>1</sup>.

Покончив с разрухой и очистив страну от иностранных интервентов, Советское правительство занялось восстановлением и реконструкцией народного хозяйства страны. Серьезное внимание было обращено на городское хозяйство, в том числе и на трамвай. Уже в 1922 г. металлургические заводы Союза начали прокатку специальных трамвайных желобчатых рельсов, Мытищинский вагоностроительный завод широко развернул выпуск трамвайных вагонов. Немного позднее, в 1925 г. постройка вагонов была начата на Коломенском и Сормовском заводах. Новые конструкции вагонов стал выпускать и Ленинградский вагоноремонтный завод.

С 1921 г. началось восстановление трамваев в городах Российской Федерации. В 1922 г. уже было восстановлено полностью трамвайное движение в 9, а к 1925 г. - в 35 городах. С 1925 г. началась реконструкция трамвайных предприятий Москвы, Ленинграда и Киева.

В первую пятилетку трамвай появился в Воронеже, Туле, Макеевке, Ногинске, Сталино и других городах Союза. В 1933 г. пущен трамвай в городе Сталинске - первый трамвай в Сибири. В настоящее время трамвай действует или сооружается во всех крупных городах советской Сибири.

И снова творческая мысль ученых и инженеров нашей Родины сыграла огромную роль в создании новых конструкций удобных, просторных, комфортабельных вагонов, перестройке путевого и энергетического хозяйства, создании лучшего в мире трамвая. Имена советских ученых и изобретателей А. В. Вульфа - (1867-1923), А. В. Лебедева (1883-1941), В. А. Шевалина (1883-1941), П. К. Пешекерова (1864-1943), А. Х. Зильберталя (1889-1942), Ю.К. Гринвальда и других хорошо известны не только в СССР, но и далеко за рубежами нашей Родины.

Решающее значение для развития трамвая в СССР имело постановление июньского пленума ЦК ВКП(б) (1931 г.), принятое по инициативе товарища Сталина. Умело направляя развитие городского транспорта, правильно сочетая все его виды в крупных городах Советского Союза, партия и правительство уделили много внимания созданию в столице Союза - Москве скоростного массового внутригородского транспорта - метрополитена.

Московское метро имени Л. М. Кагановича, созданное под непосредственным руководством И. В. Сталина сооружение, не имеющее себе равных во всем мире. Оно запроектировано и осуществлено советскими инженерами, оборудование его создано на советских заводах.

Широко распространено в городах СССР троллейбусное и автобусное движение. Однако трамвай пока еще является самым массовым видом внутригородского транспорта, хотя в центрах больших городов он заменен уже более совершенными видами - троллейбусом, автобусом. Правильное сочетание всех видов городского транспорта создает наибольшие удобства для населения городов СССР.

История трамвая в нашей стране может служить наглядным примером, как великих творческих способностей русского народа, так и животворящего действия передового общественного строя - социализма.

В настоящей работе широко использованы архивные и литературные источники, материалы отдельных трамвайных управлений, а также наша монография, специально посвященная жизни и творчеству изобретателя трамвая Федора Аполлоновича Пироцкого.

## ГЛАВА I

Современные крупные города немыслимы без массового внутригородского транспорта. Трамвай, троллейбус, автобус, а в наиболее крупных городах и метро, обеспечивают перевозку огромных людских потоков.

Потребность в массовом внутригородском транспорте возникла с развитием капиталистического способа производства, сопровождавшегося быстрым ростом городского населения и концентрацией производства. Существовавшие еще с середины XVIII века способы передвижения в виде дилижансов и омнибусов, т. е. конных карет общественного пользования<sup>2</sup>, получили большое распространение в городах Западной Европы в первые десятилетия XIX века. Но уже к середине века эти виды внутригородского транспорта стали совершенно недостаточными. К тому же дилижансы и омнибусы требовали хороших мостовых, а окраины городов никогда не благоустраивались, так как там проживала лишь беднота.

В России необходимость массового внутригородского транспорта начала ощущаться в 30—40-х годах XIX века. Существовавшие ранее способы передвижения в виде легковых извозчиков были доступны лишь наиболее состоятельной части населения городов. Попытка сделать этот вид транспорта более дешевым, путем введения обязательной таксы, чтобы им могло пользоваться все население Петербурга и Москвы, окончилась неудачно.

В конце 40-х годов появились первые проекты создания «Общества легкой езды и перевозки тяжестей в С.-Петербурге». Цель этого общества была определена в проекте устава – «Улучшением легкой езды доставить сколь возможно более средств всем классам жителей столицы воспользоваться выгодами удобной и дешевой езды».

Конечно, за этим скрывалось лишь стремление к получению возможно более высокой прибыли. Предполагая эксплуатировать в С.-Петербурге тысячу экипажей, автор проекта Циргольд рассчитывал на получение не менее 10% прибыли на вложенный капитал в первый же год существования общества. Такой расчет основывался на массовой потребности в средствах передвижения, назревшей к началу 50-х годов. Этот проект не был осуществлен и в 1859 г. появилось новое предложение о создании «Общества С.-Петербургских публичных карет», предполагавшее завести не менее 150 четырехместных карет. Такое же общество предположено было организовать в 1859 г. в Москве причем, по уставу общества, должно было функционировать до 600 различных карет (одно- и пароконные экипажи, четырёхместные кареты и др.).

Одновременно в обоих городах возникло немало частных единоличных предприятий массового конного транспорта, вроде «заведения общественных бассейно-садовых карет, содержимых купеческим братом Петром Ивановым Щапиным» в С -Петербурге. Однако ни общества, ни частные предприятия не могли удовлетворить потребности населения в пассажирских перевозках.

В конце 50-х годов XIX века возникла идея применения для городского транспорта рельсовых путей обеспечивавших значительно больший объем перевозок на 1 лошадь и ускорявших движение по городу.

Русское изобретение - лежневые колеи для перемещения вагонеток с грузом (предшественники рельсовых путей) появилось на горных заводах России еще в царствование Алексея Михайловича (XVII век). Позднее идея применения металлических рельсовых путей для передвижения вагонеток с грузом возникла у замечательного русского изобретателя Козьмы Фролова, осуществившего ее в 60-х годах XVIII века на Колывано-Воскресенских заводах на Алтае. В начале XIX века рельсовые пути нашли

применение для паровозных железных дорог, наряду с которыми еще долгое время продолжали строиться конно-железные дороги.

В Первой половине XIX века, в связи с оживленным обсуждением планов строительства паровозных железных дорог, возникло несколько проектов создания сети конно-железных дорог на юге России. В период Крымской войны (1854-1856 гг.) предложение о сооружении конно-железной дороги к Севастополю было сделано инженером, генерал-майором Дельвигом, но было отвергнуто.

Позднее неоднократно возникали предложения о создании сети конно-железных дорог для грузовых перевозок в разных районах России. Авторы этих проектов пытались доказать преимущества этого типа транспорта над паровыми железными дорогами. Однако вскоре идея конной тяги на магистральных железнодорожных путях отпала в связи с постройкой ряда паровых железных дорог. Но еще долгое время появлялись предложения о создании сети подъездных конно-железных дорог наряду с магистральными паровыми.

Отвергнутая для магистральных дорог большой протяженности идея применения конно-железных дорог для перевозки грузов на небольшие расстояния внутри городов стала осуществляться в России в 50-х годах. В С.-Петербурге после почти семилетних хлопот о разрешении прокладки рельсовых путей по улицам города, инженер Домонтович открыл в 1860 г. первую конно-железную дорогу, первоначально грузовую на Васильевском Острове для доставки товаров от места их выгрузки (17-я линия) до складов Биржи.

В 1864г. В С.-Петербурге образовалось так называемое Первое Товарищество конно-железных дорог построившее три пассажирских линии - Невскую, Адмиралтейскую и Садовую, общим протяжением 7.8 версты. Товариществу этому пришлось выдержать большую конкуренцию с безрельсовым конным транспортом («предприятиями общественных экипажей»), лишь постепенно уступавшим позиции рельсовому. Но несомненные преимущества рельсовых конно-железных дорог, резко снизивших стоимость проезда по городу, вскоре стали столь очевидны, что возникли проекты сооружения путей по другим улицам С.-Петербурга. После длительных проволочек в ноябре 1874 г. Городская Управа заключила договор с купцами С. Д. Башмаковым и П. И. Губониным на сооружение в течение трех лет 84 верст рельсовых путей и эксплуатацию ими «конки» в течение 40 лет (с правом города на выкуп всего предприятия через 15 лет). Не успев осуществить указанные в договоре работы, Башмаков и Губонин в 1876 г. передали все предприятие образовавшемуся акционерному обществу, так называемому Второму Обществу городских конно-железных дорог. Это Общество, несмотря на большие трудности, к 1879 г. выполнило контракт, проложив 85 верст рельсовых путей, построив ряд конных парков (в том числе наиболее крупный Рождественский) и организовав с 1877г. регулярное движение на линиях, предусмотренных в договоре. Обществом был приобретен наиболее совершенный в те годы подвижной состав. В отличие от устаревших вагонов-карет небольшой вместимости (6—8 чел.), ходивших на первых линиях конно-железных дорог, Второе общество ввело более усовершенствованные специальные одноконные и большие двухэтажные пароконные вагоны большей вместимости - до 40 мест (20 пассажиров внутри вагона, 20 - наверху снаружи, на так называемом империале).

В Москве, наряду с широко распространенными экипажами общественного пользования - линейками, в 70-х годах появились и первые конно-железные дороги. Первая «конка» была построена в 1872 г. во время Политехнической выставки для доставки грузов военным ведомством. Линия ее проходила от Иверских ворот (ныне площадь Революции), по Неглинной улице до Трубной площади, затем выходила на Тверскую (ныне улица Горького) и шла до Смоленского (ныне Белорусского) вокзала. После закрытия выставки линия была передана в аренду частным лицам. В 1872 г. начались переговоры, а в 1873 г. Городская Управа заключила договор с графом

Уваровым и Крузе о предоставлении им права постройки линии конно-железных дорог на улицах города. Одновременно им была передана первая линия конно-железных дорог (бывшего военного ведомства). В 1875 г. Уваров и Крузе передали договор образовавшемуся «Первому акционерному обществу конно-железных дорог в Москве». Общество это вскоре проложило рельсовые пути в пределах, главным образом, Садового кольца. Затем оно постепенно расширяло предприятие» закончив намеченное строительство в 1885 г.

Вслед за С.-Петербургом и Москвой другие города России (Одесса, Казань, Тула, Киев, Рига, Тифлис и др.) также разрабатывали проекты сооружения конно-железных дорог, но относительно небольшие объемы перевозок несколько задержали их строительство. Только в начале 80-х годов «конка» была построена в Одессе, Харькове, Тифлисе и Ростове-на-Дону.

Несмотря на применение вагонов большой вместимости (до 40—50 чел.), конно-железные дороги не могли обеспечить все возрастающую потребность в пассажирских перевозках из-за малой скорости движения, и вскоре возникла настоятельная необходимость в замене конной тяги различными механическими двигателями.

В первую очередь было испытано применение канатной и паровой тяги для поездов, состоявших из тех же вагонов, какие применялись на конно-железных дорогах. Канатная тяга применялась в очень небольшом числе городов и обслуживала лишь отдельные короткие участки. Несколько большее распространение получили паровые двигатели в городском транспорте, главным образом, в США, Англии и Италии. В городах же других стран паровая тяга почти не применялась.

Это объясняется многими весьма существенными неудобствами паровых двигателей (дым и копоть), вызывавшими справедливые нарекания населения. Загрязнение воздуха, шум, опасность пожаров сопровождалась неэкономичностью работы паровоза при частых пусках и остановках. Кроме того, паровая тяга требовала выравнивания профиля улиц, так как паровозы не могли преодолевать более или менее крутых подъемов. Эти недостатки паровозов и большая загроможденность узких улиц старинных городов Европы послужили причиной появления транспорта либо поднятого над уровнем улицы, либо углубленного под землю в специальных тоннелях. Дороговизна такого способа устройства городских железных дорог и неудобства применения паровозной тяги в условиях подземного тоннеля оставили вопрос о типе двигателя нерешенным.

Мысль изобретателей не раз возвращалась к идее применения электрического тягового двигателя, осуществленной впервые русским ученым академиком Борисом Семеновичем Якоби.



**Академик Борис Семенович Якоби**

В 1838 г. Якоби впервые практически применил изобретенный им электрический двигатель для движения шлюпки на р. Неве. В 1839 г. шлюпка с двигателем Якоби плавала по р. Неве с 14 пассажирами против течения со скоростью до 4 верст в час. Опыт этот показал полную возможность применения электричества для движения судов и положил начало созданию электротранспорта.

Известно, что Якоби предлагал также применение электродвигателя на железнодорожном транспорте. Однако изобретение Якоби не получило широкого распространения, главным образом потому, что двигатель его питался током от большого числа гальванических батарей. Большой собственный вес батарей, высокая стоимость материалов, расходуемых в них (цинк, электролит), делали невыгодным применение на транспорте электродвигателей не только конструкции Якоби, но и более совершенных типов (например, В. Кайданова).

Опыты, повторенные в 40 60-х годах XIX века при применении гальванических батарей, не давали желаемых результатов. Положение изменилось лишь после того, как З. Грамм, бельгиец по национальности, работавший столяром в мастерских французской электротехнической фирмы «Альянс», в 1870 г. значительно усовершенствовал генераторы электрической энергии, применив так называемый кольцевой якорь и коллектор<sup>3</sup>. Обнаруженная в 1873 г. обратимость этой машины, т.е. возможность использовать ее в качестве генератора и в качестве двигателя, открыла перед электротехникой совершенно новые перспективы. Теперь уже источником тока могли быть не громоздкие и дорогие в эксплуатации гальванические батареи, а электромагнитные генераторы, приводимые во вращение паровыми или гидравлическими двигателями.

Изобретение Грамма выдвинуло на очередь вопрос о передаче электроэнергии на расстояние не только для осветительных целей, но и для силовых нужд. Возможность использовать электрическую энергию, полученную при утилизации природных ресурсов - падающей воды или залежей каменного угля, открывала широкие перспективы перед развивающейся промышленностью и обещала внести коренные изменения в применение электроэнергии на транспорте. Но для этого надо было решить вопрос об экономичной передаче электроэнергии на значительные расстояния (т.е. передачи ее без больших потерь).

В середине 70-х годов эта проблема стала основной для дальнейшего развития электротехники.

В разрешении этого вопроса, как и в других областях электротехники, успехи русских ученых намного обогнали достижения ученых и изобретателей Запада. Возможность передачи электроэнергии на расстояние интересовала еще первого электротехника русского академика Василия Владимировича Петрова. Его ученик, талантливый самоучка, крепостной крестьянин Семен Прокофьевич Власов еще в 1812-1815 гг. произвел опыты «о полезном употреблении электричества против врагов отечества», для чего по официальному отзыву «нашел средство усиливать чрезвычайно действие электрических машин, распространять оную на весьма великое расстояние так, что на учиненных опытах проволока, проведенная от машины средней величины даже сквозь воду, на несколько сот сажен весьма скоро зажигала электрическим огнем приготовленные горючие вещества.

По его устройству можно проволоку проводить на несколько верст и в таком случае употреблять его изобретение с пользой в военных действиях».

Вслед за этим первым применением (передачи электричества на расстояние для зажигания горючих веществ в тылу противника русские ученые и изобретатели (П.Л. Шиллинг, Б.С. Якоби и др.) много поработали над вопросом передачи электрического тока на большие расстояния для взрыва мин. Опыты эти повторялись в Западной Европе и США намного позднее. Значительно расширился опыт русских ученых в этой области с изобретением в России электромагнитного телеграфа.

В 50-е и 60-е годы прошлого столетия русские артиллеристы настойчиво изучали возможность применения электричества в военном деле. В конце 60-х годов в Петербурге на артиллерийском полигоне Главного артиллерийского управления (ГАУ), так называемом Волковом Поле, проводились опыты освещения батарей и местности при атаке с помощью различных источников света, главным образом, «гальванического» (электрического) света. В 1869 г. по инициативе полковника (позднее генерал-майора) Василия Фомича Петрушевского помещение бывшего «ракетного заведения» было переоборудовано под электрическую станцию, на которой были установлены локомобиль и магнитоэлектрический генератор мощностью в 6 л.с., а на расстоянии 80 м была построена вышка для прожектора с дуговой лампой. Передача электроэнергии проводилась по прямому и обратному проводам.

Опыты В. Ф. Петрушевского были продолжены другими исследователями. Накопленные данные послужили основанием для последующих работ выдающихся русских электротехников Ф. Л. Пироцкого, Д. А. Лачинова, а позднее М.О. Доливо-Добровольского, давших решение поставленной задачи определения условий передачи электроэнергии на расстояние. Особенно интересна неутомимая деятельность в области электротехники Ф. А. Пироцкого, приведшая его к изобретению электрического трамвая.

\* \* \*



## ГЛАВА 2

Федор Аполлонович Пироцкий родился 17 февраля 1845 г. в семье штабс-лекаря, небогатого помещика Лохвицкого уезда Полтавской губернии. В 1871 г. он закончил обучение в строевом факультете Михайловской артиллерийской академии и начал свою работу в Главном артиллерийском управлении (ГАУ). Познакомившись с техническими отчетами Главного артиллерийского полигона (Волкова Поля) в Петербурге, он заинтересовался установкой и опытами В. Ф. Петрушевского. Вскоре Пироцкий и сам занялся вопросом передачи энергии на расстояние.



**Изобретатель трамвая Федор Аполлонович Пироцкий**

Первым же препятствием, возникшим перед Пироцким (не знавшим тогда еще о существовании обратимой машины Грамма), было отсутствие генератора, пригодного для выработки электроэнергии, предназначенной для использования в качестве двигательной силы. Существовавшие до изобретения Грамма генераторы различных типов были применимы лишь для обслуживания осветительных приборов-дуговых ламп с различного рода регуляторами.

В начале 1874 г. Пироцкий закончил разработку проекта полезного использования «водяной силы» и изложил его в поданной 23 июня 1874 г. в ГАУ докладной записке «Механизм для передачи работы на всякое расстояние». Сохранился полный текст этой записки и приложенный к ней чертеж. Содержание ее состоит из описания конструкции предлагаемой Пироцким электромагнитной машины и передачи электроэнергии по «...весьма длинной, поддерживаемой деревянными столбами, железной проволоке...», соединяющей эти электромагнитные машины, одна из которых должна служить генератором, а другая - двигателем.

Отличием установки Пироцкого от двигателя Якоби было отдельное питание подвижных и неподвижных электромагнитов и отсутствие самой сложной части машины Якоби - коммутатора.



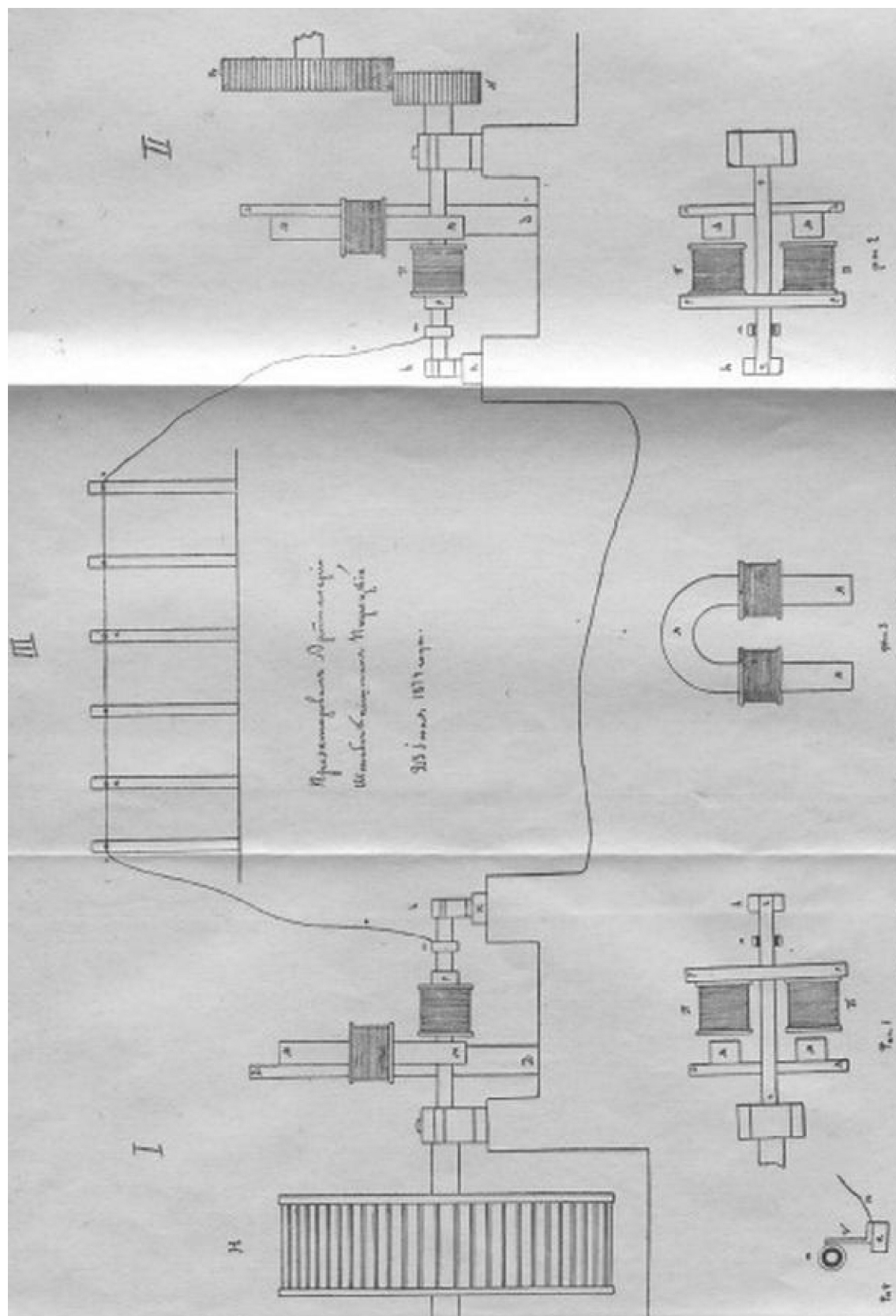


Схема установки Ф.А. Пироцкого

Передача электроэнергии от генератора к двигателю по проекту Пироцкого должна была осуществляться одним железным проводом, прокладываемым по изоляторам, укрепленным на деревянных столбах. «Иначе сказать, проволока эта, ее скрепление со столбами, а равно и сами столбы и их взаимное расстояние, все сии предметы суть те же самые, какие употребляются в обыкновенных телеграфах», - писал Пироцкий в своей записке. Обратным проводом при этом, как и в телеграфе, должна была служить земля.

Вся эта установка была предложена Пироцким для создания централизованных источников электроэнергии и питания ею различных производств. «В России предлагаемый механизм особенно пригоден, давая возможность водой, непроизводительно ныне падающей с высоких озер Финляндии, работать на заводе, расположенном в любом месте России, для чего завод тот стоит лишь соединить проволокой с водяным колесом (или турбиной), поставленным у озера, и придать водяному колесу механизм фиг. I (генератор - Б. Р.), а заводу механизм фиг. II (двигатель - Б. Р.).

Предлагаемый механизм дает возможность ставить паровые машины в местах, где горючий материал дешев, например, где добывается каменный уголь, и работу этих машин передавать в отдаленные места, на те фабрики и заводы, в местах расположения которых горючий материал дорог».

В этой записке наиболее ценным было ясное представление экономических выгод передачи электроэнергии при централизованном производстве ее на тепловых и гидроэлектрических станциях. Такое предложение в то время не имело себе равного ни в России, ни за рубежом.

Месяц спустя, 24 июля 1874 г., Пироцкий подал в Департамент торговли и мануфактур заявку на получение 10-летней привилегии на свое изобретение. К сожалению, заявка в фондах Департамента пока не обнаружена, и поэтому трудно судить о содержании ее. Позднее, в 1880 г., Пироцкий так называл эту заявку - «На электрический способ передачи сил по рельсовым и другим проводникам».

Из этой формулировки следует, что уже в июле 1874 г. Пироцкий имел представление о непригодности проволоки, применявшейся в телеграфных установках, для передачи больших мощностей на далекие расстояния и о необходимости использовать проводники значительно большего сечения (в частности, рельсы). Эта мысль также являлась для своего времени новаторской, передовой.

Артиллерийское управление передало рукопись Пироцкого на заключение профессору И. А. Вышнеградскому, написавшему в своем заключении, что «...для передачи движения между отдаленными местностями это двойное преобразование (т. е. превращение механической энергии в электрическую и обратно. -Б. Р.) до сих пор не употреблялось». Этим Вышнеградский ясно подчеркивал новизну предложения Пироцкого<sup>4</sup>. В своем заключении Вышнеградский высказывал далее предположение о причине отсутствия таких передач электроэнергии, заключающейся в значительных потерях. «Г. Пироцкий не прилагает никаких данных для суждения об этой потере, а между тем, в определении ее заключается весь узел вопроса». В заключение он предлагал запросить мнение генерал-майора В. Ф. Петрушевского.

Неизвестно, ознакомился ли В. Ф. Петрушевский с запиской Пироцкого. Нет никаких указаний на рассмотрение предложения его в ГАУ. Однако, пока докладная записка путешествовала по начальству, сам Федор Аполлонович начал подготовку к осуществлению своего предложения. Еще летом 1874г., отказавшись от изобретенной им конструкции электрогенератора и электродвигателя, он почти одновременно с Д. И. Менделеевым, на собственные средства<sup>5</sup>, приобрел небольшую («кабинетную» по терминологии того времени) машину Грамма и, получив ее, в сентябре 1874 г. начал на Волковом Поле первую серию опытов. Передача осуществлялась от генератора типа Грамма мощностью в 6 л. с. к меньшей по мощности машине типа Сименса, отстоявшей от первой на расстоянии, по одним сведениям, около 200 м («100 сажень» - см.

«Электричество», 1880 г., №5, стр. 84 или ЖРФ - ХО, 1880 г., вып. 7, стр. 205), а по другим - на расстоянии «в несколько десятков саженей» («Инженерный журнал», 1877, т. II, № 4, стр. 437).

Весь последующий ход работ Пироцкого до 1875 г. изложен в его статье «О передаче работы воды, как движителя на всякое расстояние посредством гальванического тока», опубликованной в «Инженерном журнале» за 1877 г.

Через некоторое время после окончания первой серии своих опытов Пироцкий повторил их с тем же генератором в 6 л. с. и большой машиной также мощностью в 6 л. с. Замеряя число оборотов генератора и двигателя, при холостом ходе Пироцкий определил коэффициент полезного действия передачи.

В декабре 1875 г., т.е. уже после получения заключения И. Л. Вышнеградского, Федор Аполлонович предпринял серию опытов для установления численной величины потерь при передаче.

Во время этой серии опытов Пироцкий сумел передать на расстояние версты (около 1 км) по телеграфной проволоке энергию, достаточную для подъема «шарохи», использованной, провидимому, для забивки деревянных свай под лафеты испытуемых пушек Обуховского завода.

По словам Пироцкого, дальнейшему увеличению дальности передачи препятствовало несоответствие внутреннего и внешнего сопротивления проводов. Пироцкий правильно писал: «При малом же внутреннем сопротивлении в машинах они могут действовать лишь при малом только внешнем сопротивлении, т.е. при недлинной проволоке».

Прямым следствием этого утверждения является мысль о том, что для большого внешнего сопротивления (дальних передач) необходимо увеличение внутреннего сопротивления генератора, т.е. уменьшение силы тока, циркулирующего в цепи. Эта замечательная мысль, впервые высказанная Пироцким, хотя и несколько неясно, была затем развита и доказана в работе выдающегося русского ученого, профессора физики Дмитрия Александровича Лачинова.

Однако Пироцкий, не сумевший подметить эту закономерность, сделал из произведенных опытов следующие ограниченные выводы: «Выгодно передавать лишь значительную работу в несколько сот лошадиных сил и только на малые расстояния, на несколько же десятков верст выгодно передавать работу в несколько десятков лошадиных сил. Для передачи большой работы необходимы металлические проводники с большой площадью поперечного сечения».

Это последнее утверждение было прямым следствием из опытов, производимых в той форме, в какой они были осуществлены Пироцким. Для современных электротехников ясно, что утверждение об обязательности увеличения сечения проводов ошибочно, но в период работ Пироцкого еще не была доказана возможность уменьшения потерь путем увеличения напряжения передачи при применении проводов относительно небольшого сечения.

Ошибочность вывода о неизбежности увеличения сечения проводов при увеличении передаваемой мощности или расстояния передачи, свойственная всем экспериментаторам того периода, не может умалить заслуг Пироцкого. Три года систематической работы, выполняемой им сверх служебных обязанностей, привели его к мысли о необходимости постановки опытов в более широком масштабе. Идя по пути применения проводников значительного сечения, он предложил использовать для первой опытной передачи готовые проводники сечением в 644 раза больше телеграфной проволоки. Такими проводниками Пироцкий считал рельсы железных дорог.

Если бы действительно оказалось возможным использовать рельсовый путь, целесообразность передачи электроэнергии на расстояние, по мнению Пироцкого, была бы совершенно несомненной. Пироцкий перешел к разрешению второй части

поставленной задачи - опытной проверке возможности использовать рельсы железных дорог для передачи электроэнергии на расстояние.

В конце 1875 г. он получил разрешение Сестрорецкой железной дороги производить опыты на заброшенной ветке от станции Сестрорецк до пристани. С апреля 1876 г. начались работы по приспособлению 3,5 версты пути под опытную линию. Предложив ряд способов соединения рельсов на стыках (путем медных накладок, предохраняемых от окисления тестом из смеси сурика и конопляного масла), и изоляции пути от замыкания на землю, Пироцкий летом 1875 г. провел первую серию опытов.

Передача осуществлялась на расстояние около 1 км. В качестве обратного провода был использован второй рельс, а не земля, как в предыдущих случаях. Опыт, по словам Пироцкого, показал достаточную изолированность от земли рельсов, уложенных на деревянные шпалы, и возможность осуществить передачу электроэнергии по ним. Приемной машиной был маленький двигатель, хотя и приходивший во вращение, но не развивавший полных оборотов. Пироцкий не приводил никаких численных результатов этого опыта и не считал его совершенным. В августе 1876 г. он изложил результаты всех своих работ в статье для «Инженерного журнала».

Забываясь о распространении своих идей, Пироцкий разослал номера «Инженерного журнала» с этой статьей всем заинтересованным лицам.

Надо подчеркнуть, что в числе их были не только выдающиеся русские ученые, но и представители различных электротехнических фирм, в частности, представитель распространенной немецкой фирмы братьев Сименс, прочно обосновавшейся в России. О полученной статье Пироцкого он немедленно сообщил в Берлин Вернеру Сименсу-главе фирмы Сименс и Гальске, подчеркнув большое значение этой работы для электротехники и, в частности, для электротяги.



**Выдающийся русский электротехник Владимир Николаевич Чиколаев**

С 1876 г. начинается совместная работа Пироцкого с выдающимся русским электротехником В. Н. Чиколевым, переехавшим еще в конце 1875г. из Москвы в Петербург.

Чиколаев, бывший в то время электриком ГАУ, сам интересовался не только вопросами военной электротехники, но и передачей электроэнергии на расстояние. Вскоре Чиколаев заинтересовался также изучением вопроса о возможности применения электричества для транспорта и ознакомился со всеми результатами опытов Пироцкого.

В 1877—1878 гг. служебные обязанности Пироцкого заставили его заниматься вопросами ракетного дела, а в 1878 г. выехать на Николаевский ракетный завод и в одну из крепостей побережья Черного моря. Опыты передачи электроэнергии были прерваны.

Лишь в 1879 г. Пироцкий снова начал усиленно заниматься вопросами передачи электроэнергии. В конце 1879 г. он не раз выступал с докладами о результатах своих опытов на Сестрорецкой железной дороге. В эти годы у Пироцкого (по-видимому, не без влияния Чиколева) окончательно оформилась мысль о возможности передачи электроэнергии по рельсам для питания моторов, устанавливаемых в вагонах. Идея эта стала особенно ясной после посещения им крепостей Черноморского побережья.

Необходимость рассылать снаряды из центрального склада по батареям крепости натолкнула Пироцкого на мысль о применении вагонеток, движущихся по металлическим рельсам с помощью электрического тока. Опыты в Сестрорецке вполне подтверждали возможность осуществления такого проекта.

Вскоре Пироцкий убедился, что передача электроэнергии по рельсам, осуществленная при опытах в Сестрорецке, уже практически проверена и оказалась вполне применимой. В 1879 г. фирма Сименс и Гальске в Берлине на основании статьи Ф. А. Пироцкого в «Инженерном журнале», полученной от своего петербургского представителя, применила идею передачи электроэнергии по рельсам для движения игрушечной железной дороги на Берлинской промышленной выставке (рис. 2).



**Рис. 2. Вагон игрушечной электрической железной дороги Сименса на выставке в 1879г.**

Кроме двух рельсов, по которым катились колеса вагонов, был проложен еще третий рельс специально для питания током мотора игрушечного локомотива. Три игрушечных вагончика катили по выставке 18 пассажиров, сидевших в неудобных позах. Машинист же «локомотива» восседал впереди в совершенно неудобном положении. Как сказано выше, питание двигателя этого локомотива производилось от третьего, контактного рельса. Обратным проводом служили два других, по которым катились колеса вагончиков. Такое использование всех трех рельсов стало возможным лишь в результате опытов Ф. А. Пироцкого. Но эта игрушечная дорога Сименса еще не была практически применимой в условиях города, не была приемлема в качестве одного из видов городского транспорта. К тому же затраты на третий рельс сильно удорожали стоимость всего сооружения.

Пироцкий еще в конце 1879 г. тщательно продумал конструкцию вагона для городского транспорта с приводом от электромотора, питаемого через рельсы, по которым катятся колеса вагона. В своей заявке на привилегию, поданной в Департамент мануфактур и торговли Министерства Финансов 5 апреля 1880 г., он подробно изложил свой проект электрической железной дороги, а затем повторил это изложение в публичном сообщении 12 апреля 1880 г.

26 марта 1880 г. в Петербурге была открыта первая в мире специальная электротехническая выставка. На этой выставке Пироцкий демонстрировал схему

предлагаемого им устройства электрической железной дороги и детали приспособления для нее рельсовых путей. Многие распространенные в России и за границей русские журналы и газеты описывали его экспонаты. Так, например, журнал «Всемирная Иллюстрация» за 1880 г., описывая выставку, сообщал: «Передача тока по рельсам была предложена у нас еще в 1874 году г. Пироцким и опыты были произведены с успехом на линии Сестрорецкой железной дороги. Приспособление г. Пироцкого выставлено и может быть осматриваемо в помещении Выставки»<sup>6</sup>.

В период Выставки VI (электротехнический) отдел Русского Технического общества (РТО) проводил публичные сообщения своих членов, привлекавшие большое количество слушателей. Одно из таких сообщений, состоявшееся 12 апреля 1880 г., собрало особенно много слушателей, заинтересованных темой. Штабс-капитан Пироцкий делал сообщение: «Передача силы на всякое расстояние помощью гальванического тока (проводники рельсы и проволока)»<sup>7</sup>.

Сообщение Пироцкого заключало в себе не только описание опытов передачи электроэнергии, предпринятых им в 1874—1876 гг., но и подробное объяснение предлагаемой им схемы распределения токов. В этом же докладе он подробно изложил свою идею устройства электрифицированной железной дороги для крепостных батарей и предложение использовать рельсовый путь для питания моторов, устанавливаемых на вагонах городских железных дорог.

К сожалению, не сохранилось текста сообщения Пироцкого. Восстановить содержание его позволяют достаточно подробные отчеты о сообщении Пироцкого, помещенные во всех петербургских газетах, и найденные в Центральном государственном военно-историческом архиве в Москве 13 чертежей-схем, демонстрировавших Пироцким на лекции 12 апреля 1880 г. и розданных слушателям (рис. 3)<sup>8</sup>.

В начале сообщения Пироцкий изложил сущность своего предложения о централизованном производстве электроэнергии и передаче ее потребителям «на всякое расстояние». В случае больших расстояний передачи он предлагал использовать в качестве проводников большого сечения (для уменьшения потерь) обычные железнодорожные рельсы не только в виде существующих рельсовых железнодорожных путей. Он находил, что и прокладка новых путей окажется экономичнее применения мелких паровых двигателей. На короткие же расстояния, при передаче электроэнергии для освещения. Пироцкий рекомендовал использовать обыкновенную железную телеграфную проволоку небольшого сечения.

Указывая, что одним из наиболее вероятных и крупных потребителей электроэнергии для силовых целей в ближайшее время станет транспорт, Пироцкий перешел к подробному изложению проекта применения электричества для «движения железнодорожных вагонов с передачей тока по тем же рельсам, по которым катятся колеса вагонов».

Большую часть своего сообщения Пироцкий посвятил именно этому вопросу. В подробном отчете об этой части сообщения Пироцкого, помещенном в газете «С.-Петербургские ведомости», была изложена «...мысль, которую капитан Пироцкий считает исключительною собственностью, над которой он долго работал и производил в 1876 г. опыты, - заключающуюся в электрической железной дороге; причем поезда движатся по обыкновенным, даже лучше если по старым рельсам и ток пропускается от находящейся на станции электрической машины (динамоэлектрической) по рельсам».



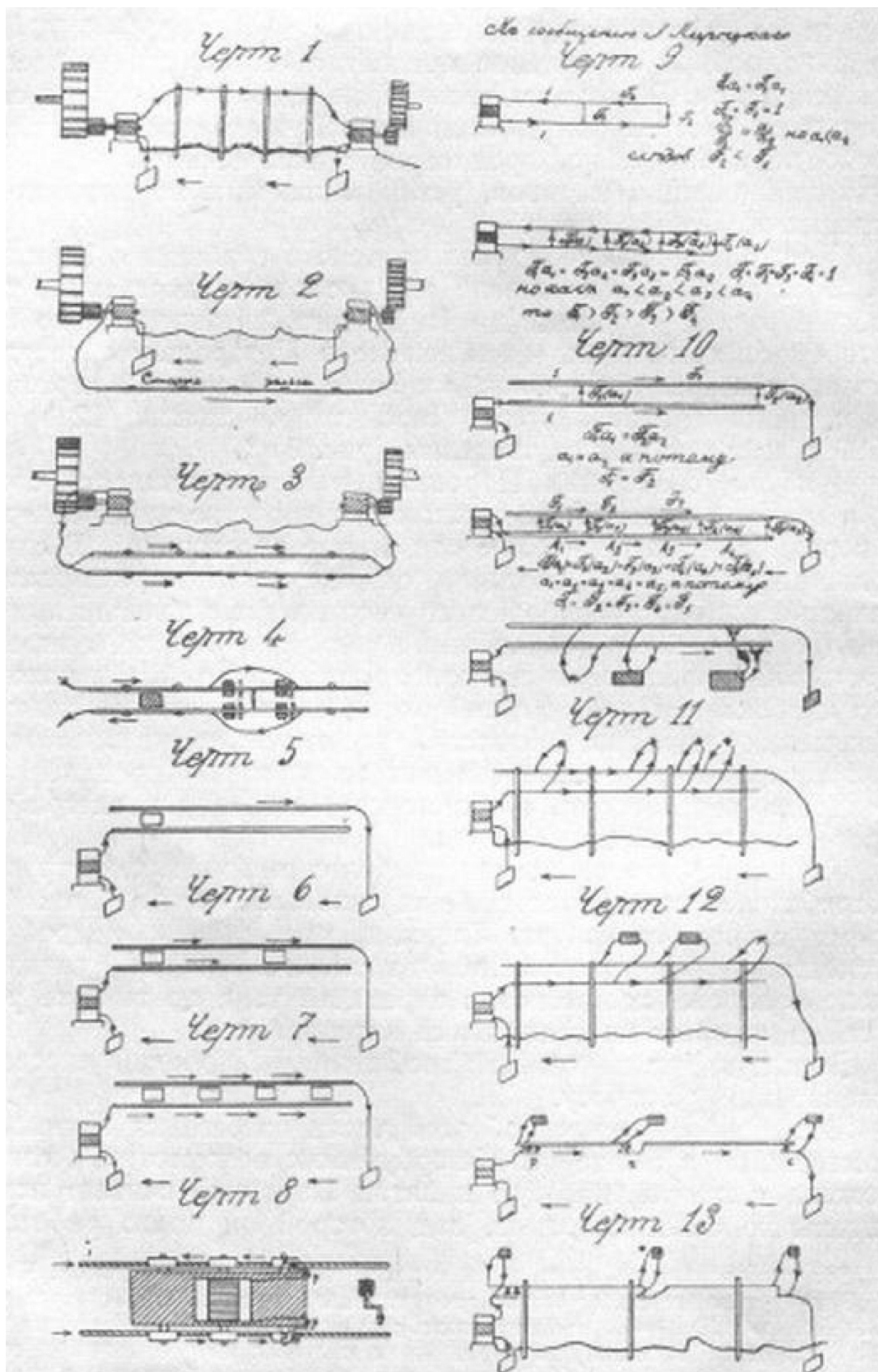


Рис. 3. Чертежи-схемы Ф. А. Пироцкого к его лекции 12 апреля 1880 г.

При этом ток проходит сначала по одному рельсу, положим по правому, проходит через динамоэлектрическую машину поезда на другой рельс, левый, откуда через землю обратно».

Специальный раздел лекции был посвящен описанию вагона, получающего питание электроэнергией от рельсов. Чертеж № 8 на рис. 3 представляет такой вагон с деревянными колесами, одна пара которых имеет особое устройство - через прорезь в деревянном ободе с помощью контакта ток от рельса направляется к электромотору, а через такое же устройство во втором колесе уходит ко второму рельсу.

Возможность передачи электроэнергии по одному из обычных рельсов Пироцкий считал доказанной еще опытами на Сестрорецкой железной дороге в 1876 г. В качестве доказательства в своем сообщении он говорил, что «... в числе изолирующих веществ нигде не значится окись железа (окалина), между тем, по произведенным им опытам, ток проходит по рельсам, не уходя в землю, и окись железа служила изолировкой; с целью лучшей изолировки рельсов можно осмаливать их нижнюю часть<sup>9</sup>.

Основная задача, по мнению Пироцкого, заключается в разработке такой схемы питания поездов, при которой поезду на всем протяжении пути сообщалась бы одинаковая сила тока для «...сообщения поездам одинаковой постоянной скорости». Для этого и для возможности движения нескольких поездов по одному пути Пироцкий предложил особую схему «...деления тока на произвольное число частей, основанную на употреблении двух параллельных проводов». Схема эта и была представлена на чертежах, демонстрированных 12 апреля 1880 г.

Пользуясь предлагаемой им схемой, Пироцкий предполагал также осуществить равномерное распределение тока для освещения («способ для зажигания электрических ламп с сообщением им одинаковой силы света»). Надо отметить, что после решения вопроса о централизованных источниках электроэнергии и возможности передачи ее на расстояние, вопрос распределения ее и обеспечения «одинаковой силы света» ламп, включенных в одну цепь, был самым важным для дальнейшего развития электротехники.

Это сообщение Пироцкого вызвало оживленные прения. Газета «Русский Инвалид» в № 85 от 15 апреля писала о нем: «Специальное сообщение Пироцкого, привлекавшее многочисленную публику, возбудило оживленные прения, в которых принимали участие гг. Кайгородов, Лачинов, Хвольсон и Чиколаев. Беседа была закончена предложением председателя произвести в Обществе опыты, предложенные Пироцким, для разрешения сомнений Хвольсона, высказанные им против оснований сообщения Пироцкого, касательно силы тока, при различных положениях проводников».

Газета «Голос», отмечая большой интерес публики к сообщению Пироцкого и спорность некоторых положений его, поместила в № 107 подробный отчет, в котором писала, что «многие возражения были весьма существенны».

Более определенные указания на содержание выступлений оппонентов имеются в отчетах газет «Молва» и «С.-Петербургские Ведомости». Так. «Молва» в № 105 от 15 апреля писала: «Сообщение г. Пироцкого вызвало весьма много замечаний, некоторые из которых, ввиду представляемого интереса, нельзя пройти молчанием. Профессор Лачинов, указывая на то, что опыты Пироцкого производились в сухую погоду и на песчаном грунте, высказал, что окалина не может служить, средством, изолирующим рельсы, так как при первом же дожде она размокнет. Что касается до предлагаемой докладчиком передачи силы с равномерным делением тока, то г. Лачинов, не отвергая ее возможности, находил невыгодною. Наконец, останавливаясь на указанном г. Пироцким способе равномерного деления света, оппонент заметил, что подобный способ еще не изобретен». Резко возражая против утверждения Пироцкого о необходимости увеличения сечения проводов для уменьшения потерь, Лачинов повторил свою мысль, выраженную незадолго до этого в газетной статье, о необходимости повышения напряжения передачи для достижения высокого коэффициента полезного действия.



В отчете С.-Петербургских ведомостей (№ 106 от 16 апреля) приведены возражения проф. О. Д. Хвольсона, также названные резкими, заключающиеся в том, что он указал на ошибочное утверждение Пироцкого относительно предполагаемого равенства токов во всех ответвлениях его схемы.

Чиколаев же, горячо поддерживая идею Пироцкого и доказывая выгоды централизованного производства электроэнергии для транспорта, возражал лишь против схемы распределения энергии и указал на то, что «...для сообщения движению поезда желаемой скорости нет надобности заботиться о сообщении току одинаковой силы, так как это может быть достигнуто при помощи регулирующих приборов» (газета «Молва». 1880 г., 15 апр., 106, стр. 2—3).

Как ни резки были выступления оппонентов, как ни вески были их возражения, сообщение Пироцкого было крупным событием в истории электротехники, вызвавшим появление ряда выдающихся работ русских электротехников. Известно, что под влиянием сообщения Пироцкого всего несколько дней спустя (30 апреля) Чиколев сделал в VI отделе РТО сообщение «О сравнительном преимуществе железных дорог с электрической передачею силы перед обыкновенными паровозными». Перед этим сообщением председательствовавший П. Н. Яблочков произнес вступительную речь, основанную, главным образом, на опытах Пироцкого. Яблочков указал на то, что «...вопрос о передаче силы помощью электрического тока был возбужден давно и что с изобретением динамоэлектрических машин вопрос этот получил новое направление, о чем можно уже судить из того, что несколько лет назад при возбуждении этого вопроса было возможно при помощи электричества передавать только 50%, теперь же признается возможным передать 70 и 75%, благодаря чему передача механической силы электрическим током может соперничать со всеми остальными способами передачи, имея то важное преимущество, что в данном случае для развития силы можно воспользоваться стихийными силами, как ветра и воды». Надо отметить, что в своем сообщении Чиколаев не останавливался на общих вопросах электродвижения в применении к транспорту, считая их бесспорными и решенными, а говорил лишь о многих существенных деталях (электрическое торможение, сигнализация и др.), не касаясь способа передачи электроэнергии к двигателю вагонов и не опровергая предложения Пироцкого<sup>10</sup>.

Ошибочность пути, предлагаемого Ф. А. Пироцким в сообщении 12 апреля - поиски готовых проводников большого сечения для уменьшения потерь при передаче электроэнергии и важность этой проблемы побудили Д. Л. Лачинова взяться за разработку всего круга вопросов, с ней связанных.

Успешному решению этой задачи способствовало глубокое знание свойств гальванических батареи, ясное представление электрических процессов, происходящих в динамо и магнитоэлектрических машинах и безукоризненное владение математическим аппаратом для выражения этих процессов в строго математической форме. Результаты исследования Лачинова были изложены в статье «Электромеханическая работа и элементарная теория электродвигателей (динамоэлектрических машин)», представленной в редакцию только что созданного журнала VI отдела РТО «Электричество» в мае 1880 г. Статья эта была опубликована в первом номере первого русского электротехнического журнала, вышедшем в июне 1880 г.



**Профессор физики Дмитрий Александрович Лачинов**

Резко противопоставленная эмпиризму, эта статья Лачинова является знаменательной вехой в истории мировой электротехники, ярким примером самостоятельности русской электротехнической мысли. Продолжая традиции русской науки, традиции М. В. Ломоносова, В. В. Петрова, Лачинов, ученик и последователь выдающихся русских ученых Э. Х. Ленца и П. Л. Чебышева, дал классический труд, определивший пути развития мировой электротехники.

В небольшой по объему журнальной статье (вскоре вышедшей отдельным оттиском) Лачинов изложил все основные вопросы теории электродвигателей, электрогенераторов и электропередачи, без решения которых электротехника не могла бы подняться над множеством разнообразных эмпирических данных.

Изложив кратко сущность процессов, происходящих в электрических генераторах и двигателях, Лачинов обосновал возможность передачи электроэнергии на расстояние без больших потерь по проводникам любого сечения. Для этого необходимо лишь соответствующим образом повышать напряжение передачи, т. е. напряжение в генераторе, линии и токоприемной машине. Так, в результате работ русских ученых и изобретателей возникла высоковольтная техника основа всей современной электроэнергетики.

\* \* \*

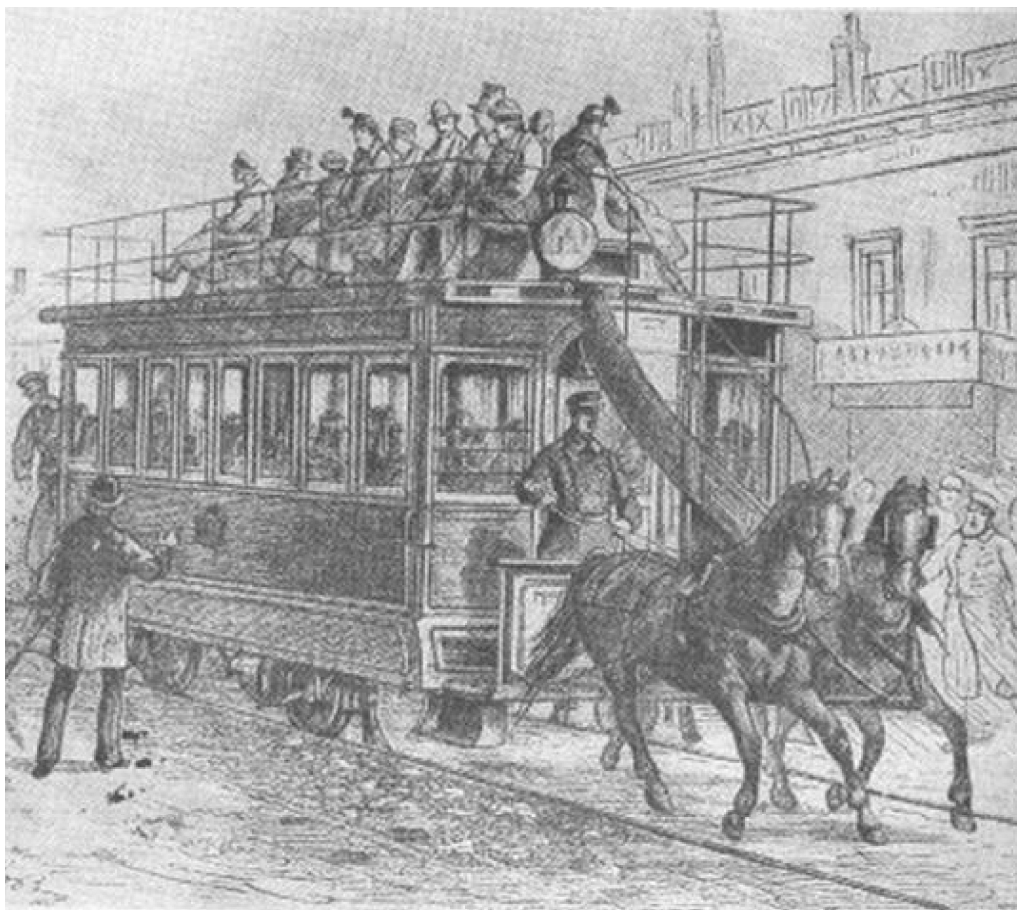
## **ГЛАВА 3**

На лекции Пироцкого 12 апреля 1880 г. «Передача силы на всякие расстояния с помощью гальванического тока» присутствовал один из совладельцев немецкой фирмы - Карл Сименс, который не раз обращался к Пироцкому за разъяснениями и подробно знакомился со всеми деталями его предложения. Карл Сименс сообщал обо всем своему старшему брату Вернеру Сименсу - фактическому владельцу фирмы Сименс и Гальске. К середине 1880 г. широковещательная реклама этой фирмы сообщила о проекте электрической железной дороги в Берлине с применением «нового» способа питания через рельсы и колеса вагонов, движущихся по ним. В это же время Вернер Сименс в Берлине выступил в немецком электротехническом союзе с докладом – «Динамо-электрическая машина и ее применение на железных дорогах». Приведенные им чертежи конструкции вагона с колесами, служащими проводниками электрического тока, получаемого от рельсов,

свидетельствуют о значительно меньшей продуманности всей конструкции по сравнению с предложенной Пироцким на лекции 12 апреля 1880 г. И действительно, В. Сименсу, имевшему в своем распоряжении целый штат опытных проектировщиков, вскоре пришлось отказаться от своей конструкции вагона и в начале 1881 г. Перейти к конструкции, предложенной капитаном русской гвардейской артиллерии Ф. А. Пироцким.

Неутомимая энергичная деятельность Пироцкого в течение лета 1880 г. была направлена к практическому осуществлению первого в мире опыта движения настоящего вагона городских железных дорог с помощью электричества. Хорошо сознавая, что для создания магистрального электрического транспорта необходимо практическое решение вопроса о дальних передачах электроэнергии, Пироцкий начал опыты электродвижения вагона, принятого на городских конно-железных дорогах.

Настойчиво добиваясь осуществления такого опыта, Пироцкий ходатайствовал перед Правлением 2-го Общества конно-железных дорог в Петербурге о разрешении провести опыт в одном из парков Общества, приспособив для этого большой (двухэтажный) вагон (рис. 4) и часть рельсового пути. Получив согласие Общества на приспособление такого вагона для опытов с электродвижением, Пироцкий установил на вагоне № 114 электрический двигатель, подвесив его к раме вагона снизу. Системой шестерен (см. схему на рис. 5) вращение якоря двигателя передавалось на ось вагонных колес.



**Рис. 4. Вагон 2-го Общества конно-железных дорог в Петербурге**

В помещении Рождественского парка (на углу Б. Болотной угла Дегтярного пер.)<sup>11</sup> специально для опытов была выстроена маленькая электростанция - в деревянном сарае был установлен локомобиль с генератором в 4 л. с. (который позднее был заменен генератором в 6 л. с.). Приспособив соответствующим образом небольшой участок рельсового пути внутри самого парка, Пироцкий в августе 1880 г. начал опыты движения

первого в мире трамвая по рельсовым путям, подводившим электрический ток к его колесам.

22 августа был проведен первый опыт, прошедший вполне удачно. Пироцкий имел все основания писать в посланной им 26 августа 1880г. в журналы «Электричество», «Журнал Русского Физико-Химического общества» (оба широко распространенные в научных и технических кругах России и за границей), «Всемирная Иллюстрация» и в газету «Новое время» публикации о своих опытах: «1880 года 22 августа в 12 часов дня в С.-Петербурге, на Песках, на углу Болотной улицы и Дегтярного переулка, г. Пироцким первый раз в России двинут вагон электрическою силою, идущей по рельсам, по которым катятся

колеса вагона. Динамоэлектрическая машина подвешена к вагону снизу. Опыты продолжатся до 4 сентября. В присутствии Управления 2-го Общества конно-железных дорог пробное движение вагона электрическим способом назначено на 1 сентября в 11 часов утра».

Итак, 22 августа (3 сентября н. ст.) 1880 г. впервые в мире, по рельсам двигался настоящий большой двухъярусный вагон, ставший первым в мире моторным трамвайным вагоном.

Опыты продолжались. О них подробно рассказано в отчете об опыте 1 (13) сентября того же года: «Вчера, 1 сентября в 11 часов утра, по инициативе 2-го Общества конно-железных дорог, произведен был опыт движения вагона помощью электричества. Источник движения заключался в четырех-сильной динамоэлектрической машине, расположенной в отдельном здании; ток передавался по обыкновенным рельсам, изолированным посредством подложенной под них осмоленной парусины; третьего рельса, обыкновенно употребляемого для передачи электричества в других системах, не было, что и составляет особенность предложения г. Пироцкого. Вагон двигался довольно медленно, что указывает на значительную потерю силы; при шести-сильной же машине, по всей вероятности, скорость движения окажется достаточной».

Опытам Пироцкого была посвящена также большая (подвальная) статья известного химика и электротехника М. А. Котикова («С.-Петербургские Ведомости», 1880 г., 13 сентября. № 252), в которой дано подробное описание приспособления пути для передачи тока по рельсам.

«...при нынешнем состоянии электротехники новый вид электродвижения более выгодно может быть применен к передвижению по конным железным дорогам, как городским, так равно и имеющимся иногда на больших заводах и фабриках для доставки руды и каменного угля с рудников. Причина, почему электродвижение в указываемых случаях имеет значение, заключаются, конечно, в значительных расходах на содержание лошадей, как в больших городах, так равно и в сильно населенных фабричных местностях.

Это-то обстоятельство и сообщает значительный интерес испытаниям над электродвижением, производимым ныне во 2-м Обществе конно-железных дорог».

Опыты во 2-м Обществе конно-железных дорог, производившиеся Пироцким, имели целью «...применить новый вид электродвижения к существующим городским железным дорогам так, чтобы избежать сколько-нибудь значительных и дорогостоящих перестроек. Понятно, что непрямым следствием благоприятного решения таковой задачи явится возможность без затрачивания громадных капиталов, в наиболее скорейшем времени установить новый вид железнодорожного движения в нашей столице.

Что касается до технической стороны железных дорог, с электрическою передачею движущей силы, то в технике их особенно интересен вопрос о том, в какой мере рельсы, по которым происходит движение, могут служить для передачи электричества, а вместе с тем и движущей силы от машины-приемника к машине-двигателю<sup>12</sup>. Трудность хорошо изолировать рельсы обыкновенных железных дорог и тем избежать потерь электричества

через землю составляла причину, почему многие из наших специалистов считали нужным ввести в новую систему железных дорог особенный проводник, который состоял из железного бруса достаточного диаметра и вместе с тем, находясь в постоянном металлическом сообщении с машиной-приемником, назначался для проведения электричества к машине-двигателю, ...замечу здесь, что путь выбранный г. Пироцким для изолирования рельсов, весьма несложен. Действительно, изолирования рельсов г. Пироцкий надеется достигнуть посредством подкладывания под них непромокаемого брезента, пропитанного смолою. Сверх того, чтобы устранить возможность потерь электричества, могущей» перейти в землю по железным костылям, посредством которых прикрепляется рельс к лежню, г. Пироцкий обрабатывает поверхность костылей особым составом, под влиянием химического действия которого образуется плотный слой сернистого железа, не пропускающего электричество. Понятно, что только опыт, произведенный например, в сырую погоду, может показать, в какой мере средствами этими можно изолировать рельсы и тем доставить возможность передавать движущую силу с возможно меньшею потерю.

Считаю позволительным заметить здесь, что в технике известно много окаменевающих составов, отчасти сходных с цементами. Очень может быть, что составы эти, будучи покрыты с наружной поверхности составами, не пропускающими влажность, могли бы оказаться не бесполезными при разрешении вопроса об изолировании рельса. Во всяком случае, на опытах г. Пироцкого оказалось, что при употреблении динамо-электрической машины, для приведения в действие которой требуется 4 паровые силы, вагон весом в 200 пудов, а с пассажирами около 400, двигался со скоростью, которая сообщается ему одной лошадью.

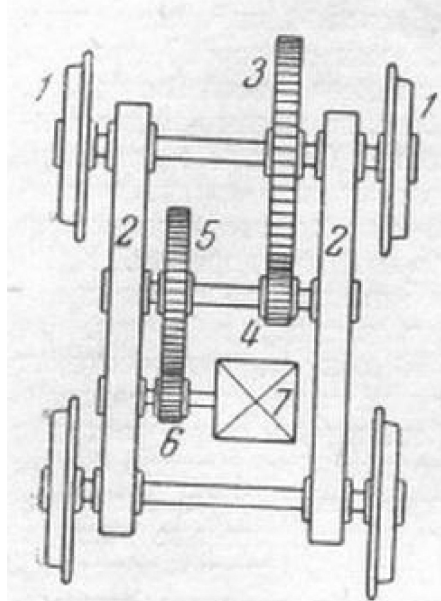
Нужно надеяться, что при употреблении динамо-электрической машины, приводимой в движение 6-сильною паровой машиной, можно будет сообщить вагону надлежащую скорость. Экономическая сторона не говорит против применения нового способа движения к железно-конным дорогам. Каждая 6-сильная динамо-электрическая машина, двигающая вагон в продолжении 10 ходовых часов, расходует 12 пуд. каменного угля, что при цене его в 18 коп. за пуд составит 2 рубля. Расход же на корм 3-х смен лошадей, впрягаемых в этот промежуток времени (по 60 коп. на лошадь) составит 3 р. 60 к., что вместе с суточными конюху будет около 4 руб. Следовательно, расход на движущую силу, при железнодорожном движении новым способом, будет дешевле расхода на ту же силу при употреблении лошадей. Нужно пожелать только, чтобы стоимость привозимых из-за границы динамо-электрических машин уменьшилась, так как при настоящей стоимости их, расход на переделку каждого вагона может превзойти 1600 руб. сер.»<sup>13</sup>.

Опыты продолжались и дальше. 14 (26) сентября они проводились в присутствии многочисленных зрителей и окончились вполне успешно. Отчеты всех без исключения Петербургских газет<sup>14</sup> говорят о бесперебойном и быстром движении вагона на расстоянии до 80 м. Подробнее всех был отчет, помещенный в газете «Берег». Он гласил: «14-го сентября на Песках, по Дегтярному переулку, на станции конно-железной дороги производились в присутствии многочисленной публики преимущественно из г.г. военных инженеров опыты над электрическим двигателем для вагонов конно-железной дороги.

Опыт производился с обыкновенным двухъярусным бельгийским вагоном<sup>15</sup>, который довольно быстро несколько раз прошел расстояние сажен в 40, делая крутой поворот. Особенно странным кажется, когда вагон,двигаемый невидимою скрытою внутри его силой, почти моментально, по желанию машиниста, останавливается и начинает двигаться обратно. «Считаем нелишним познакомить наших читателей с устройством этого дела. Предварительно рельсы, по которым должен идти вагон, прокладываются, как обыкновенные, только внизу подкладывается толстое просмоленное



полотно для того, чтобы электричество не могло уходить, и затем для лучшей проводимости каждая пара рельсов соединяется медной проволокой.



**Рис. 5. Схема зубчатой передачи от электродвигателя к колесам опытного вагона Ф. А. Пироцкого: 1 - колесные скаты вагона, 2 - рамы вагона, 3,4,5,6-система шестерен, 7 – электродвигатель**

В известном пункте, в данном случае в сарае, близ паровой машины находится электрическая, на которой электричество, развиваясь через медную проволоку, доходит до рельсов. Колеса вагона, соприкасаясь с рельсами, принимают электричество и оно таким образом поступает в электрический аппарат, устроенный внутри; действием силы, передаваемой

электричеством, аппарат приводит в движение небольшое колесо шестерни, которое приводит в движение колесо больших размеров и вместе с тем колесо, равное по размеру первому, находящееся на той же оси, и это последнее наконец приводит в движение колесо, непосредственно насаженное на ось колес вагона, так что вместе с ним движутся и колеса вагона. Вообще посмотреть это крайне любопытно и возможно, так как опыты будут и завтра производиться с 10 до 1 часу пополудни».

Опыты с тем же успехом продолжались 15 и 16 сентября.

Это было несомненным торжеством идеи Пироцкого. Можно было ожидать, что опыты эти вызовут большой интерес и вскоре начнется массовое применение электричества для приведения в движение вагонов городских железных дорог. Но в условиях капиталистического способа производства существуют свои законы, не совпадающие с законами разума и логики. Видя в электричестве опасного конкурента, владельцы акций Общества конно-железных дорог быстро нашли «неизвестного писателя», представившего результаты опытов в совершенно ложном свете. Так появилось в реакционных газетах сообщение об опытах 16 сентября, явно противоречащее всему ранее опубликованному в них, и вызвавшее резкую отповедь Пироцкого.

17 сентября 1880 г. в №257 «Голос» «неизвестный писатель» (как назвал его Ф. А. Пироцкий) дал отчет о последнем дне испытаний вагона трамвая в Рождественском парке: «Сегодня во вторник 16 сентября на Песках, на углу Большой Болотной улицы и Дегтярного переулка, в конно-железном парке производился третий и последний опыт над электрическим двигателем для вагонов конно-железной дороги. Все три опыта показали, что применение г. Пироцким известного изобретения Ганса Сименса к рельсам оказалось несвоевременным. По окончательному заключению экспертов найдено, что «игрушка» Пироцкого пока далеко непригодна для конно-железных дорог, потому что, во-первых, движение при электрическом двигателе значительно медленнее конного, во вторых,

внезапная остановка, в момент размыкания батарей, действует весьма неприятно на сидящих, а самое важное препятствие представляет дороговизна этого изобретения.

Каждая батарея для вагона обходится более 700 руб. при двух рабочих; хорошая паровая машина стоит более 15000 руб., содержание ее обойдется не дешевле, чем лошадей и т. п. Все это и многие другие неудобства показывают, что изобретение Пироцкого пока - *pium desiderium*»<sup>16</sup>.

Это ложное в каждом своем слове, развязное сообщение невежественного продажного «писателя» (помещенное им одновременно и в других газетах того же лагеря, например, *Берег*», *Новости*» и др.) вызвало резкое возмущение Ф. Л. Пироцкого, ответившего на него письмом в редакции всех газет, но опубликованным лишь в газете «С.-Петербургские Ведомости». В информации «Голоса» ложным было все, начиная с упоминания об «изобретении» Ганса Сименса (как известно, Ганс Сименс умер еще в 1867 и. и никогда не занимался ничем, кроме сельского хозяйства и стекольного производства) и не существовавших экопертах и кончая подсчетом стоимости электрической железной дороги. Это было выступление против идеи Пироцкого, против электрических железных дорог вообще.

Указывая на то, что еще в 1877 г. он передал Сименсу все данные о результатах своих работ в Сестрорецке, явившиеся основой для постройки игрушечной электрической железной дороги в 1879 г., и воспроизводя действительную картину опытов в Рождественском парке в Петербурге, Пироцкий писал: «На предварительных опытах, произведенных в конце августа месяца, вагон с 40 пассажирами, весящий 450 пудов, электрическим способом двигался обыкновенной рысью. На публичном опыте 1 сентября вагон двигался с пассажирами. На последних опытах 14, 15 и 16 сентября вагон двигался медленно лишь потому, что только часть тока попадала в движущую катушку динамоэлектрической машины, находившейся в вагоне.

Только к концу опытов главная причина медленного движения объяснилась: рабочий, при смазке подшипников упомянутой катушки, по неведению и неосторожности, проливал масло и на коллектор, имевший резиновые изолирующие прокладки, от действия масла обращавшиеся в жидкую массу, поглощавшую медные опилы от щеток и потому проводившую ток мимо катушки. Недостаточная скорость движения происходила иногда и от того, что вместо деревянных колес, назначенных мною для изолирования осей вагона, были употреблены деревянные втулки, вставленные в металлические ступицы: часть тока через края деревянных втулок терялась и терявшийся ток проходил через оси вагона».

Все это были, конечно, вполне устранимые мелочи, ни и какой мере не уменьшающие значения общего результата - движение большого тяжелого вагона с 40 пассажирами со скоростью лошадиной рыси электрическим током было крупнейшей победой техники, не идущей ни в какое сравнение с движением игрушечного локомотива (а не трамвайного вагона) Сименса. Отвечая на замечание «неизвестного писателя» о дороговизне электрического транспорта, Пироцкий привел справедливые и убедительные доводы. В письме своем он писал: «Для электрического движения вагона потребны: 1) машина в 6 паровых сил, стоящая 600 р. (простейшие машины Сохо и машины Графа и Шнейдера); 2) две динамо-электрические машины с принадлежностями, стоящие 2000 р.; 3) изолировка каждой версты рельсового пути - 1500 рублей. Очевидно, что все эти затраты должны быть возвращены в течение нескольких лет.

При существующем конном движении одного вагона суточный расход на фураж 6 лошадей обходится в 4 р. 50 к. (вместе с жалованием конюху). При электрическом способе движения вагона, содержание 6 паровых сил в течение 14 часов обходится в 2 руб., полагая на силу в час 6 ф. каменного угля ценою от 16 до 17 коп. за пуд. Независимо от сего необходимо иметь в виду, что для электрического движения вагонов может быть употреблен «даровой двигатель: течение воды.

Всякое дело говорит само за себя. Построенная мною электрическая железная дорога есть простейшая и дешевлея. Она не требует затрат на среднюю рельсовую линию, напрасно увеличивающую стоимость дороги на 5% и прекращающую экипажное движение в городе. Она не требует затрат и на чугунные столбы, стоящие чрезмерно дорого».

В заключение своего письма Пироцкий писал: «В новом деле электрических железных дорог экспертом может быть признан лишь один Сименс (имеется в виду Вернер Сименс. -Б. Р.), строивший одну из таких дорог с третьим рельсом и ныне строящий другую на столбах с проволочными проводниками, проходящими между рельсовыми линиями, лежащими на столбах».

Несколько забегаая вперед, мы должны сказать, что эксперт этот вскоре высказался явно и недвусмысленно в пользу проекта Пироцкого. Об этом мы прежде всего можем прочесть в донесении Федора Аполлоновича в ГАУ, поданном им 12 июня 1881 г. «Считаю долгом заявить... о том,-писал Пироцкий, -что после устройства мною в Петербурге в 1880 году простейшей электрической железной дороги, состоящей в употреблении для привода вагона тока рельсовых линий, по которым катятся колеса вагона, Сименс, отрешившись от свих двух систем электрических железных дорог (одна с третьим рельсом и другая на чугунных столбах), в текущем году недавно близ Берлина на протяжении 3-х верст выстроил электрическую железную дорогу по прежде мною выработанной системе, т. е. с посылкой движущего тока по рельсовым линиям, по которым катятся колеса вагона и с употреблением для этого деревянных колес. О таковом устройстве дороги Сименса получены сведения в Главном артиллерийском управлении»<sup>17</sup> (рис. 6).

В этом рапорте Пироцкого речь идет о железной дороге, построенной Сименсом в 1881 г. между Берлином и Лихтерфельдом. Подобное описание этой железной дороги и снимок нагона (рис. 6) даны в статье В. И. Чиколева «Письма из заграницы» (ж. «Электричество», 1881 г., № 11. стр. 171). Из этого описания совершенно ясно, что Сименс целиком повторил опыт Пироцкого, применив предложенную им конструкцию. «Большая динамо-электрическая машина Сименса, пишет Чиколаев, -в 54 пуда весом, помещается ближе к Лихтерфельду и приводится в движение 10-ти сильной паровой машиной; ток передается кабелем к рельсам одной стороны, проходит через динамо-электрическую машину вагона и возвращается через другую сторону. Вагон на 20 персон совершенно одинакового типа с нашими одноконными и имеет 4 деревянных колеса (какие у нас на многих железных дорогах) с металлическими шинами, воспринимающими ток от рельсов с помощью металлических ступиц и трущихся по ним пластинок, передающих ток динамо-электрической машине, двигающей вагон, помощью шкивов с 12 стальными (спиральными) струнами.

Рельсы проложены по шпалам и не изолированы друг от друга, так что все сопротивления изоляции между правой и левой линией рельсов не в сырую погоду - только 9 ед. Сименса (единица измерения сопротивления, замененная впоследствии международным омом. 1 ед. Сименса -1,08 ома. -Б. Р.). Это сделано для того, чтобы не пугать публику лишним изолированным проводом, тем более, что принимая во внимание даже всю потерю тока, без изоляции, все-таки выгода электрической железной дороги против конной совершенна очевидна...

Рельсы соединены между собою медными лужеными пластинками, привинченными снизу их концов...

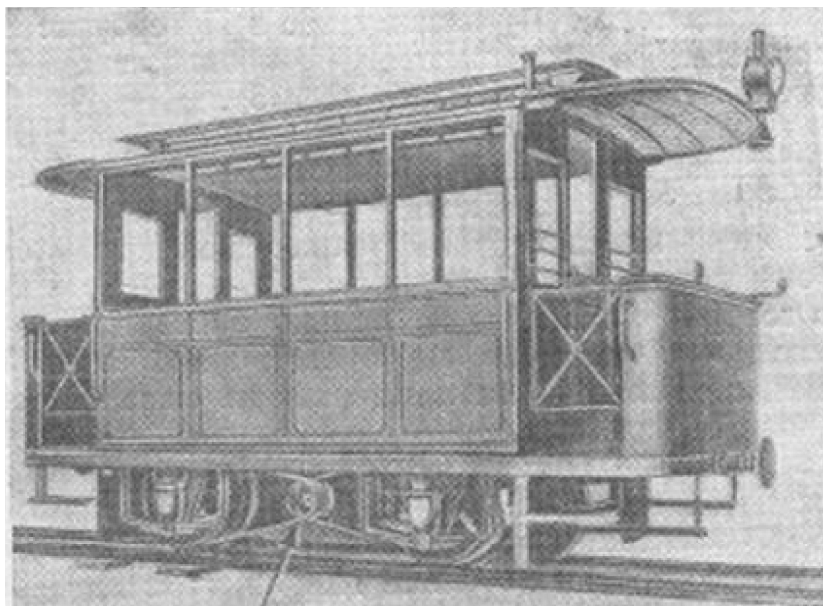
В наших крепостях, где есть динамоэлектрические машины в железные пути, подобные перевозки платформ без локомотивов и лошадей могут быть испытаны и употребляться с успехом (Кронштадт, Динаминд), особенно в военное время.

10 июня н. с. 1881 г.

В. Чиколаев».



Как видно из этого описания Чиколева, Сименс целиком принял идею Пироцкого и осуществил свою дорогу, в точности повторяя опытную линию Петербургской дороги 1880 г.



**Рис. 6. Вагон трамвая Сименса (1881 г.) (стрелкой показана ременная передача)**

Некоторые отступления, например, передача шкивами со спиральными струнами, только ухудшили вагон Сименса по сравнению с опытным вагоном Пироцкого<sup>18</sup>. Полное совпадение конструкции дороги Сименса с тем, что было осуществлено в 1880 г. Пироцким, подтверждается и несколькими другими сообщениями. Так, например, в 1881г. М. Котиков в газете «Русский Инвалид», описывая дорогу Сименса, писал, что «подобные же опыты, проводившиеся на весьма умеренные средства, были предприняты в 1880 г. Вторым товариществом железо-конных дорог».

Позднее, когда подобного же рода трамвай был осуществлен на Венской Всемирной электрической выставке (1883 г.), Котиков в той же газете писал: «Дорога эта была устроена так, что электричество от неподвижной динамо-машины проходило в подвижную, находившуюся в вагоне и приводившую в движение его колеса. Другой рельс служил для обратного направления тока к постоянной динамо-машине.

Таким образом, на Венской электрической выставке электрическая дорога была устроена совершенно так же, как устраивало ее два года тому назад у нас в Петербурге Второе общество городских железных дорог, по предложению Пироцкого» («Русский Инвалид», 1883 г., № 235).

В 1881 г. на Международной электрической выставке в Париже Пироцкий экспонировал свою схему электрической железной дороги. Эта схема, хотя и не получила награды, но не была оспорена ни со стороны технической приемлемости, ни со стороны приоритета Пироцкого.

Все это говорит о том, что не только эксперт, признаваемый Пироцким, - В. Сименс, но и еще более строгий эксперт - время, высказались за применимость идеи Пироцкого. Вопреки появившимся сомнениям, все первые трамваи осуществлялись по схеме Пироцкого и питание электроэнергией движущихся вагонов от рельсов сохранялось еще долгое время. В 1884 г. электрическая железная дорога в Брайтоне (Англия) была построена по схеме Пироцкого с питанием от одного из рельсов. Бесперебойное движение на линии, протяженностью в 7 верст, доказывало техническую приемлемость этой схемы. Кстати сказать, отчет об эксплуатации этой дороги опровергал сомнения в рентабельности нового вида городского транспорта. При эксплуатации только одного вагона чистая прибыль, по сравнению с конной тягой, составляла 420 франков в день. В третьем томе

известной в свое время Энциклопедии промышленных знаний, составленном немецким электротехником проф. А. Вильке, об этой схеме сказано, что пользование рельсами как прямым и обратным проводом представляет самую простую и дешевую систему. И хотя она явно имеет свои недостатки, но как первая схема вполне себя оправдала.

Оправдало себя и сохранилось на долгое время большинство деталей в устройстве трамвая Пироцкого. Так, например, еще в первых своих опытах на Сестрорецкой железной дороге он применял и в прямой и в обратной рельсовой цепи на стыках рельсов специальные соединительные накладки. Придавая большое значение плотности контактов на стыках рельсов, Пироцкий позднее в специальном чертеже указал на способ надежного соединения рельсов или металлических полос.

Однако позднее зарубежная практика пренебрегла этими указаниями Пироцкого, считая необязательным плотное соединение рельсов, используемых для возврата тока (при питании от троллейного провода). Только разрушительное действие блуждающих токов (возникающих в результате разрыва обратной цепи и плохого контакта рельсовых стыков), на оболочку кабелей, металлические трубы и т. п., заставило обратить внимание электротехников на хорошую контактность рельсовых стыков. В 1900 г. на Первом Всероссийском Электротехническом съезде в одном из докладов было указано на это обстоятельство и приведены различные способы соединения рельсов на стыках. Многие из этих способов полностью совпадают с предложениями Ф. А. Пироцкого. Сохранилась и до настоящего времени зубчатая (шестереночная) передача вращения от вала двигателя к ведущей оси вагона.

Изменилась лишь схема питания моторов вагона. С тех пор как в результате работ Д. А. Лачинова была доказана возможность уменьшения потерь с повышением напряжения, оказалось целесообразным перейти к питанию вагонов трамвая через воздушный (троллейный) контактный провод. Но и при этом сохранилось использование рельсов в качестве обратных проводов.

\* \* \*

## ГЛАВА 4

Чем же объяснить, что изобретение Пироцкого не нашло немедленного распространения в России? Конечно, не теми мелкими неполадками в опытах, которые были вполне устранимы и не решали успеха дела.

Для широкого применения электрической тяги на магистральных железных дорогах было необходимо не только теоретическое, но и практическое решение проблемы передачи электроэнергии на далекое расстояние. Ни теоретические работы Лачинова (1880 г.), ни практические опыты французского физика М. Депре с постоянным током (1881 - 1885 гг.) не решили еще этой проблемы, хотя и указывали единственный правильный выход -повышение напряжения в линии. Только в результате работ замечательного русского электротехника М. О. Доливо-Добровольского, изобретателя трехфазного тока, разработавшего в 1889—1891 гг. до мельчайших деталей схему высоковольтной передачи трехфазным переменным током (применив при этом изобретение П. Н. Яблочкова -трансформатор), создавшего синхронный генератор, трехфазный трансформатор и асинхронные двигатели переменного тока, оказалось практически осуществимым передавать электроэнергию на любое расстояние.

С этого времени и возникает возможность широкого применения электроэнергии на магистральных железнодорожных путях.

Но применение электротяги в городском хозяйстве не зависело от решения вопроса о дальних передачах электроэнергии переменным током. Для трамвая было вполне достаточно и то напряжение, которое применялось в осветительных установках, и сечение проводов, во много раз меньшее, чем сечение рельсов.

Осуществление трамвая в России еще в 1881 - 1890 гг. несомненно способствовало бы более быстрому усовершенствованию схемы питания вагонов. Но экономические соображения и юридические законы, охранявшие интересы капиталистов, задержали постройку трамвая в России до 1891 г.

Дело в том, что сооружение трамвая могло быть осуществлено лишь в случае, если бы он приносил доход не меньше того, который мог быть получен капиталистами при других применениях капитала. Такой доход мог быть гарантирован лишь при достаточно больших объемах перевозок пассажиров.

В нескольких крупных городах России -Москве, Петербурге, Киеве, Харькове и др. - уже ощущалась потребность в массовом внутригородском транспорте, т. е. были обеспечены требуемые объемы перевозок. Но в столице России, Петербурге, только в конце 70-х годов были сооружены линии конно-железных дорог общим протяжением свыше 85 верст. Прокладка рельсовых путей при относительно высокой стоимости рельсов, и приобретение за границей (Бельгия) подвижного состава потребовали затраты довольно значительных капиталов (более 6 млн. руб.). Вследствие неудачно составленного плана прокладки рельсовых линий часть из них не приносила никакого дохода и 2-е Общество конно-железных дорог понесло в течение первых четырех лет своего существования около 600 000 руб. убытков. После ряда настойчивых ходатайств Городская Дума в сентябре 1879 г. разрешила Обществу повысить оплату за проезд на 1 коп. (6 и 4 коп. за один тарифный участок вместо 5 и 3 по контракту) и закрыть 4 бездоходных линии при условии сооружения взамен их других, той же протяженности. Это потребовало новых капиталовложений, хотя и обещало впоследствии повысить доходность предприятия.

Вряд ли в таких условиях можно было уговорить акционеров 2-го Общества конно-железных дорог столицы перейти на электрический городской транспорт, вложить дополнительно значительные средства, главным образом, в переделку всех рельсовых путей, строительство нескольких электростанций и переоборудование около 300 вагонов.

Такое же положение было и в Москве, где еще в 1873 г. Городская Управа заключила договор с графом Уваровым и Крузе о предоставлении им права устройства конно-железных дорог, а в 1875 г. образовалось «Первое Акционерное общество конно-железных дорог в Москве», которому Уваров передал свой договор с Городской Управой.

Здесь, как и в Петербурге, Общество конно-железных дорог, затратив большие капиталы на сооружение рельсовых путей и приобретение вагонов, не согласилось бы на значительные затраты по переоборудованию всего предприятия на электрическую тягу.

Но и в тех городах, где потребность в массовом городском транспорте давно назрела, а конно-железные дороги ко времени изобретения Пироцким электрического трамвая еще не были сооружены, причины экономического, а затем юридического порядка надолго задержали строительство трамвая. Так, например, в Харькове, где сообщение центра с окраинами год от года становилось все более затруднительным, в конце 70-х годов неоднократно обсуждался вопрос о проведении конно-железных дорог. Это обсуждение затянулось до 1882 г. (когда уже можно было построить не конку, а электрический трамвай), но совершенно понятно, что Харьковская Городская Управа не могла рискнуть применить у себя новое изобретение, еще не проверенное опытом эксплуатации ни в одном большом городе. А заключив в 1882 г. контракт с французскими гражданами Бонне и Отле, Городская Управа на 42 года предоставила им исключительное право устройства и эксплуатации конно-железных дорог. Предвидя возможность изменений в технике городского транспорта, концессионеры ввели в договор пункт о том, что «если бы в течение срока концессии был введен в столицах или больших городах России или Европы другой, более усовершенствованный способ перевозки грузов и пассажиров взамен конного двигателя, то предпринимателям предоставлялось исключительное право, с согласия Городского Управления, ввести этот способ по устроенным ими линиям конно-железных дорог».

Долгое время предпринимателям, а затем с 1893 г. их преемнику, Бельгийскому акционерному обществу, было абсолютно невыгодно переоборудовать «конку» на электрический трамвай. «Предприниматели ограничились проведением двух главных линий да небольшой дополнительной (Старо-Московская).

К тому же и по этим линиям коночные клячи двигались с грехом пополам, и это в то время, когда во всех уже почти крупных центрах России завелись электрические трамваи», — писал в начале XX века историк г. Харькова Д. И. Багaley.

Правда, город имел возможность выкупить все предприятие через 15 лет, т. е. в 1897 г., но к тому времени «трамваи и конка были самыми выгодными и самыми прибыльными коммерческими предприятиями. Вот почему иностранные капиталисты, как хищные вороны, стаями налетают на каждый город, где только поднимается вопрос об устройстве конки или трамвая...»<sup>19</sup>.

Эти слова автора брошюры с характерным названием «Бельгийские кандалы» хорошо объясняют, почему городу не удалось выкупить столь выгодное предприятие и превратить «конку» в трамвай. Вцепившись в добычу, бельгийские хищники и подкупом и другими способами продолжали сохранять за собой монополию на городской транспорт, а затем добились договора и на проведение электрического трамвая. Так было и в других городах.

Исключение из всех городов России представлял только Киев, где давно уже ощущалась потребность в массовом городском транспорте. И хотя еще в 1869 г. компания землевладельцев обратилась за разрешением соорудить две линии конно-железных дорог, одна из которых должна была связать берег Днепра с вокзалом, дело о разрешении строительства тянулось 11 лет. Уже имели конно-железные дороги Одесса и Харьков, Тифлис и Ростов-на-Дону. Получили разрешение на строительство и другие города, а Киев все еще не имел никакого массового транспорта.

Камнем преткновения для осуществления городских железных дорог в Киеве были не только крутые подъемы, но и невозможность прокладки рельсовых путей по

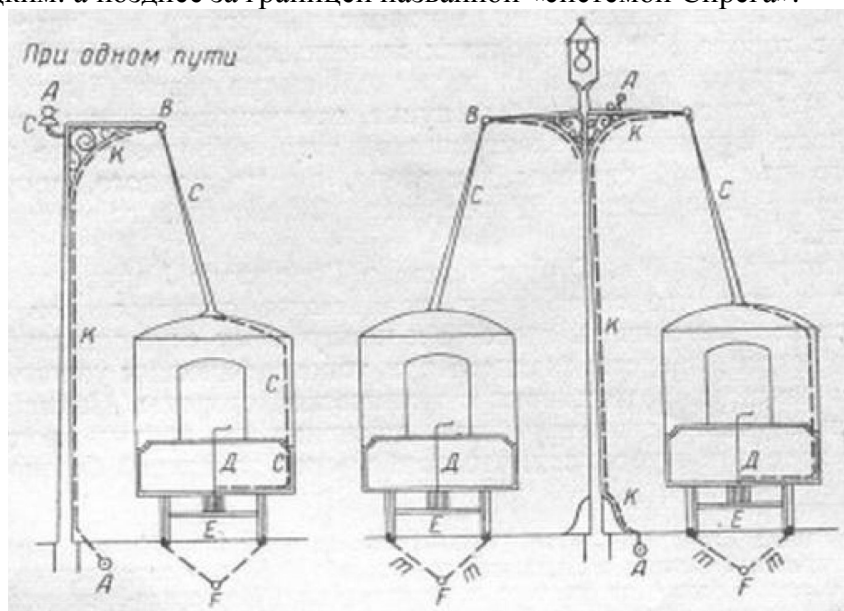
Крещатику до проведения водопровода и канализации. Только 30 июля 1883 г. было решено строить пути везде, кроме Крещатика (впредь до укладки канализационных труб) и Александровского подъема. Но и после этого решения более 6 лет не находилось предпринимателей, желающих взять на себя постройку городских железных дорог.

Только в 1889 г. известный предприниматель, генерал-майор инженерных войск Аманд Егорович Струве<sup>20</sup> составил проект постройки в Киеве рельсовых дорог с конной и паровой тягой. Струве был хорошо известен Киеву своими всегда удачно выполненными предприятиями - постройкой дворца, железнодорожного моста через Днепр, газового освещения и городского водопровода. Поэтому и проект городской железной дороги, представленный в Городскую Управу, был принят, и 7 июля 1889 г. Управа подписала договор «на устройство в городе Киеве городских железных дорог» сроком на 45 лет, с правом города на досрочный выкуп через 25 лет.

В § 1 этого договора был пункт, предусматривающий возможность применения электрической тяги. «Употребление парового или иной системы двигателя, вместо конного, допускается с разрешения Городского Общественного Управления...».

В апреле 1890 г. Струве подал в Городскую Управу заявление о том, что со времени подписания договора «он не переставал изыскивать способы к наилучшему осуществлению предприятия, представляющего при топографических условиях Киева немалые затруднения с технической стороны. Приискивая наилучший двигатель для движения по крутым подъемам города, он убедился, что наибольшей гарантией безопасного движения в последнее время должен быть признан... электрический двигатель...», который и предложил применить в Киеве.

24 мая того же года Управа получила от Струве полный проект электрического трамвая и электрической станции, разработанный киевскими инженерами (рис. 7). Этим проектом предусматривалось применение так называемой «системы Спрега», существенным элементом было применение контактного провода для питания моторов вагонов и схемы зубчатой передачи от мотора к ведущей оси, разработанной ранее Ф. А. Пироцким. а позднее за границей названной «системой Спрега».



**Рис. 7. Чертежи трамвая в г. Киеве по проекту А. Е. Струве:**  
 АА – электрический провод; В – Бронзовый рабочий проводник; КК – изолированный проводник; С – шарнирный рычаг с изолированными проводниками СС; Д – регулятор коммутатора; Е – электрический двигатель; F – проводник обратного тока, соединенный с рельсами проводниками m.



Система контактного провода была применена во многих городах Америки, но в Европе применение ее тормозилось противодействием почтово-телеграфных ведомств. Было распространено убеждение, что контактный провод и использование рельсов как обратного провода повлияет на работу телеграфа и телефонов. Однако Струве настойчиво доказывал возможность осуществления трамвая с контактными проводами без ущерба для линии связи.

В июне 1890 г., не дожидаясь утверждения проекта в Техническо-строительном комитете Министерства внутренних дел, Струве начал постройку городских железных дорог, заказав на Брянском рельсопрокатном заводе специальные желобчатые рельсы<sup>21</sup>, а на Коломенском машиностроительном заводе - вагоны для конной и электрической тяги.

Между тем обсуждение проекта электрического трамвая в Киеве вызвало оживленные споры между работниками почтово-телеграфного ведомства и электротехниками Киева. В протоколе особого присутствия техническо-строительного отделения Киевского губернского правления было высказано утверждение о том, что система возврата тока по рельсам трамвая не безопасна для жизни людей и нарушает нормальную работу телефона и телеграфа. К этому протоколу было приложено особое мнение профессора физики Киевского университета Н. Н. Шиллера, утверждавшего, что земля при осуществлении трамвая с возвратом тока по рельсам «не есть обратный проводник, включенный в цепь». Таким проводником Шиллер считал только самые рельсы при условии надежного соединения контактов.

Те же вопросы возникали и при обсуждении проекта киевского трамвая на заседании Особой Комиссии при Техническо-строительном комитете Министерства внутренних дел, созданной в связи с новизной вопроса о сооружении трамвая. Предварительно проект был послан на отзыв ряду выдающихся деятелей VI (электротехнического) отдела Русского Технического общества. Только один предварительный отзыв производителя работ Петербургского почтово-телеграфного округа Ф. Л. Крестена был отрицательным и сводился к утверждению, что использование рельсов в качестве обратного провода и применение напряжения в 500 в представляют опасность для жизни людей, а контактный провод при проведении его параллельно проводам связи нарушит нормальную работу телефона и телеграфа.

Этот отзыв Крестена вызвал резкое возражение председателя VI отдела РТО полковника В. Я. Флоренсова. Поддерживая мнение профессора Н. Н. Шиллера, Флоренсов писал, что безопасность системы с использованием рельсов как обратных проводников вполне доказана. Более ранняя схема питания вагонов трамвая схема Пироцкого, когда оба провода, питательный и обратный, были уложены на поверхности земли (рельсы), казалось бы представляла еще большую опасность.

Однако Флоренсов привел пример из опыта трамвая на Венской выставке 1883 г., построенного по схеме Пироцкого. Сам Флоренсов, как и Ф. Крестен, были свидетелями опыта, полностью подтвердившего безопасность напряжения в 500 в постоянного тока, при питании через рельсы трамвая. Что же касается возможного нарушения нормальной работы телефонных и телеграфных линий, то, по мнению Флоренсова, ошибка Ф. Крестена заключается в том, что он неправильно рассматривает землю как элемент электрической цепи.

26 января 1891 г. вопрос о проекте электрического трамвая в Киеве рассматривался на заседании экспертов Техническо-строительного комитета Министерства внутренних дел. Единогласно было признано, что «Все расчеты г. Струве теоретически верны» и что проект технически вполне осуществим. На особое обсуждение были подавлены вопросы: 1) опасны ли токи напряжением в 500 в, постоянного направления при использовании рельсов в качестве обратного проводника; 2) о значении земли, как проводника, при канализации тока для электрического трамвая при питании от верхнего провода и 3) о влиянии электрического тока на телеграфные и телефонные провода»<sup>22</sup>.

По первому вопросу все 7 экспертов электриков и механиков (проф. И. И. Боргман, В. Я. Флоренсов, Г. К. Мерчинг, А. И. Смирнов, А. А. Лукин, И. И. Дешевов и Ф. Л. Крестен) высказались за то, что рельсы трамвая при напряжении 500 в в системе с верхним питательным проводом совершенно безопасны. По мнению Флоренсова, также совершенно безопасна система Пироцкого при питании постоянным током через один из рельсов, даже при 2000 в напряжения. Высказанные А.И.Смирновым опасения появления электротоков размыкания встретили возражения Лукина.

О значении земли, как обратной цепи, мнение всех экспертов было единодушным, за исключением одного Крестена. Проф. И. И. Боргман, отвечая наиболее обстоятельно, сказал «что уложенный в землю голый проводник можно считать не изолированным только в первое время, пока он не покроется ржавчиной, а затем по истечении сравнительно короткого времени, образовавшаяся на поверхности железа ржавчина является уже отчасти изолятором. Вследствие этого проводник понесет в себе значительную часть запаса тока, а потому нет повода считать обратным проводником в данном случае только землю.

Вообще нужно сказать, что ток, направленный хотя бы и в голый проводник, уложенный в землю на глубине, выше уровня грунтовых вод пойдет по проводнику, а не исключительно по земле, хотя и с небольшим отклонением в нее»<sup>23</sup>.

То же мнение высказал и Флоренсов, утверждая, что земля не есть обратный проводник, включенный в цепь, хотя бы голый кабель и прикасался к земле. Только Ф. Крестей упорно отстаивал неверное утверждение, что «обратный неизолированный от земли проводник включает землю в прямое сообщение»<sup>24</sup>.

Ошибочное мнение Крестена не повлияло на решение этого вопроса, и для киевского трамвая, так же как и для последующих, не стали применять изолированных подземных кабелей для возврата тока, добиваясь одновременно таких надежных контактов рельсового пути, чтобы падение напряжения не превышало 3-7 в.

Наконец, по третьему вопросу о влиянии электрического тока на телеграфные и телефонные провода было решено, что «на телеграфном сообщении это влияние не будет заметно, так как даже при параллельном следовании электродорожных (т. е. контактных трамвайных. - Б. Р.) и телеграфных проводов, от первых не могут отвлекаться токи достаточной для того силы». Это положение было принято собранием без возражений<sup>24</sup>.

Не отрицая влияния трамвайных проводов на телефонные разговоры, присутствующие предложили ряд способов для уменьшения этого влияния. Проф. И. И. Боргман предлагал помещать телефонные провода, идущие параллельно силовым, в железную трубку; В. Я. Флоренсов предложил устранять по возможности параллельное расположение проводов, наконец. Лукин предлагал как средство уменьшения влияния применение «обратной петли». Один из экспертов, Дешевов, предложил самый надежный способ - обязать телефонные станции иметь два провода - прямой и обратный (а не использовать землю в качестве обратного)<sup>25</sup>.

Обсуждение проекта киевского трамвая способствовало принятию теоретически обоснованных решений, намного опередивших решение подобных же вопросов за границей.

Наконец, в феврале 1891 г. в Киеве было получено сообщение об утверждении Министерством внутренних дел проекта и устава Акционерного общества, которому Струве хотел передать все дело. В соответствии с § 1 договора с городом, Струве мог применить «вместо конной, если пожелает... и разрешит Министерство внутренних дел паровой или иной системы двигатель». Получив разрешение, он обязался выстроить в течение первых двух лет 10 верст путей и из них 2 версты с электрической тягой. Первоначально намечалось провести две линии: Подол - Крещатик (Никольские ворота) и Европейская гостиница - Присутственные места. В последующие годы электрическое движение должно было заменить собой «конку» на всех линиях города.

Неожиданное препятствие возникло в мае 1891 г. Несмотря на утверждение проекта. Киевский губернатор на основании предложения начальника края потребовал от Струве нотариальной подписки «о прекращении действия электрического трамвая, на случай, если последний будет оказывать то или другое влияние на систему телеграфов и телефонов, в неблагоприятном для последних смысле, и вообще недостаточно гарантировать безопасность жителей». На это Струве ответил отказом сооружения электрического трамвая.

«Находя, что производство значительных затрат на покупку специальных машин и принадлежностей для такой дороги может оказаться нерациональным, в виду возможности требования о прекращении действия электрического трамвая, проектированного от Подола до ст. Киев I, предприниматель считает себя поставленным в необходимость ограничиться устройством обыкновенной конно-железной дороги, с тем, что если достаточно выяснится возможность устройства электрического трамвая на Александровском подъеме им будет принята на себя подписка указанного характера в отношении этого подъема», - писал Струве в Управу.

Тем не менее на Коломенском заводе специально для Киева успешно проектировался первый в России моторный трамвайный вагон, не копированный с каких-либо образцов, а созданный заново конструкторами завода. Одновременно на том же заводе были изготовлены специально для Киева паровозы особой конструкции и вагоны для конной тяги. Уже в июне 1891 г. вагоны эти были доставлены в Киев.

18 июня 1891 г. состоялась официальная закладка конно-железных дорог. К 24 июля рельсы были уложены по всему Крещатику и Б. Васильковской, а 30 июля открылось движение вагонов конно-железной дороги на участке от Б. Жандармской ул. до Демиевки, а через несколько дней, 6 августа, - от здания Европейской гостиницы на Крещатике до Демиевки.

9 сентября 1891 г. на Александровской улице и Александровском спуске началась укладка рельсов для электрического трамвая. Вся работа по прокладке линии на подъеме была закончена в возможно кратчайший срок - к 10 октября на всем протяжении Александровского спуска были уложены рельсы и обратный кабель, прокладываемый по требованию Почтово-телеграфного ведомства. Установка столбов для подвески контактного провода была начата в ноябре, но наступление зимы задержало окончание работ.

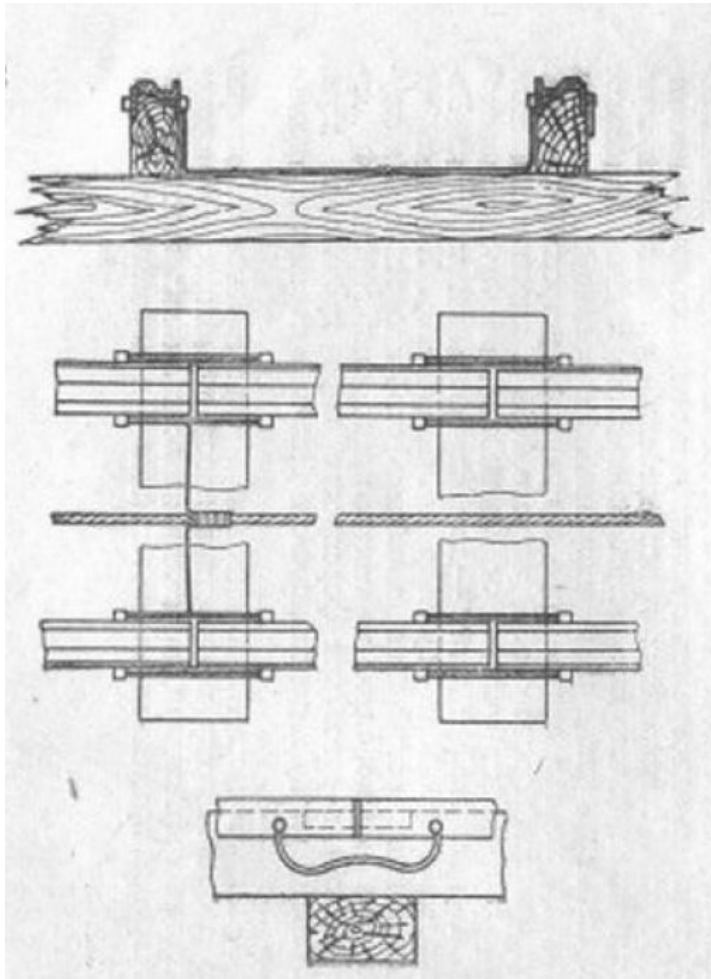
Вопреки существовавшему долгое время представлению о том, что киевский трамвай копировал западноевропейские конструкции воздушной проводки, надо отметить, что разработка всех, основных вопросов (например, всех деталей конструкции воздушной сети, ее крепления на S-образных участках, система подкладок под рельсовый путь и т. п.) была совершенно самостоятельно проведена русскими инженерами (рис. 8), многие изобретения которых нашли широкое применение в практике строительства и эксплуатации трамваев (например, прибор для скалывания льда на троллейном проводе системы инж. В. Первенко и др.).

Одновременно расширялась сеть линии конно-железных дорог, а в феврале 1892 г., когда прибыли первые паровозы, началось движение «парового трамвая». 7 февраля небольшой локомотив с тремя вагонами конно-железных дорог прошел по Крещатику и Б. Васильковской улице. Удачные испытания на этом участке показали целесообразность применения паровой тяги, но одновременно выявили и ее недостатки - несмотря на ряд специальных приспособлений, уменьшавших шум, применение кокса для устранения дыма и др., нормальное движение на улице было нарушено. Не только на конечных пунктах, но и в центре города пришлось устроить «станцию для очистки паровозов». В августе 1892 г. паровое движение было введено на участке от Крещатика, по Фундуклеевской ул., Пироговской и далее - до Триумфальных ворот на Бибиковском бульваре (бульвар им. Шевченко). Но здесь все недостатки паровой тяги выявились особенно резко. На крутом подъеме на одной из центральных улиц города

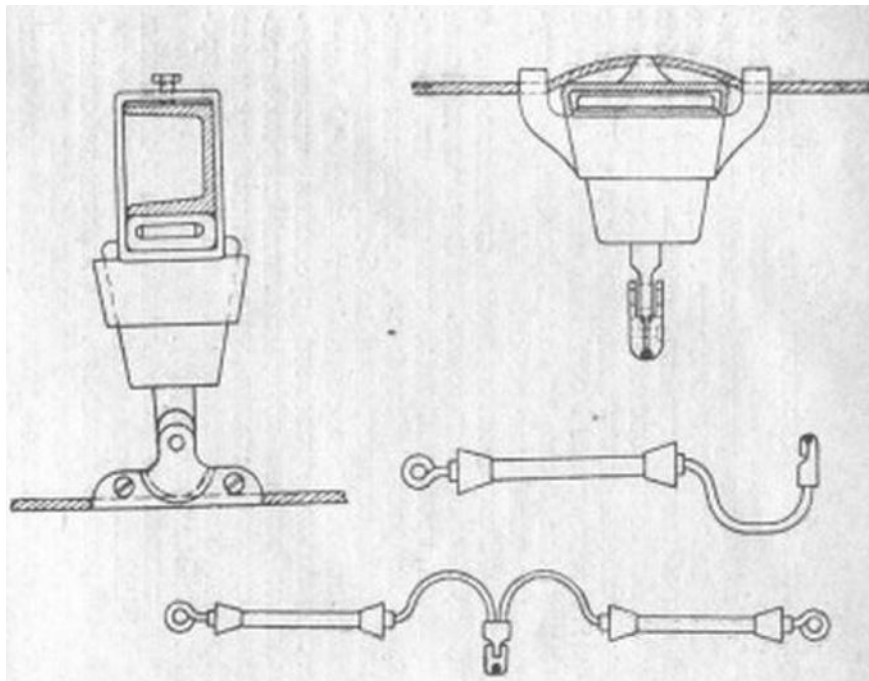


(Фундуклеевской) паровоз при форсировке пара производил шум, загрязнял улицу и довольно часто был не в состоянии преодолеть подъем.

Между тем на Александровском спуске были закончены все работы. Ввиду неясности вопроса возможности применения электротяги для движения на всех линиях города была выстроена временная электростанция - в деревянном здании были установлены два газовых двигателя по 60 л. с. К концу апреля все работы были закончены и в линию дан ток.



**Рис. 8. Детали устройства подвески проводов и рельсовых стыков трамвая в Киеве, разработанные русскими инженерами**



2 мая 1892 г. в Киев прибыли 2 моторных закрытых вагона, изготовленных Коломенским заводом. Вагоны отличались от применяемых для конной тяги: длина их была 6,75 м, ширина - около 2 м (ширина колеи 4 фута 11,5 дюйма, т. е. 151,13 см), рессоры стальные, винтообразные, тогда как в вагонах «конки» они были каучуковые. Внутри вагона были сидения вдоль стен на 11 чел. с каждой стороны, всего же вагон вмещал 40 пассажиров. Управление движением производилось с помощью контроллеров, двигатели были рассчитаны на ток до 20 а при напряжении 500 в. Вагоны были снабжены двумя системами тормозов.

В день прибытия вагоны были опробованы на ровной части линии на Александровской улице. 8 мая проходили испытания на всем участке от Подола до Крещатика. Приводим выдержки из двух документов о движении первого в России трамвая - замечательного русского изобретения, построенного и пущенного в старинном русском городе отечественными инженерами, техниками и рабочими.

«...Состоялась пробная поездка электрического вагона на Александровской горе до Нижней площади... Вагон шел вверх и вниз по крутой горе вполне удовлетворительно и мог останавливаться без всяких затруднений в разных пунктах уклона»<sup>26</sup> (рис. 9).

28 мая участок с электрической тягой принимала специальная комиссия в составе заведующего строительным отделом Городской Управы Картавцева, губернского архитектора Иконникова, губернского механика Барсукова, городского архитектора Николаева, электротехников: Геркена, механика Савицкого и кандидата математических наук Страуса (двое последних - строители электростанций в ряде городов России, в том числе и Киеве). В заключении комиссии было сказано:

«Временные деревянные здания - вагонный сарай и машинное отделение построены согласно утвержденному строительным отделением губ. правл. проекту. Вагоны с электрическими двигателями соответствуют также утвержденному проекту. Тормоза, по своим размерам и конструкции, оказались вполне прочными, а при внимательном обращении, что было испробовано несколько раз при спуске, вагоны могут останавливаться очень быстро. Для большей безопасности предположено устроить автоматические тормоза, кроме двух уже существующих в вагоне.

Автоматические тормоза необходимы при случае какой-нибудь поломки тормозных тяг. Воздушные провода подвешены правильно и не угрожают опасностью. Что же касается проводов внутри вагонов, то они тщательно изолированы от всех металлических частей вагонов. В вагонах и на станциях устроены в необходимом количестве громоотводы и предохранители. Внутри вагона изолированы также вполне хорошо динамо-машины, и пассажиры, по мнению комиссии, вполне ограждены от действия электрического тока.

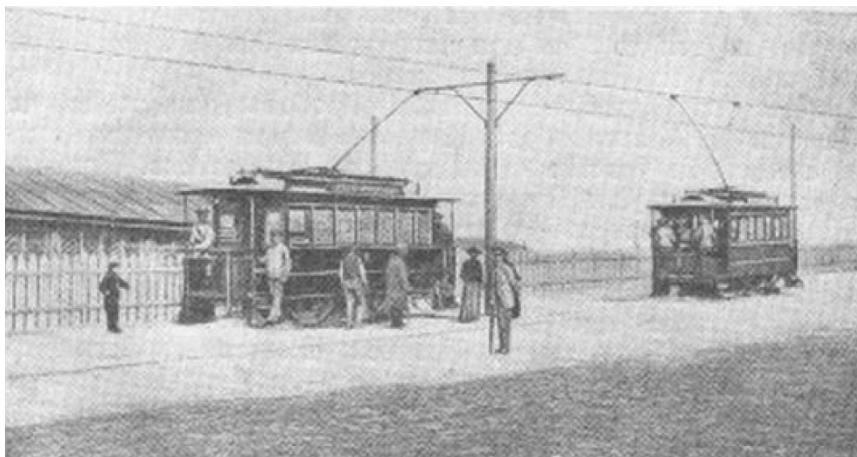


Рис. 9. Первый трамвай в г. Киеве на Александровском подъеме (1892г.)

Согласно требованию Министерства, лампочки накаливании находятся внутри вагонов. При пробах на подъемах, а также на Александровской улице движение вагона было вполне правильное»<sup>27</sup>.

Пассажирское движение началось со 2 июня. На первой линии Подол - Крещатик длиной в 700 сажен (1,5 км) первоначально курсировало 2, а затем 4 вагона. Вскоре линия эта была продолжена до Левашевской улицы на Печерске. Это был второй участок с крутым подъемом. Спустя некоторое время электрическое движение было расширено - линии на Фундуклеевской ул., Б. Васильковской, Безаковской (имеющей наибольший уклон 0,097) и др. обслуживались электрическими трамваями.

В 1893 г., когда отпали опасения, высказанные Почтово-телеграфным ведомством, была выстроена постоянная электростанция на Александровском спуске у берега р. Днепр. Были установлены 4 паромашин по 150 л. с. каждая. Станция эта проработала 12 лет, после чего была реконструирована. До 1903 г. Общество киевских городских конно-железных дорог пользовалось также покупной электроэнергией от городской электростанции русского общества «Савицкий и Страус» (линия Марино - Благовещенская).

Так через 12 лет после изобретения Ф. А. Пироцким электрического трамвая он был построен и пущен в эксплуатацию на его родине—Украине, в Киеве, в городе, связанном с началом его военной деятельности. Осуществление этого первого в России трамвая было проведено без всякого участия иностранных специалистов и иностранного капитала, русскими инженерами. Все оборудование (за исключением электродвигателей моторных вагонов и генераторов электростанции) было изготовлено на русских заводах. Значительные усовершенствования, внесенные в конструкции вагонов, контактной сети и другие элементы трамвая, делали его образцовым для своего времени трамвайным предприятием не только для России, но и для Западной Европы.

Опыт эксплуатации киевского трамвая вскоре показал полную коммерческую выгоду нового вида транспорта и несомненные его удобства. Возможность использовать рельсы конно-железных дорог для электрического трамвая, а вагоны их в качестве прицепных значительно уменьшала размеры первоначальных затрат.

Но нежелание владельцев городских конно-железных дорог вкладывать дополнительные капиталы, необходимые для переоборудования их на электрическую тягу, задерживало развитие электрических трамваев.

Все же за девять последующих лет (к началу 1902 г.) электрический трамвай был построен в 13 городах России (см. табл. 1), о разрешении на постройку ходатайствовало еще 47 городов (см. табл. 2). Все это отражает массовое стремление русских городов ввести у себя наиболее совершенный вид городского транспорта. В результате такого стремления до 1914 г. трамвай был построен в 35 городах России (рис. 10). Как бы наверстывая упущенное, Россия по темпу строительства новых линий в эти годы перестала уступать Западной Европе.

В отличие от киевского трамвая постройка всех последующих проводилась по большей части иностранными, главным образом бельгийскими, немецкими и в единичных случаях французскими акционерными обществами.

Строитель первого в России электрического трамвая Л. Е. Струве, располагавший значительными капиталами и получивший ряд предложений о сооружении трамваев в разных городах (в частности в г. Баку), не принял их и вскоре целиком занялся руководством Коломенским машиностроительным заводом.

Таблица 1

Электрические трамваи в России к 1902 г.\*

№ п/п.	Города	Число жителей, тыс.	Дата пуска трамвая	Строитель
1	Киев . . . . .	248	2/VI 1892	Инж. Струве А. Е.
2	Н.-Новгород . . . . .	95	8/V 1896	Сименс и Гальске.
3	Курск . . . . .	53	18/IV 1898	Подобедов; Гартман.
4	Екатеринослав . . . . .	121	14/VI 1898	Анонимное бельгийское общество
5	Витебск . . . . .	66	18/VI 1898	Французская концессия
6	Севастополь . . . . .	50,7	12/IX 1898	Акционерное бельгийское общество
7	Орел . . . . .	70	3/XI 1898	„Тяга и электричество“
8	Москва . . . . .	986	25/III 1899	Акционерное бельгийское общество
9	Житомир . . . . .	65,5	22/VIII 1899	Акционерное общество
10	Казань . . . . .	131	11/X 1899	Сименс и Гальске
11	Рига . . . . .	256	10/VII 1901	Анонимное бельгийское общество
12	Могилев . . . . .	43	—	Акционерное бельгийское общество
13	Елизаветград . . . . .	62	—	—

Таблица 2

## СПИСОК

городов, в которых к 1902 г. проектировались электрические трамваи<sup>28</sup>

- |                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| 1. Астрахань *         | 25. Омск *        |
| 2. Баку                | 26. Оренбург      |
| 3. Бобруйск            | 27. Пенза         |
| 4. Брест-Литовск       | 28. Полтава       |
| 5. Белосток            | 29. Псков         |
| 6. Владивосток         | 30. Рязань *      |
| 7. Гродно              | 31. Симбирск      |
| 8. Двинск              | 32. Симферополь * |
| 9. Екатериннодар       | 33. Смоленск *    |
| 10. Иланово-Вознесенск | 34. Ставрополь    |
| 11. Каменец-Подольск   | 35. Таганрог      |
| 12. Козлов             | 36. Тамбов        |
| 13. Кострома           | 37. Ташкент *     |
| 14. Кременчуг          | 38. Тверь         |
| 15. Керч               | 39. Томск *       |
| 16. Кронштадт          | 40. Уфа           |
| 17. Кутаис             | 41. Херсон        |
| 18. Либава *           | 42. Царицын       |
| 19. Лодзь              | 43. Чернигов      |
| 20. Люблин             | 44. Юрьев *       |
| 21. Мариуполь          | 45. Ярославль     |
| 22. Новгород           | 46. Якутск        |
| 23. Новороссийск       | 47. Феодосия      |
| 24. Новочеркасск       |                   |

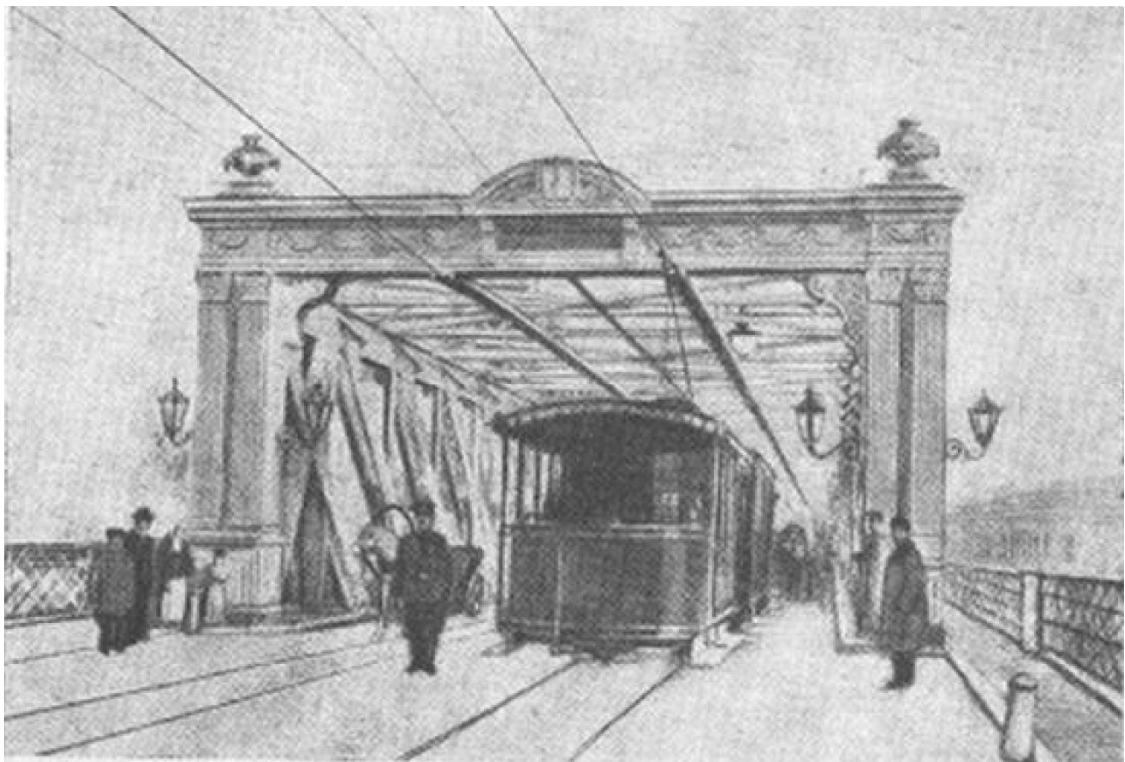


Рис. 10. Трамвай в г. Орле



Рис. 11. Трамвай в г. Кременчуге



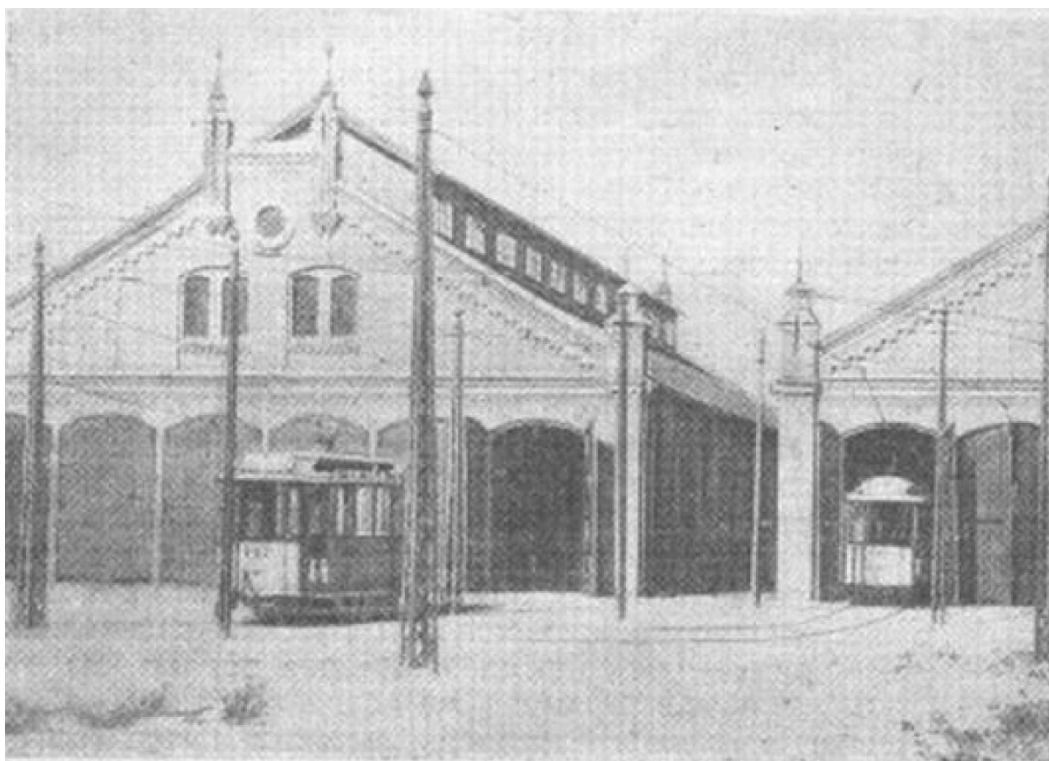
Еще в период значительного строительства конно-железных дорог в Западной Европе (50—60-е годы XIX века) бельгийские заводы специализировались на производстве вагонов, постепенно видоизменяя их конструкцию и увеличивая размеры. Изобретение Пироцкого показало полную возможность использовать вагоны конно-железных дорог для превращения их в моторные трамвайные вагоны. Владельцы вагоностроительных заводов вскоре учли эту возможность перехода на выпуск электромоторных вагонов для трамваев и монополизировали их производство в Западной Европе.

Поиски возможного применения капиталов, избыточных и не находящих использования в самой Бельгии, привели к созданию нескольких акционерных обществ по строительству электрических трамваев в России. Чем же объяснить, что русские капиталисты не стремились вкладывать свои капиталы в трамвайные предприятия? Одной из причин такого отношения было несомненно то, что молодой русский капитализм искал такого применения капиталов, которое давало бы не менее 20-30% прибыли. Трамвай же давал не более 6-8%. что для Западной Европы считалось высоким процентом - обычный процент там составлял 3-4.

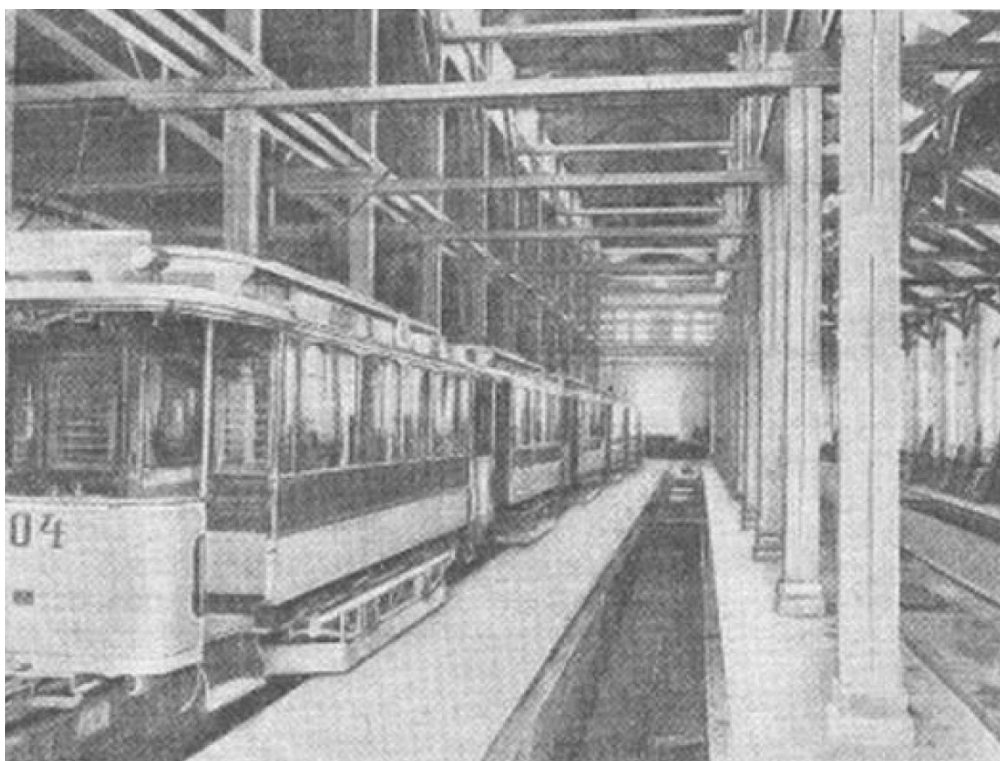
Однако в большинстве случаев организаторы акционерных обществ ограничивались лишь вложением капиталов, используя для проектирования и непосредственного руководства сооружением трамваев в России русских инженеров, техников и рабочих. Так, при постройке трамвая в Курске работами руководил инженер путей сообщения Иван Алексеевич Лихачев. Он же руководил постройкой конно-железных дорог в Казани, а затем составил проект электрического трамвая в Астрахани<sup>29</sup>. Постройкой же электрического трамвая в Казани руководил в 1898—1899 гг. инженер-электрик Г. П. Маркович. Большое участие в экспертизе устройства электрического освещения и проекта трамвая принимал профессор физики Казанского университета Д. А. Гольдгаммер.

Предложение о сооружении электрического трамвая в Нижнем Новгороде впервые выдвинул владелец электротехнического завода в Петербурге инженер-технолог М. Подобедов, строитель трамвая для Всероссийской выставки 1896 г.

Постройкой трамвая в Риге (рис. 12 и 13) полностью руководили латышские и русские инженеры.

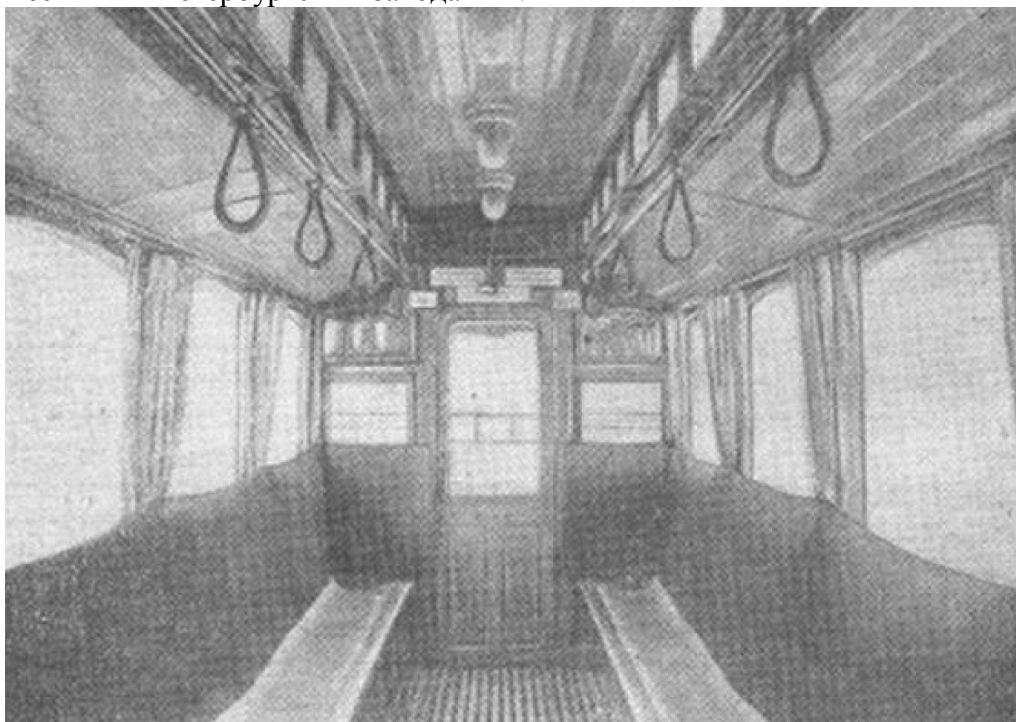






**Рис. 12. Трамвай в г. Риге (1901г.)**  
**Вагон, выходящий из трамвайного парка (вверху);**  
**Вагон на смотровой яме (внизу)**

Первоначально было предположение получать все оборудование из-за границы. Но «ввиду возвышения пошлин на некоторые предметы заграничного производства, а также вследствие того, что местное правление по постройке уличных электрических дорог не успело сделать соответствующих заказов за границей - большинство заказов поручено местным и петербургским заводам»<sup>30</sup>.



**Рис. 13. Внутренний вид трамвайного вагона в г. Риге (в 1901г.).**

Действительно ли сыграли роль указанные причины или руководствовались другими соображениями, но весь подвижной состав рижского трамвая, пущенного в середине 1901 г., был построен на отечественном Русско-балтийском вагоностроительном заводе.

«На русско-балтийском вагоностроительном заводе на прошлой неделе начата постройка вагонов „для будущей рижской электрической дороги... машины поставляются электротехническим заводом «Унион»<sup>31</sup>, писала одна из рижских газет в сентябре 1900 г.

В день торжественного открытия движения рижского трамвая 10 июля 1901 г. директор Рижского политехнического института Гренберг указал на выдающуюся роль, которую сыграли в строительстве трамвая инженеры, бывшие воспитанники института, «которые с большим успехом оправдывали возлагаемое на них доверие, особенно при постройке... электрической дороги»<sup>32</sup>.

Можно было бы привести множество примеров участия русских инженеров питомцев петербургских, московских технических учебных заведений. Киевского и Рижского политехнических институтов в качестве руководителей по постройке городских электрических трамваев. Много нового вносили они в конструкцию отдельных элементов сложного хозяйства трамвайных предприятий, хотя творчество их было стеснено жесткими рамками, определяемыми интересами концессионеров.

Иностранные концессионеры, рассматривавшие Россию, как полуколониальное государство и стремившиеся лишь к получению возможно более высоких прибылей, требовали от строителей трамваев в этих городах максимального упрощения, а зачастую даже и нарушения технических норм и правил, если только это влекло за собой уменьшение первоначальных затрат. Такие упрощения приводили в процессе эксплуатации к многочисленным авариям, иногда с человеческими жертвами, но это не смущало владельцев акций, продолжавших упорно добиваться облегчения технических условий на сооружение и эксплуатацию трамваев в России.

Так, например, в Житомире с первых же дней эксплуатации трамвая были обнаружены грубейшие нарушения технических условий при постройке его. Фирма Сименс и Гальске, без стеснения рассматривавшая трамвай в Житомире только как доходное предприятие, нарушала самые элементарные требования безопасности при эксплуатации его (что вызвало ряд крупных аварий), жестоко эксплуатировала рабочих и служащих трамвая, работа которых нередко продолжалась по 17 часов в сутки, практиковала незаконные вычеты, обсчитывала кондукторов и т. п.

Бельгийские фирмы строили в России (например в Орле, Севастополе, Одессе, Николаеве и др.) преимущественно трамваи с узкой колеей (1000 мм), чтобы иметь возможность сбывать нагоны, отработавшие свой срок в самой Бельгии<sup>33</sup> (рис. 14). Во многих случаях Техническо-строительный комитет Министерства внутренних дел предъявлял к концессионерам пониженные требования по сравнению с требованиями при осуществлении строительства трамваев хозяйственным способом самими городами.

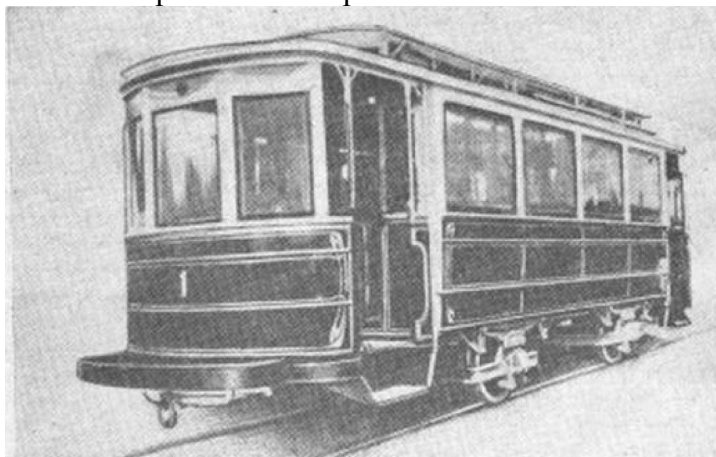


Рис. 14. Трамвай в г. Николаеве (узкая колея)

Между тем зачастую недостаток средств не позволял городам, стремившимся к самостоятельному строительству и эксплуатации трамваев, осуществлять их в строгом соответствии с техническими условиями Техническо-строительного комитета Министерства внутренних дел. На условиях же, разрешенных концессионерам, постройка трамваев городам не разрешалась.

Характерно одно из многочисленных писем, поступавших в Техническо-строительный комитет Министерства внутренних дел. Желая осуществить строительство второй очереди трамвая хозяйственным способом, Екатеринославская городская управа писала: «Финансовое положение города допускает постройку трамвайных линий лишь удешевленного типа (легкие рельсы, деревянные столбы, вагоны без воздушных тормозов, наименьшее количество работ по регулировке улиц и т. п.), а потому чрезмерно высокие требования не дадут возможности хозяйственной постройки и непосредственной эксплуатации новых трамвайных линий, а вынудят городское управление искать богатых капиталами предпринимателей и отдавать им в руки выгодное дело.

Такая постановка вопроса противоречит и государственным интересам, так как все хорошо оплачиваемые должности концессионных предприятий, основывающихся почти исключительно на заграничные капиталы, замещаются лицами иностранного происхождения, благодаря чему львиная доля заказов как по оборудованию, так и по нуждам эксплуатации передастся заграничным заводам и фирмам. Такая постановка вопроса противоречит и интересам жителей города, так как существующий концессионный трамвай служит наглядным доказательством полного игнорирования интересов населения со стороны концессионных предприятий. Можно с полной уверенностью сказать, что никаких улучшений и никаких понижений тарифа концессионер никогда не даст...».

«...В свою очередь, отдел городского хозяйства (Министерства внутренних дел. – *Б. Р.*) не может не остановиться на том, что приводимые Екатеринославскою городскою управою соображения заслуживают серьезного внимания. Невозможность для городского управления, при скудости имеющихся в его распоряжении средств, применять способы устройства и сооружения трамвая наиболее усовершенствованные, казалось бы не должна парализовать начинаний, целью своею имеющих обслуживание насущнейших нужд населения и защиту последнего от эксплуатации частного предпринимателя, тем более, что к трамваю, эксплуатируемому Бельгийским обществом, обладающим большими капиталами и преследующим исключительно свои коммерческие интересы, таких повышенных требований не предъявлено»<sup>34</sup>.

Совершенно понятно поэтому, что большинство городов стремилось избавиться от концессионеров и возбуждало дела о расторжении договоров и выкупе предприятий. Так, в части электрического освещения и трамваев один из казанских электротехников писал в 1907 г.: «...город Москва переходит к хозяйственному способу, город Уфа начинает судебный иск об уничтожении контракта концессионера, город Нижний Новгород переходит к хозяйственному способу, в Кременчуге учреждалась ревизионная комиссия для выяснения вопроса о нарушении договора, в Ярославле тоже и вот еще в Казани город намерен предъявить иск к концессионеру об уничтожении договора».

Несомненно, сдача в концессию постройки и эксплуатации трамваев в России и создание концессионным предприятиям чиновниками государственного аппарата особо льготных условий и возможности отступления от технических норм задерживали практическое осуществление многих предложений русских электротехников и тем самым нанесли значительный ущерб развитию техники городского электротранспорта. Ни один из трамваев, построенных концессионерами в России, кроме трамваев в Риге и Варшаве, не внес ничего нового в эту отрасль техники.

Приступая к сооружению трамваев в таких городах, как Москва и Петербург

(к началу XX века все еще остававшихся без массового электрического транспорта), русские инженеры и техники не могли использовать опыт примитивных трамвайных предприятия, существовавших в небольших городах России. Только опыт киевского трамвая - первого русского трамвайного предприятия, полностью сооруженного и эксплуатируемого без участия иностранного капитала, мог помочь при проектировании трамвая в крупных городах России.

И тем не менее оба эти города, отказавшись от концессионеров и не привлекая иностранных специалистов, создали за короткий срок весьма совершенные проекты сооружения трамваев. В этих проектах нашли свое отражение все достижения русской технической мысли, критически пересмотревшей мировой опыт в этой области и отобравшей только наиболее передовое и прогрессивное, соответствовавшее достижениям русской науки об электрическом транспорте.

\* \* \*

В Москве первое предложение о переходе на электрическую тягу было сделано самими концессионерами конно-железных дорог. В начале 90-х годов резко увеличилось число пассажиров конно-железных дорог, и существовавший парк вагонов оказывался все более и более недостаточным. К тому же состояние оборудования (рельсовых путей и подвижного состава) было таково, что необходимость замены его стала очевидна для всех.

«...Вагоны конки представляли собой старые, выслужившие все благоразумные сроки, рывданы, двигавшиеся со скоростью от 6 до 7 верст в час с бесконечными остановками, зависящими от полного расстройтва старых рельсовых путей...», - писал один из деятелей Городской Управы Н. Н. Щепкин. Положение, по выражению Городской Управы, стало близко к критическому.

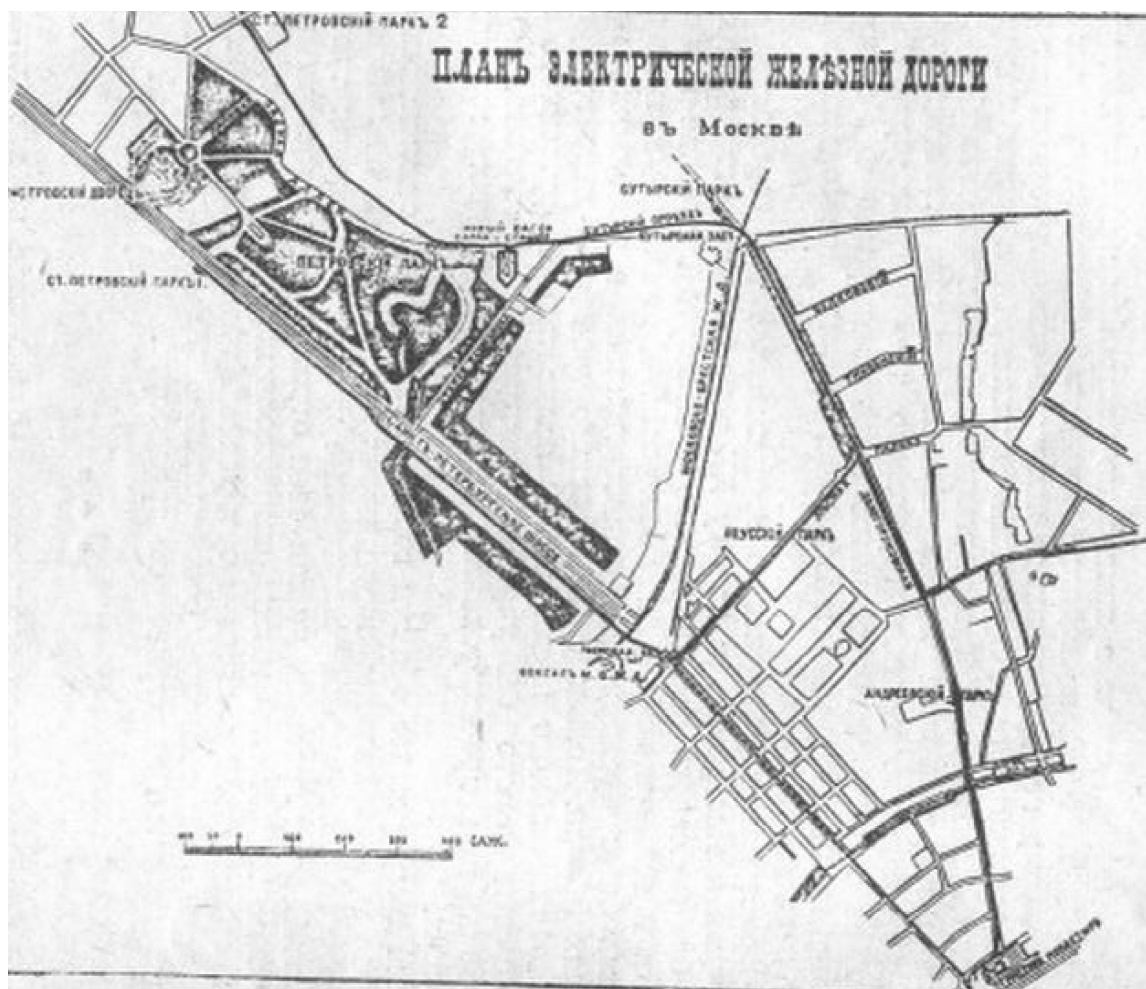
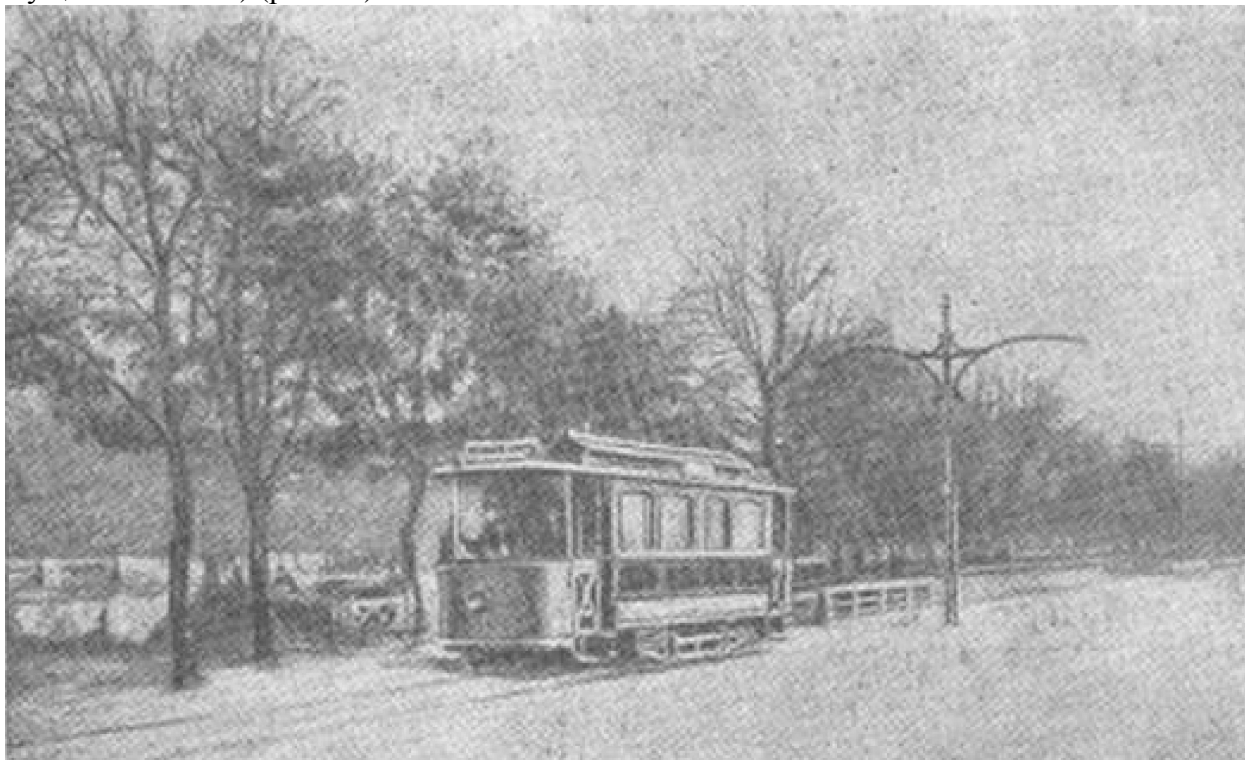


Рис. 15. План первых трамвайных линий в г. Москве (1899г.)



Эти обстоятельства, наряду с успешным опытом эксплуатации электрического трамвая в Киеве, побудили Первое Общество конно-железных дорог в Москве, опасавшееся к тому же выкупа дорог городом, обратиться в 1895 г. в Городскую Управу с предложением о пуске «в виде опыта» электрического трамвая по какой-либо одной из линий конно-железных дорог.

Получив требуемое разрешение, Общество в 1898 г. переоборудовало линию конно-железной дороги от Страстной площади по ул. М. Дмитровка и далее до Бутырской заставы (т. е. от пл. Пушкина, по ул. Чехова, Новослободской до Лесной ул. или Сушевского вала) (рис. 15).



**Рис. 16. Вагон трамвая на Загородной линии в г. Москве (1899 г.).**

Вторая опытная линия (т. н. Загородная) была проложена от Бутырской заставы по Верхней и Нижней Масловке до Петровского парка. К весне 1899 г. обе линии были готовы к эксплуатации. Но движение было начато 25 марта только на Загородной линии (рис. 16). Причина, задержавшая пуск городской линии, весьма характерна для царской России.

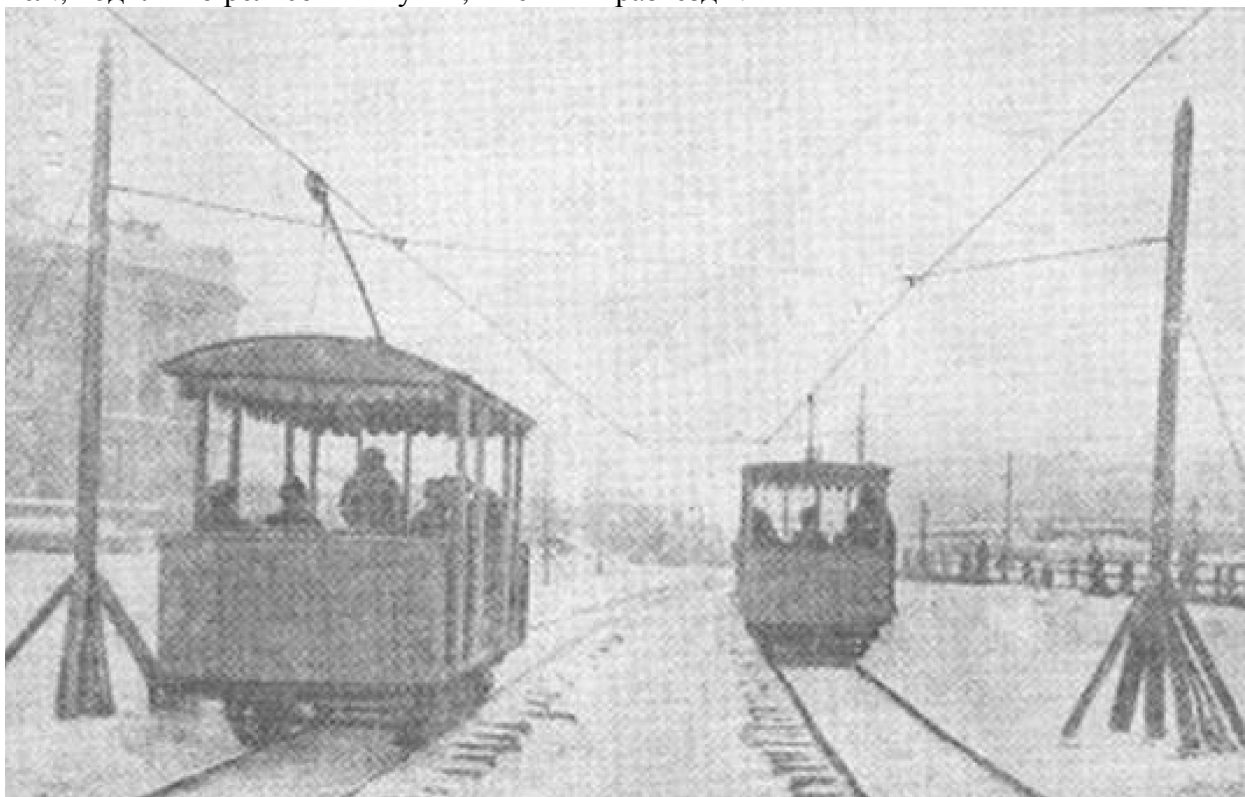
Обер-полицеймейстером г. Москвы в те годы был Д. Ф. Трепов, прославившийся своею свирепостью и грубостью. Позднее, в 1905 г., Трепов был автором знаменитого приказа «патронов не жалеть». Этот оголтелый ставленник царизма решил во что бы то ни стало препятствовать проведению трамваев в Москве, так как не мог обогнать их даже на лучшей своей выездной тройке и считал непристойным, чтобы кто-либо обгонял полицеймейстера. Только вмешательство Министерства внутренних дел позволило отменить запрет полицеймейстера и 27 июля 1899 г. начать движение и на городской линии. С этого времени и начинается развитие электрического трамвая в Москве.

В конце 1901 г. в ведение города перешла вся сеть конно-железных дорог, построенная Первым обществом, и Городское Управление получило возможность перевести ее на электрическую тягу. Проект такого перевода был составлен талантливым русским электротехником, изобретателем одной из систем подземного питания трамваев А. Л. Линевым («Электромагнитный рельс Линева», см. журнал «Электричество», 1891 г., № 1, стр. 3). Проект переоборудования линии был закончен в 1902 г., и с 1902 г. на электрическую тягу перешло большинство линий конно-железных дорог, а в 1911 г. «конка» окончательно вышла из обихода Москвы. Последняя «конка» была ликвидирована осенью 1911 г. на участке Москворецкий мост - Серпуховская площадь.

В Петербурге же первые электрические трамваи появились не на улицах города, а ... на льду р. Невы.

В зиму 1894-1895 гг. между Сенатской площадью и Васильевским Островом существовало оригинальное средство сообщения - вагоны, двигавшиеся под действием силы тяжести по рельсам, имевшим значительный уклон. По описаниям журналов и сохранившимся фотографиям этот «рельсовый перекаат» через замерзшую Неву, имевший длину 180 сажен (около 400 м), бойко перевозил пассажиров с одного берега Невы на другой. При незначительной стоимости перевозки (2 коп.) и большой скорости (весь переезд продолжался 50 сек.) этот вид транспорта пользовался большим успехом. Но уже в 1895 г. это сообщение между берегами было заменено настоящим электрическим трамваем, сооруженным русской электрической фирмой инженера-технолога М. Подобедова, изготовлявшей трамвайные вагоны для сооружаемого ею трамвая на Всероссийской выставке 1896 г., в г. Нижнем Новгороде. В зиму 1895-1896 гг. на льду Невы (только сюда не распространялся контракт Акционерного общества конных дорог) были уложены шпалы и рельсовые пути, по которым совершали регулярные рейсы вагоны электрического трамвая (рис. 17). Существовали три линии, связывавшие Сенатскую площадь с Васильевским Островом и Мытищинской набережной (Петроградская сторона), Суворовскую площадь у Марсова Поля с Выборгской стороной - эта линия подходила к существовавшему тогда в здании Медико-хирургической академии музею им. Н. И. Пирогова.

Это был первый настоящий, регулярно действовавший электрический трамвай в Петербурге. Питание моторов осуществлялось через троллейные провода роликовым токоснимающим устройством. Напряжение тока в линии было 500 в. Фирма выстроила две небольшие электростанции - одну на Мытищинской набережной у Кронверкского канала, вторую у здания Медико-хирургической академии. Вагоны, вместимостью до 20 чел., ходили по рельсовым путям, имевшим разьезды.



**Рис. 17. Вагон электрического перевоза через р. Неву (1895 г.).**

Эксплуатация этого трамвая продолжалась в течение пяти зим, до 1901-1902 гг. Особенно успешно этот трамвай действовал в зимы 1898-1899 гг. и 1899-1900 гг., когда за

сезон перевозилось по четырем линиям (была проложена еще одна линия от Суворовской площади на Петроградскую сторону) свыше 900 тыс. пассажиров<sup>35</sup>. Успешная эксплуатация этого трамвая не могла не вызвать попыток сооружения его и на улицах города.



Рис. 18. «Проект направления электрических перевозов через реку Неву по льду» (1835 г.).

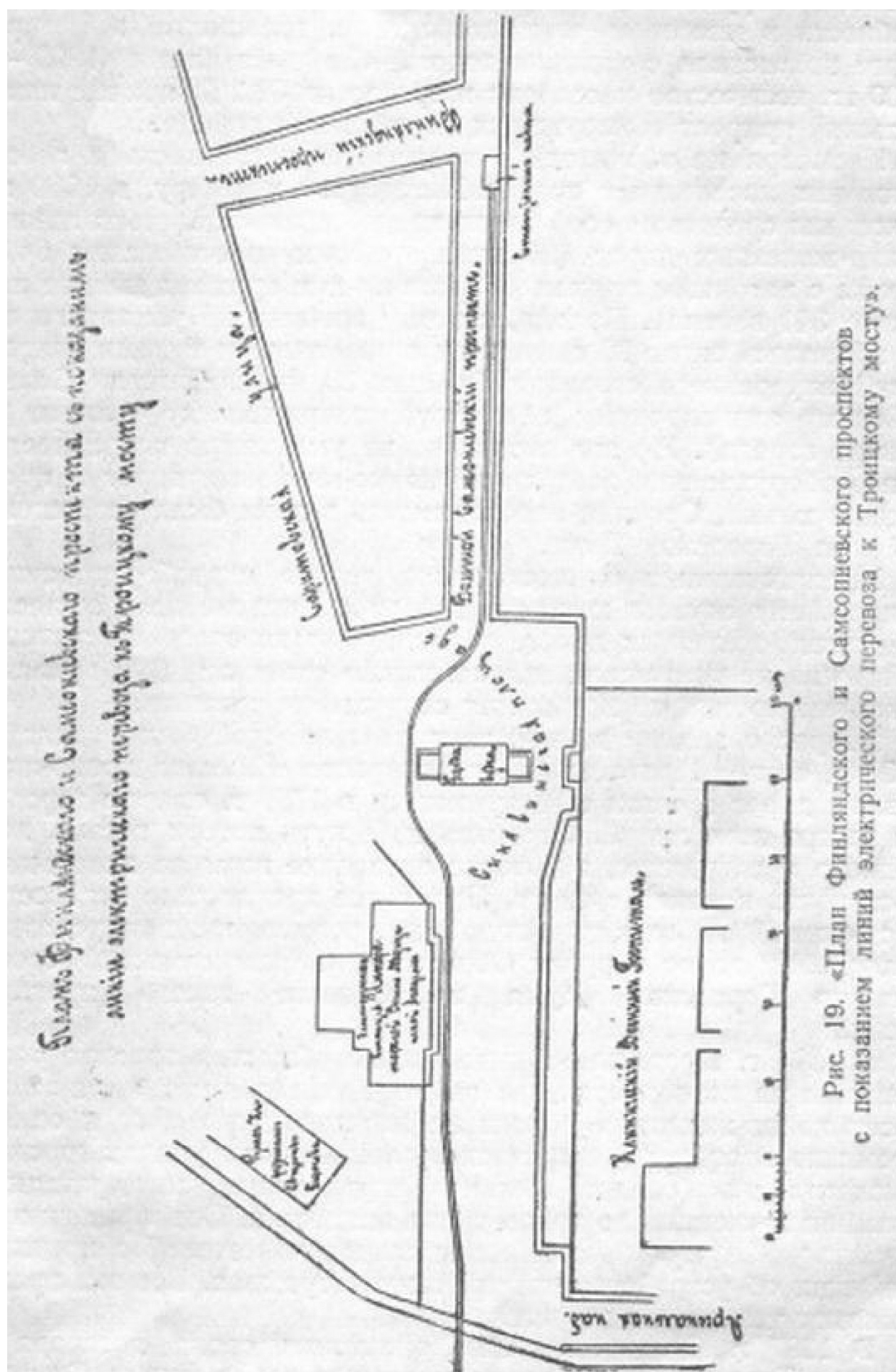


Рис. 19. «План Финляндского и Самсонинского проспектов с указанием линий электрического транспорта к Троицкому мосту».

К тому же потребность в массовом внутригородском транспорте в Петербурге возрастала с каждым годом. «За десятилетие 1890 - 1900 гг. количество населения возросло на 39,2%, причем наибольший прирост обнаружился на окраинах города».

Несмотря на значительно возросшую потребность в передвижении населения с окраин Петербурга к центру, в 1900 г. основным средством сообщения продолжали оставаться линии конно-железных дорог (26 линий общим протяжением 94,3 версты с вагонным парком 433 вагона при среднем выходе на линию 341 вагона). Правда, к этому времени на улицах города появилось около 90 омнибусов с различными типами двигателей внутреннего сгорания (из них 33 принадлежали Бельгийскому акционерному обществу, содержавшему 4 линии в центре города). Но это нисколько не уменьшало потребности в переоборудовании всех линий конно-железных дорог и прокладки новых. Срочная необходимость в этом была совершенно ясна Городской Думе.

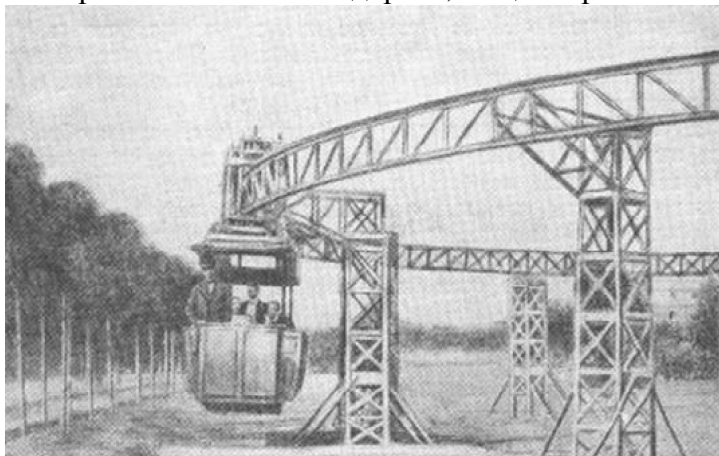
Препятствием к осуществлению такого переоборудования по прежнему служил контракт города с Акционерным обществом конно-железных дорог, до истечения которого владельцы Общества не разрешали использование своих линий и препятствовали прокладке новых для сооружения трамвая.

Вопрос о замене конной тяги механической был поднят в 1891 г. самим Правлением Акционерного общества конно-железных дорог в связи с наступившим в 1889 г. правом города на выкуп всех линий. Стремясь избежать потери весьма доходного предприятия, в которое последние годы не вкладывалось почти никаких средств, Правление предложило перевести часть линий на электрическую тягу, разумеется, при условии сохранения дорог в руках Общества на значительный срок. Однако Городская Дума не приняла такого предложения.

В 1894 г. Правление Акционерного общества просило разрешения на конвертирование займа, предлагая при этом перевести конно-железные дороги на электрическую тягу и одновременно провести электрическое освещение на улицах города, высказав тем самым желание продолжить эксплуатацию трамвая и «конки» до конца срока концессии. Одновременно в Городскую Думу обратился ряд предпринимателей с предложениями об устройстве электрического трамвая. Все эти предложения тщательно изучались.

В 1897 г. с приближением окончания срока договора с первым Товариществом конно-железных дорог фирма Сименс и Гальске предлагала Городской Управе свои услуги по переоборудованию всей сети конно-железных дорог на электрическую тягу<sup>36</sup>.

Кроме этого предложения появилось большое количество проектов сооружения электрического трамвая в Петербурге как от отдельных лиц, так и от разных Акционерных обществ (например, проект инженера Балийского, инженера Емельянова, Охтенской электрической железной дороги, Акционерного общества конно-железных дорог и т. д.).



**Рис. 20. Испытание подвесной электрической дороги инженера И.В. Романова в г. Гатчино**

Среди всех этих предложений заслуживает внимания проект русского инженера, известного изобретателя и владельца электромашиностроительного завода в Одессе И. В. Романова о постройке сети подвесных электрических трамваев собственной конструкции (рис. 20), успешно испытанных в 1900 г. в г. Гатчине.

Проект этот получил одобрение инженера-электрика, одного из основоположников русской науки об электрическом транспорте и выдающегося гидроэнергетика Г. О. Графтио. Совершенно самостоятельная и оригинальная конструкция подвесной электрической железной дороги И. В. Романова значительно превосходила все известные ранее предложения о дорогах этого типа<sup>37</sup>.

Эта идея Романова, не осуществленная в городском транспорте, в дальнейшем получила широкое распространение в целом ряде промышленных предприятий. Одновременно И. В. Романов предлагал осуществить движение на 10 линиях общим протяжением 30 верст 69 электрических (аккумуляторных) омнибусов своей системы, с постройкой их на заводе в Одессе<sup>38</sup>.

Для рассмотрения всех этих проектов и, главным образом, для выработки плана эксплуатации всех конно-железных дорог, переходящих в ведение города, в январе 1898 г. было решено создать специальную Подготовительную комиссию, основной задачей которой была разработка вопроса о переводе на электрическую тягу всех линий конно-железных дорог. Комиссия эта была создана в апреле и вскоре начала свою деятельность.

В сентябре 1898 г. в ведение города перешли три линии конно-железных дорог (Адмиралтейская, Невская и Садовая) общим протяжением 7,8 версты. В предвидении необходимости передачи линий городу Товарищество давно уже не ремонтировало пути, что же касается подвижного состава - вагоны Товарищества давно устарели и были сильно изношены. Необходимость переоборудования всех трех линий была совершенно очевидна. Необходимо было ускорить разработку проекта перевода всех линий столицы на механическую (электрическую) тягу.

В процессе работы комиссия ознакомилась с тремя вариантами: 1) с питанием от центральной станции воздушными проводами, 2) нижними токоведущими троллеями и 3) с аккумуляторами, устанавливаемыми в самих вагонах. В марте 1899 г. на Невской линии была проведена пробная эксплуатация вагона трамвая с питанием его моторов от аккумуляторной батареи.

Опыт этот показал, что аккумуляторный трамвай неприменим, и потому вскоре Подготовительная комиссия объявила условия конкурса на переоборудование всех трех линий на электрическую тягу с питанием вагонов от центральной электрической станции, через верхнюю контактную сеть.

Решая вопрос о переводе первых трех линий конно-железных дорог на электрическую тягу, комиссия должна была бы иметь проект трамвая для всего города. Несомненно было бы целесообразно проектировать одновременно перевод всех линий городских железных дорог на электрическую тягу. Но затяжка судебного процесса со Вторым обществом о передаче всех линий конно-железных дорог Городской Управе вынуждала решать вопрос о переводе лишь трех линий, уже принадлежавших городу. Поэтому Подготовительная комиссия, внимательно и всесторонне изучив весь вопрос, ограничилась лишь выработкой проекта технических условий на сооружение электрического трамвая и представила его 15 мая 1899 г. на утверждение в Городскую Думу. К чести Комиссии надо сказать, что эта работа велась с привлечением самых крупных электротехнических сил, при активном участии VI (электротехнического) отдела Русского Технического общества. Так, в состав экспертов ее входили директор Электротехнического института Н. Н. Качалов, бывший председатель электротехнического общества В. И. Ребиков, председатель VI отдела РТО Л. И. Смирнов, редактор журнала «Электротехник» Довляковский, инженер-технолог М. М. Подобедов, инженеры-

электрники П. К. Войвод, В. А. Воскресенский, П. С. Осадчий, А. Г. Коган и др. Принимали участие в работах комиссии проф. Н. А. Белелюбский и Н. Л. Щукин.

Однако еще до окончания составления проекта трех линий, после преодоления многочисленных и разнообразных препятствий, город добился окончания судебного процесса - 3 сентября 1902 г. все линии конно-железных дорог перешли в его ведение. Сразу же было начато проектирование трамвая для всего города.

Это была задача исключительной трудности. Городское хозяйство С.-Петербурга было сильно запущено и для осуществления проекта сооружения электрического трамвая необходимо было реконструировать канализационную сеть и верхнее покрытие многих улиц, полностью переделать ряд мостов, построить центральную электрическую станцию, проложить питающие кабели, уложить рельсовый путь, подвесить воздушные питательные провода, изготовить подвижной состав. Объем такого проекта далеко превосходил не только все то, что приходилось делать русским инженерам при проектировании трамвая в Киеве и других городах, но и то, что делали иностранные инженеры при проектировании трамваев в городах Западной Европы и Америки.

Ни один из составленных ранее проектов не охватывал таких разнообразных вопросов реконструкции городского хозяйства большого города, произвести которую было необходимо, не нарушая городской жизни. Городское Управление С.-Петербурга категорически отказалось от сдачи трамвая в концессию и передачи составления проекта какой-либо фирме. Городская Управа отказалась также от приглашения иностранных специалистов для проектирования трамвая. К составлению всех частей проекта были приглашены лучшие технические силы - русские инженеры, имевшие опыт строительства и эксплуатации трамваев в других городах России и изучивших мировой опыт в этой области. Так, в качестве экспертов и членов технического совета были дополнительно привлечены профессора А. А. Воронов, М. А. Шателен, П. Д. Войнаровский, строитель киевского трамвая В. Первенко, В. Я. Флоренсов, Н. В. Попов и др.

Для разработки же самого проекта приглашены были пять главных инженеров, причем каждый из них с коллективом инженеров и техников разрабатывал специальную часть проекта: архитектурная часть разрабатывалась под руководством гражданского инженера В. А. Рейса; путь и нижнее строение, канализация, переустройство профиля мостовых и др. - под руководством инженера-технолога А. И. Ольденборгена, бывшего инженером по переводу на электрическую тягу конно-железной дороги в Ростове-на-Дону; разработкой проекта электрического оборудования путей (верхние провода, питательные и обратные кабели и т. п.) руководил инженер-электрик П. П. Лызлов, принимавший участие в постройке трамвая в Смоленске; электрическое и механическое оборудование центральной электростанции и трансформаторных подстанций проектировал инженер-механик и электрик Г. П. Маркович, строитель трамвая в г. Казани. Всей работой руководил начальник технического отдела Управы А. Г. Коган (строитель трамвая в Екатеринославе, ныне Днепропетровск) и его помощник Г. О. Графтио.

В процессе проектирования возник ряд совершенно новых теоретических и практических вопросов, решенных русскими учеными впервые в истории электрического транспорта. В результате тщательной, глубоко продуманной работы в 1903 г. был полностью закончен проект переоборудования уличного хозяйства и путей города. Одновременно велись обширные изыскания возможности сооружения гидроэлектрических станций на реках, расположенных вблизи г. Петербурга.

Напомним, что использование водных богатств Финляндии и рек, протекающих вблизи Петербурга, для выработки электроэнергии было одной из мыслей Пироцкого еще в 1874 г. Позднее, в 1880 г., он еще раз подчеркнул важность использования водных ресурсов для электрического городского транспорта. Вскоре после этого и, наверное, не без влияния статьи Пироцкого, выдающийся русский инженер-механик



В. Ф. Добротворский в 1889 г. провел изыскания и составил проект гидроэлектростанций на реках Нарове и Вуоксе. Позднее Добротворский составил также проекты использования реки Волхов. Созданное им «Акционерное общество передачи сил водопадов» имело целью сооружение ряда гидроэлектростанций для снабжения электроэнергией Петербурга. Но безуспешно пытался он заинтересовать правительство или капиталистов столицы своей идеей. Безуспешно пыталось это Общество преодолеть препятствия, созданные частной собственностью на землю и воду. Тщетно писал в 1894 г. В. Ф. Добротворский о значении, которое будет иметь сооружение первой гидроэлектростанции в России: «Это первое предприятие передачи энергии водопадов даст русским техникам ценную опытность в устройстве подобных сооружений и послужит примером для устройства и других установок, утилизирующих даровые силы, которыми столь богато наше отечество».

Приступая к решению вопроса об источниках электроснабжения трамвая в Петербурге, Комиссия, по настоянию Г. О. Графтио, начала обширные изыскания на реках вблизи Петербурга - Вуоксе, Волхове и др. Эти изыскания и составленные на основе их проекты гидроэлектростанций - начало творческой деятельности в области гидроэнергетики одного из крупнейших гидроэнергетиков современности, недавно умершего академика Г. О. Графтио, - послужили основой проекта осуществленной лишь советским правительством Волховской гидроэлектростанции.

Для трамвая же в 1905 г. был составлен проект сооружения паровой электростанции на привозном каменном угле.

Осуществление проекта строительства трамвая, задержанное войной с Японией, было начато лишь в 1906 г. Все работы по строительству были сданы Акционерному обществу Вестингауз, но велись под строгим техническим надзором Подготовительной комиссии. Отобрав все лучшее из мирового опыта строительства городских железных дорог, обращая большое внимание на конструкцию пути (главным образом, основания) и соединение рельсов на стыках. Комиссия, несмотря на многочисленные попытки упростить строительство, настойчиво добивалась точного осуществления проекта.

С этого времени начинается как бы второе рождение трамвая в нашей стране.



Рис. 21. Первый трамвай на Исаакиевской площади в С.-Петербурге (1907 г.).



## ГЛАВА 5

Значительные успехи русских ученых и изобретателей в области практической электротехники сопровождались не менее значительными достижениями в области разработки ее теоретических вопросов.

Плодотворная работа учеников акад. Э. Х. Ленца в Петербургском университете (Ф. Ф. Петрушевский и его ученики), продолжавших изучение законов намагничивания железа, послужила основой конструирования ряда оригинальных электродвигателей и электрогенераторов, созданных русскими изобретателями (А. И. Якимов, В. Ребиков, А. Полешко, И. Романов и др.).

С появлением универсальной обратимой машины З. Грамма русские ученые, физики и электротехники Д. И. Менделеев, Д. А. Лачинов и др. первыми произвели наиболее полные испытания и наиболее подробное изучение ее свойств. Русское Физическое общество - одна из наиболее авторитетных во всем мире научных организаций - систематически занималось изучением теоретических вопросов, связанных с электричеством и магнетизмом. При этом, главным образом, изучались вопросы, имевшие практическое, прикладное значение.

Позднее, в 80-х годах, это изучение было перенесено в VI (электротехнический) отдел РТО, где работы Д. А. Лачинова, В. Н. Чиколева, П. Н. Яблочкова, В. Я. Флоренсова, Л. И. Смирнова, Н. В. Попова, Н. Г. Егорова и др. заложили основы электроэнергетики, развитые затем большим кругом русских электротехников конца XIX и начала XX веков.

В 70-х годах, когда успехи электротехники вновь выдвинули на очередь вопрос о применении электродвижения, впервые поднятый и успешно разрешенный Б. С. Якоби, русские ученые разработали теорию электротранспорта. Выше уже упоминалось, что в разработке теории передачи электроэнергии на расстояние - одной из наиболее важных для электротранспорта проблем - приоритет принадлежит русским ученым: Д. А. Лачинову и М. О. Доливо-Добровольскому.

В 1879 г. В. Н. Чиколаев подробно разработал теорию регулирования скорости движения электрического транспорта с помощью специальных контроллеров, а также продумал все детали конструкции пусковой аппаратуры для транспортных двигателей. 30 апреля 1880 г. в сообщении «О сравнительных преимуществах железных дорог с электрической передачей силы перед обыкновенными паровозными» В. Н. Чиколаев изложил результаты всех своих исследований в этой области. Позднее он неоднократно возвращался к вопросам электродвижения и до самой смерти (1898 г.) интересовался практическими успехами электротранспорта. Но особенно серьезно разработкой самых разнообразных вопросов электродвижения русские ученые начали заниматься в связи с возникновением первых трамваев в России. Сооружение киевского трамвая выдвинуло ряд теоретических вопросов, в разрешении которых принимали участие, как мы уже видели, крупные ученые физики и электрофизики - проф. Н. Н. Шиллер, П. Д. Войнаровский, В. Я. Флоренсов и др. К числу специальных проблем городского электротранспорта, имевших решающее значение для эксплуатации трамвая, относился в первую очередь вопрос об использовании рельсов в качестве обратных проводов.

Правильное решение этого вопроса, основанное на опытах Ф. А. Пироцкого, было дано русскими электротехниками еще в 1891 г. при рассмотрении проекта киевского трамвая, разработанного А. Е. Струве. Настойчивые требования Почтово-телеграфного ведомства о создании надежной обратной цепи, вызванные особыми условиями прокладки телефонных линий в России («вопрос о действии трамвайных токов на телефоны, вопрос, имеющий особую важность в России, где все телефонные сети однопроводные и, следовательно, наиболее подвергаются вредному действию трамвайных токов», - писал в 1898 г. М. Л. Шателен), привели к тому, что при сооружении киевского трамвая не было совершено ошибки, широко распространенной при сооружении трамваев в США.

Технические руководители строительства первого русского трамвая В. П. Первенко, Г. Д. Дубелир, так же как и эксперты В. Я. Флоренсов, П. Д. Войнаровский, П. К. Войвод и др., разработали теорию возврата тока и при постройке трамвая в Киеве уделяли особое внимание надежности контактов на стыках рельсов и соединений отдельных участков кабелем соответствующего сечения с отрицательным полюсом генератора.

Позднее, при обсуждении этого вопроса на 1-м Всероссийском электротехническом съезде один из крупных электротехников и инициатор созыва съезда П. К. Войвод, в историческом обзоре вопроса об использовании рельсов для обратной связи впервые в мире, давая правильное объяснение всех явлений, писал: «Первая попытка была при применении одного воздушного провода воспользоваться для возврата тока рельсами; но, оказалось, что при рельсах, углубленных в полотно улиц, при их обычной загрязненности и при существовавших стыковых соединениях, сопротивление прохождению тока было настолько велико, что воспользоваться им для этой цели было нельзя и потому был проложен еще особый воздушный провод - обратный.

После этого строители электрических трамваев, увидев, что пользоваться одними рельсами, как обратными проводами, довольно трудно, начали не только вводить добавочные медные пластины на стыках рельсов, но стали смотреть на землю со всеми металлическими в ней сооружениями, как на хороший проводник для обратного тока».

Еще совершенно недавно, в 1892 г., весьма компетентный в трамвайном деле инженер Манфилд, основываясь на ответах 137-ми трамвайных компаний, высказался: «я особенно рекомендую зарывать столько, сколько возможно земляных досок не только на станции, но и вдоль пути. Ручьи, болотистая почва, водопроводные трубы, все может быть утилизируемо для обратной земляной цепи», и затем указывал, что ни в коем случае он не находит необходимым или даже разумным устраивать обратный провод воздушным. Таким образом, мы видим, что не только некто не беспокоился об охране подземных металлических сооружений от влияния трамвайных токов, но, напротив, на них смотрели, как на добавочные провода, причем трамвайная техника забывала, что не только химические реакции могут вызвать появление электрического тока, но и ток вызывает химические процессы везде, где только представляются удобные обстоятельства.

Заблуждение было так велико, что когда в 1891 г. в Бостоне свинцовая броня телефонных кабелей оказалась глубоко разъединенною, то это явление сначала приписали уксусной кислоте, содержащейся в деревянных желобах, в которых уложены кабели, а не трамвайным токам, и только в конце следующего 1892 года было серьезно установлено пагубное действие принятой системы».

Только после многочисленных аварий и громадных убытков американских трамвайных компаний иностранным электротехникам стало ясно, что необходимо создать самостоятельный и надежный путь току и в качестве такого пути избрать рельсы самого трамвая. Наиболее ответственным при этом становилось место смыкания рельсов.

«Идеальный стык есть такой, который имеет проводимость, равную проводимости рельс и вместе с тем настолько прочен, чтобы нелегко портился под влиянием перемены температуры и сотрясений от прохождения вагонов и проезда экипажей по рельсам и в то же время, чтобы контакты не окислялись и не загрязнялись», - говорил П. Войвод.

Именно к этому и стремились строители киевского трамвая. Глубокое обоснование имело предложение инж. В. П. Первенко о прокладке подрельсовой полосы, осуществленное им при сооружении некоторых линий этого трамвая и описанное в докладе на 1 Всероссийском электротехническом съезде (1899 г.).

На этом электротехническом съезде вопросам городского электротранспорта было уделено большое внимание. Доклады таких выдающихся русских электротехников, как Г. О. Графтио, А. Г. Коган, Г. Д. Дубелир, П. Д. Войнаровский, В. П. Первенко, П. К. Войвод, А. Линева и др., подводили, итог первому этапу развития русских трамваев и

способствовали выяснению ряда теоретических вопросов - выбор типа тяги, рода тока, конструкции пути и системы канализации тока, роли рельсов в обеспечении обратной связи и др.

На последующих электротехнических съездах вопросы городского электротранспорта также занимали видное место. Следя за всеми достижениями науки об электротранспорте за границей, русские электротехники продолжали разрабатывать теоретические и практические вопросы сооружения и эксплуатации трамваев. Особенно большую роль в развитии теоретических вопросов электротяги сыграли русские электротехнические учебные заведения, еще в конце прошлого века начавшие подготовку специалистов по электротяге.

Сооружение первых трамвайных предприятий в России совпало с периодом бурного расцвета электротехники и вызванным им возникновением специального электротехнического образования. В 1884-85 учебном году впервые курс электротехники (необязательный) прочитал в Петербургском практическом технологическом институте проф. Р. Э. Ленц, немного позднее в Петербургском университете проф. И. И. Боргман и О. Д. Хвольсон. В 1886 г. возникло техническое училище Почтово-телеграфного ведомства, где в 1891 г. был введен специальный курс электротехники, а затем в 1899 г. после коренной реорганизации и превращения его в Электротехнический институт с пятигодичным сроком обучения - были выделены специальные курсы электрической передачи и распределения энергии и электрической тяги. Оба курса читал проф. П. Д. Войнаровский, особенно детально освещавший расчеты тяговых двигателей и характеристики тягового электрооборудования.

С организацией Киевского Политехнического института в нем также начинается преподавание специального раздела «Электротяга» в курсе местных путей сообщения. Преподавал этот предмет один из консультантов строительства киевского трамвая Г. Д. Дубелир, бывший одним из выдающихся теоретиков и практиков трамвайного дела. Впоследствии изданный им курс<sup>39</sup> был одним из наиболее распространенных учебников по городскому электротранспорту. Широко используя опыт строительства трамвая как в России, так и за границей, Дубелир подробно излагал теорию электродвигателей, применимых для городского электротранспорта, принципы тяговых расчетов и др. разделы курса, необходимые для проектирования трамваев. В качестве примеров он избирал не только трамваи иностранных городов, но широко использовал опыт строительства трамваев в Москве и проект трамвая в Петербурге.

С организацией Петербургского Политехнического института с электромеханическим факультетом (первый декан факультета проф. М. А. Шателен) в нем было введено чтение курса «Электрическая тяга». Для чтения курса и руководства проектированием были привлечены проф. А. В. Вульф, Е. Я. Шульгин и С. Н. Усатый.

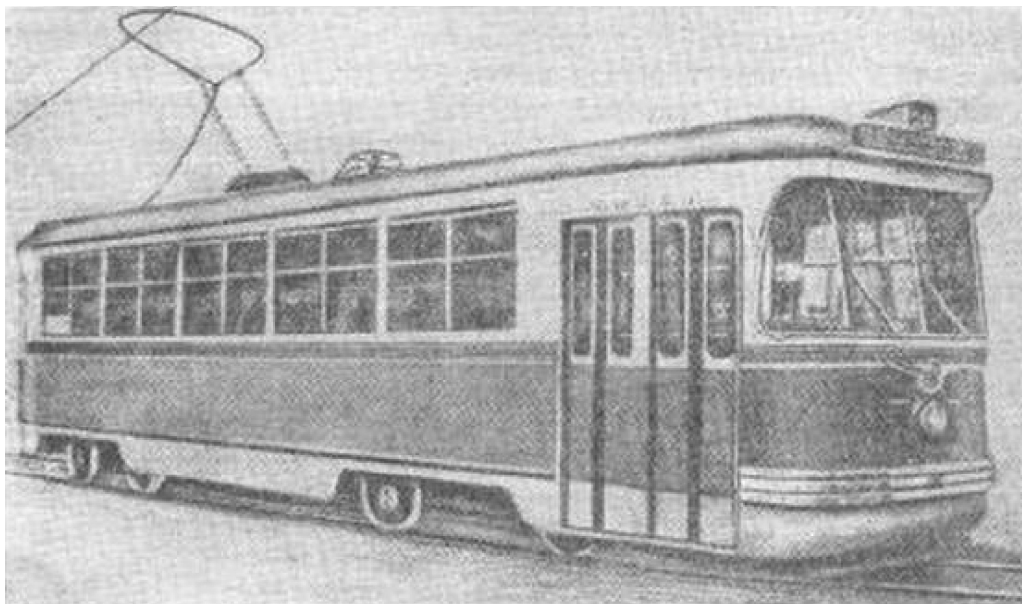
А. В. Вульф, строитель трамвая в Варшаве, и его ученики В. Д. Шевалин и А. Б. Лебедев разработали теоретические вопросы конструкции тяговых двигателей и создали полный и стройный курс электрической тяги.

В 1903 г. чтение курса электротяги в Электротехническом институте вел Я. М. Гаккель, а с 1907 г. - Г. О. Графтио.

Таким образом, не только в период зарождения городского электрического транспорта в 70-80-х годах прошлого столетия, но и на всем протяжении развития его русские ученые, принимавшие активное участие в разрешении практических вопросов электротяги, разрабатывали и теоретические вопросы, зачастую опережая иностранных специалистов.

В создании трамвая русские ученые шли совершенно самостоятельным и независимым путем, не игнорируя, но и не копируя опыт иностранных специалистов. Смелые мысли русских новаторов трамвайной техники получили признание во всем мире.

В результате работы советских ученых и конструкторов, являющихся достойными преемниками лучших традиции русской науки, в нашей стране созданы новые конструкции трамвайных вагонов. Удобные и просторные вагоны Московского, Рижского (рис. 22) и Ленинградского заводов перевозят миллионы пассажиров в различных городах Советского Союза.



**Рис. 22. Современный трамвайный вагон Рижского завода (тип RVF-1950 г.).**

В развитии и усовершенствовании трамвая, этого замечательного русского изобретения, как и во всех отраслях хозяйства страны социализма, видна повседневная забота о трудящихся со стороны партии и правительства, личная забота товарища Сталина.



**Внутренний вид трамвайного вагона Рижского завода**

## ЛИТЕРАТУРА

## К главе первой

1. Об установлении таксы на извозчиков и вообще извозного промысла. СПб, 1850 г.
2. О проекте Циргольда об учреждении общества для содержания легкой езды перевозки тяжестей в СПб. СПб. 1852 г.
3. Устав общества СПб публичных карет. СПб, 1859 г.
4. Об устройстве извозничьего промысла. СПб. 1866 г.
5. Об учреждении товарищества для содержания общественных экипажей в СПб. СПб. 1864 г.
6. Сытенко И. А. О конно-железных дорогах. СПб. 1878 г.
7. Герсевич Н. По поводу конно-железных дорог в Южной России. Одесса. 1867 г.
8. Герсевич Н. О значении конно-железных дорог в Новороссийском крае. Одесса. 1868 г.
9. Записка о пользе конно-железных дорог в России в больших масштабах. СПб, без указания года.
10. Горчаков А. Записка о железных дорогах в Москве. Москва, 1879 г.
11. Ефремов Д. и Радовский М. Электродвигатель в его историческом развитии. Изд. Акад. Наук СССР. 1936 г., документы 6 и 9.
11. Ржонсницкий Б. Н. Электромагнитическая машина В. Кайданова. Журнал «Электричество». 1949 г., № I.

## К главам второй и третьей

13. Ржонсницкий Б. Н. Федор Аполлонович Пирожский. Госэнергоиздат, 1951 г.
14. Ржонсницкий Б. Н. Дмитрий Александрович Лачинов. Госэнергоиздат, 1949 г.

## К главе четвертой

15. Дмоховский И. Трамвай в России. СПб. без обоз. года. Также ж. «Железнодорожное дело», 1902 г., №24.
16. Известия С-Петербургской Городской Думы за 1898-1907 гг.
17. Штромберг. Городские железные дороги. Москва. 1913 г.
18. Игнатович-Завилейский В. В. Электрический трамвай в Киеве. Киев. 1894 г.
19. Устав общества Киевских городских железных дорог и договор со Струве. СПб. 1891 г. или Киев, 1893 г.
20. Очерк устройства и развития городских железных дорог 20/VII 1891 г. - 1 января 1907 г. Киев. 1907 г.
21. Зейферт И. И. По вопросу об устройстве конно-железной дороги в Киеве. Киев. 1884 г.
22. Киевский трамвай за 40 лет. Киев. 1932 г.
23. Проекты договоров, договора и уставы обществ конно-железных дорог и электрических трамваев в городах России (Астрахань, Вильно, Воронеж, Баку, Екатеринослав, Екатеринодар. Елисаветград, Казань, Кострома, Курск, Минеральные воды. Нижний-Новгород, Минск, Одесса, Орел, Полтава, Ревель, Рига. Ростов-на-Дону, Самарканд, Саратов, Севастополь, Смоленск, Тула, Тифлис, Харьков, Уфа и др.).
24. Труды Первого Всероссийского Электротехнического съезда. 1900 г.

## К главе пятой

25.Ленц Э. Х. Об определении направления гальванических токов, возбуждаемых электродинамическим распределением. 1833 г. См. в книге «Электродвигатель в его историческом развитии». М.-Л., 1936 г., стр. 102-109.

26.Якоби Б. С. Мемуар о применении элепромагнетизма для приведения в движение машин. 1835 г. См. в книге «Электродвигатель в его историческом развитии». М.-Л., 1936 г., стр, 148—180.

27.Дубелир Г. А. Городские электрические трамваи. Киев, 1908 г

28.Дубелир Г. А. Исследование движения вагонов электрических железных дорог. Киев, 1908 г.



## ПРИМЕЧАНИЯ

1. См. Петров В. К и Сосыанц В. Г. Городской транспорт. Изд. Минкомхоза РСФСР. 1950 г.
2. Omnibus - для всех (латинское).
3. Кольцевой якорь и коллектор были изобретены в 1860 г. итальянским физиком Пачкотти, профессором университета в Болонье, а затем в Пизе. Изобретение это не имело практического применения и не было известно 3. Грамму.
4. Позднее новизну этого предложения Пироцкого подчеркнул также полковник Каминский в письме товарищу генерал-фельдцейхмейстера Баранцеву: «Так как в 1874 г. Указанное капитаном Пироцким прямое назначение динамоэлектрических машин для передачи силы не было тогда еще нигде достаточно выяснено, то не признавалось тогда возможным дать движение предложению г. Пироцкого (Центр. Гос. Военно-Историч. архив, фонд 506, дело 815, лист дела 25, 1880г.).
5. Материальные условия жизни Пироцкого в эти годы не были благоприятными. На покупку машин и опыты он расходовал выдаваемые ему сверх жалования «по недостаточному состоянию» денежные пособия (напр. в 1872, 1877, 1878 гг.).
6. «Всемирная Иллюстрация». 1880 г.. № 591. стр. 37. Год предложения передачи тока по рельсам указан в соответствии с формулировкой заявки на привилегию, поданной 24 июля 1874 г
7. О сообщении Пироцкого извещали или поместили отчеты почти все выходившие в Петербурге газеты, например: «С.-Петербургские Ведомости» в №102 от 12 апреля и в №106 от 16 апреля; «Голос» в № 101 от 10 апреля. №105 от 14 апреля, №107 от 16 апреля; «Русский Инвалид». № 85 от 15 апреля и «Молва», №105 от 15 апреля и др. Об огромном интересе к теме свидетельствуют следующие строки из газеты «Молва»: «Сообщение Пироцкого привлекло до того многочисленную публику, что в обширной аудитории положительно не было свободного места».
8. На рис. 3 чертеж № 1 соответствует принятой тогда схеме передачи с использованием телеграфного провода и земли. На чертеже № 2 приведена та же схема, но с использованием старых рельсов и земли. Чертеж №3 дает схему разветвления токов по двум параллельным рельсам (ошибочно не указана обратная связь). На чертежах 4—7 даны детали параллельного соединения рельсов через моторы вагонов. Чертеж №8 представляет схему вагона, получающего питание током через рельсы. Чертежи №9-13 представляют схемы сложного разветвления цепи при разном положении осветительных и силовых потребителей и сопровождаются расчетами, доказывающими, по мнению Пироцкого, равенство токов во всех точках цепи при самом различном положении потребителей.
9. Это было первое в истории электротехники предложение использовать пленку окиси металлов в качестве изолирующего вещества. Напомним, что окислирование металлов (например, алюминия) с целью их электрической изоляции широко применяется в настоящее время.
10. Сообщение В. П. Чиколева было частично опубликовано в журнале «Электричество за №1 за 1880 г. Отчет о нем см. также в газете «С.-Петербургские Ведомости», 1880 г.. 2 мая. № 120. О вступительной речи П. П. Яблочкова см. газету «Голос». 1880 г., №121. 2 мая, стр. 2.  
Наиболее полно содержание лекции изложено в газетной статье Д. А. Лачинова «Электрические железные дороги», см. газету «Русский Инвалид», 1880 г.. № 98.
11. Ныне трамвайный парк им. Смирнова в Ленинграде.
12. М. Котиков называет генератор электрической энергии «машиной-приемником».
13. «С.-Петербургские Ведомости», 1880, 13 сентября, № 252, стр. 2.

14. См. газеты: «Берег», 15 сентября, № 174; «Сын Отечества», 15 сентября, №215; «Русский Инвалид», 16 сентября, №204; «Новости», 16 сентября, №245; «Молва», 16 сентября, №256; «Новое Время», 16 сентября, №1635 и др.
15. Газета «Новое Время» сообщает даже № этого вагона «114». Бельгийскими эти вагоны назывались потому, что на изготовлении их специализировалось бельгийское вагоностроительное акционерное общество, ставшее затем строителем большинства первых трамваев в городах Западной Европы и России.
16. «Благие пожелания» (латинское).
17. «Употребление деревянных колес и устройство э. ж. дороги моей системы показаны на литографированных чертежах (см. рис. 3 -Б. Р.), розданных во время состоявшегося 12 апреля 1880 г. сообщения моего в Техническом обществе: «О передаче силы посредством гальванического тока и об употреблении рельсов как наивыгоднейших проводников тока» (примечание Пироцкого).
18. В 1882 г. в Москве на Промышленно-Художественной выставке фирма Сименс и Гальске демонстрировала электрическую железную дорогу Берлинской промышленной выставки (побывавшую до этого на выставке в Брюсселе). Примитивность этой дороги служила поводом для многих фельетонов, довольно метко высмеивавших попытку удивить посетителей такой «новинкой».
19. Высочин Д. И. Бельгийские кандалы. По поводу трамвайного соглашения. Харьков. 1908г.
20. Аманд Егорович Струве (1835—1898) по окончании Николаевского Инженерного Училища и Академии и выходе в 1858 г. в запас инженерного корпуса принимал участие в строительстве Московско-Нижегородской и Московско-Саратовской ж. д. Под его руководством были сооружены временный Москворецкий мост и г. Коломне, постоянный мост через р. Оку в г. Серпухове. Киевский и Кременчугский ж.-д. мосты через р. Днепр и все мосты и водокачки на Московско-Курской ж. д. Наиболее выдающимся сооружением, построенным А. Е. Струве, был мост в С.-Петербурге через р. Неву. Брат его Густав Егорович Струве (1834—1882) окончил Николаевское Инженерное Училище и до 1863 г. занимался строительством крепостных укреплений (Николаев, 1855 г., Аккерман и др.), гидротехнических сооружений, береговых батарей. В 1862 г. А. Е. Струве организовал мастерские при строительстве Москворецкого моста, превратившиеся затем в мостостроительный, а позднее в паровозостроительный завод. С 1865 г. директором этого завода стал Г. Е. Струве, а с 1866 г. завод стал называться «Заводом инженеров братьев Струве». В 1872 г. завод перешел в руки Акционерного общества Коломенского машиностроительного завода. Умело используя начавшееся в России крупное железнодорожное строительство, А. Е. Струве получал для завода большие казенные заказы, что позволило ему развернуть проектирование и постройку паровозов различных типов, пароходов, пассажирских и товарных вагонов, вагонов электрического трамвая, сельскохозяйственных орудий и т. п. Будучи директором-распорядителем завода с 1882 г. А. Е. Струве в то же время был непосредственным руководителем многочисленных построек, осуществляемых им в Киеве.
21. Впоследствии тип рельсов несколько раз менялся -на участке, где вместо паровой тяги стала применяться электрическая, были применены облегченные рельсы, так как давление на рельсы уменьшилось. На других участках рельсы также менялись на облегченные типы.
22. ЦГИАЛ, фонд 1293, оп. 86, д. 144, л. д. 29—49.
23. Там же. л. д. 30.
24. Там же, л. д. 32.

25. Несколько лет спустя в Киеве Акционерное Общество трамвая специально ассигновало 150000 руб. и перевело все телефонные линии на подземные кабели с прямыми обратными проводами.
26. См. газету «Киевлянину 1892 г., №128, 9 мая.
27. См газету «Киевлянин», 1892 г., №148, 30 мая. стр. 2.
28. При составлении настоящей таблицы использованы следующие источники.
1. И. Дмоховский. Трамвай в России к 1902 г., Журнал «Железнодорожное дело», 1902 г., №24.
  2. И. Дмоховский Киевские электрические трамваи. Журнал «Железнодорожное дело». 1901 г., № 2, 3, 4.
  3. И. Дмоховский. Дополнительная заметка по поводу киевских трамваев. Журнал «Железнодорожное дело». 1901 г., №12.
  4. Журнал «Электричество», 1890-1902 гг.

По отдельным городам использованы следующие документальные материалы:

1. Газета «Киевлянин» 1890, 1891, 1892 гг.; ЦГИАЛ фонд 1293  
Технический строительный комитет, оп. 86. д. 144.
  2. Газеты «Волгарь» 1895, 1896 гг.; «Нижегородская почта», 1895, 1896 гг.
  3. Газета «Курская газета», 1898 г.
  4. Газета «Екатеринославские губ. ведомости», 1896, 1897, 1898 гг.
  5. Газета «Витебский листок», 1897, 1898 гг.
  6. Газеты «Крым». 1898 г.; «Крымский вестник», 1898 г.
  7. Газета «Орловский вестник», 1898 г.
  8. Труды I Всероссийского электротехнического съезда, 1900 г
  9. Газета «Волынь». 1897, 1898, 1899 гг.
  10. Газета «Казанский телеграф», 1894, 1895, 1896, 1897, 1898. 1899 гг
  11. Газеты «Прибалтийский листок». 1899 г.; «Прибалтийский край». 1900, 1901 гг.
- Дата пуска трамвая в Казани, указанная в ряде работ, например, в статье канд. техн. наук Ю. Галовена «Из истории русского трамвая», журнал «Электричество», 1949 г., №6, 1894 г неверна. Документально подтверждается пуск 11/X 1899 г. Эта ошибка повлекла за собой шибки и в ряде других изданий (в частности в нашей работе «Ф. А. Пироцкий», Госэнергоиздат, 1951 г., стр. 66).

\* В городах отмеченных \* разрешена концессия. В остальных велись переговоры о концессиях и составлялись проекты. Дмоховский И. Трамвай в России к 1902 г., оттиск из ж. «Железнодорожное дело», 1902 г. №24

29. См. газету «Курская Газета», 1898 г., №84.  
См. также «Заявление в Астраханскую Городскую Управу доверенного от устроителя конно-железных дорог в г. Казани и строителя электрической жел. дороги в г. Курске инженера путей сообщения И. А. Лихачева...». Казань, 1898 г.
30. См. Газету «Прибалтийский край», 1900 г.. № 175, 8 августа.
31. См. газету «Прибалтийский край». 1900 г. №209, 2I/X; электро-технический завод «Унион» был открыт 19 октября 1900 г. и заказ на электрооборудование трамвая был первым заказом, выполненным этим заводом.
32. См. газету «Прибалтийский край», 1901 г., №153, II/VII, стр. 3.
33. Узкие улицы старинных городов Бельгии не позволяли применять широкую колею. По этой же причине трамвай в Риге имеет узкую колею.
34. ЦГИАЛ, фонд 1293, Тех.-Стр. Комитет, оп. 91. д. 202. л. д. 42:
35. См. «Справка к вопросу об улучшении способов передвижения населения С.-Петербурга», Спб, 1901 г., стр. 22—23.
36. Проектировалось сооружение 21 линии общим протяжением 228.6 версты (там же, стр. 53-73). Позднее, в 1907 г., фирма Сименс и Гальске вновь обращалась к Городской Думе с предложением взять на себя концессию по эксплуатации трамваев. Это предложение было встречено резкими протестами общественного мнения (см. напр.,

газету «С.-Петербургские Ведомости». 1907 г., 27 июня, №14), стр. 5 «О новом закабалении г. Петербурга» и др.).

**37.** См. Мелентьев В. Электрические подвесные железные дороги и дороги системы инженера И. В. Романова. СПб. 1901 г.

**38.** См. «Эксплуатация электрических омнибусов системы И. В Романова для общественного пользования в г. С.-Петербурге». СПб. 1901 г.

**39.** Киевский политехнический институт. Курс местных путей сообщения, лекции и. о. экстраординарного профессора Г. Д. Дубелира. Городские электрические трамваи. 1908 г.