

Ф. Гирифельд

## Развитие электрификации железнодорожного транспорта на Западе

Электрификация железных дорог становится одной из наиболее актуальных проблем в развитии транспорта на Западе. К разрешению этой проблемы привлекаются все большие круги техников и экономистов, в само электростроительство вкладываются огромные средства в расчете на большие возможности, которые кроются в развертывании этой работы. Успехи электрификации на транспорте настолько очевидны, что и у нас в СССР мы всем ходом народнохозяйственного развития подошли вплотную к постановке ряда вопросов в этой области. Контрольные цифры пятилетнего плана развития союзного транспорта предусматривают довольно значительные вложения в работы по электрификации железных дорог. Уже намечен ряд крупных объектов, где должны быть развернуты эти работы — Сурамский перевал, участок Хашура—Тифлис, один из участков Северных ж. д., Кизеловская линия на Урале. Между тем, у нас еще мало сделано по разработке вопросов, связанных с обоснованием электрификации транспорта: в значительной части невыясненными остаются пути и методы электрификационных работ. Если советская промышленность с момента разработки плана ГОЭЛРО совершенно четко овладела вопросами электрификации, определила наиболее целесообразные линии ее применения, накопила большой методологический и практический опыт, то наш жел.-дор. транспорт находится еще только в самом начале этой работы. Вот почему так важно всесторонне осветить практику электрификации железных дорог на Западе, попытаться на многообразном иностранном опыте обрисовать некоторые основные экономические предпосылки электрификации и проследить пути ее развития. Надо сказать, что и на Западе это дело представляется сравнительно новым. Электрификация начала внедряться в работу транспорта только в текущем столетии. Мировая война сильно замедлила работы в этом направлении, и лишь после окончания войны темп ее проведения значительно усиливался.

Как и во всяком новом деле, в работе по электрификации транспорта на Западе есть еще много необследованных и неизученных участков. Но все же основные тенденции в развитии этого дела, руководящие факторы и отдельные характерные вехи в поступательном движении уже более или менее вырисовываются.

Наиболее существенным представляется здесь, прежде всего, разрешить вопрос о том, каковы в странах Запада экономические предпосылки, способствующие внедрению электрификации на железных дорогах.

\* \* \*

Решающий фактор в проблеме электрификации железных дорог это — построение топливного баланса той или иной страны. Анализ доминирующих статей этого баланса дает возможность грубо разбить все страны на две категории: страны дешевого угля и дорогого угля. Первая группа стран покрывает свое потребление топлива внутренней добычей, экспортируя к тому же уголь. Вторая группа не обеспечивает своей потребности внутренней добычей и вынуждена прибегать к импорту угля.

К первой группе стран относятся Англия, Германия и С.-А.С.Ш. Ко второй категории можно отнести Италию, Францию, Швейцарию, Австрию, Швецию, Норвегию и др. Насколько последние страны зависят от иностранного угля, видно хотя бы из того, что в 1926 г. было импортировано каменного угля во Францию — 15.408 тыс. тонн, в Италию (без репарационного угля) — 9.448 тыс. тонн, в Швецию — 3.108 тыс. тонн, в Швейцарию — 1.644 тыс. тонн, в Норвегию — 1.512 тыс. тонн.

Железные дороги, как потребители угля, имеют в общем топливном балансе каждой страны довольно большой удельный вес. Например, во Франции годовое потребление железных дорог доходит до 10 млн. тонн, в Италии — свыше 3 млн. тонн. Совершенно естественно, что страны дорогого угля изыскивают способы к уменьшению своей зависимости от иностранного рынка. Электрификация железных дорог и является именно таким способом, ведущим к сокращению импорта угля и позволяющим сберечь большие средства из народнохозяйственного бюджета. Отсюда вполне понятны причины того, что в странах, импортирующих уголь, электрификация жел.-дор. сети носит планомерный характер и постепенно охватывает все большее число линий.

Существенные преимущества к тому же представляют в большинстве этих стран природные географические условия: неровный рельеф, гористая местность и в связи с этим — обилие гидроэнергии. Пиренеи, Центральное плато и западные отроги Альп — во Франции, Швейцарские и Итальянские Альпы, Шварцвальд, — дают широкие возможности использовать гидроэнергию. Электрификация в этих странах идет быстрыми шагами и распространяется как на пассажирское, так и на товарное движение.

Менее интенсивно протекает электрификация железных дорог в странах дешевого угля. Большие запасы твердого минерального топлива и сравнительно низкие цены на уголь не могут способствовать развитию электрификации. Побудительные стимулы здесь иные. Электрификации подвергаются лишь те участки, где паровая тяга становится бессильной; участки с большой и прогрессирующей густотой движения, где необходимо увеличить пропускную способность; сильные подъемы, где применение паровой тяги связано с чрезвычайными затратами. Электрифицируются также крупные узловые станции, на которых производится большая маневровая работа, опытные участки и, наконец, тоннели.

Известную роль в деле внедрения электрификации играет также и развивающаяся конкуренция со стороны автотранспорта; эксплуатация электрифицированных линий обычно обходится значительно дешевле паровых и дает большие преимущества в отношении скорости и удобства передвижения. Железнодорожные компании, электрифицирующие

свои линии, создают тем самым реальные средства для борьбы с автомобилем, все шире внедряющимся в коммерческий и бытовой обиход на Западе. Интересно отметить, что по электрифицированным линиям Южных ж. д. Англии в 1927 г. было перевезено 166 млн. пассажиров, что дает рост по сравнению с 1924 г. на 4,63% (при росте доходов на 4,89%); количество же пассажиров, перевезенных по линиям тех же дорог, эксплуатируемым паровой тягой, соответственно снизилось на 17,65%.

Таким образом, Южные английские дороги путем электрификации хоть до некоторой степени компенсировали свои потери от сокращения числа пассажирских перевозок по линиям паровой тяги.

Сильный рост крупных центров, жилищный кризис в них и расселение населения по пригородам резко увеличило за последнее время пригородное движение; это заставило электрифицировать пригородное движение. Достаточно взглянуть на огромные показатели пригородного движения и на густую сеть, которой ополсали себя крупнейшие центры — Берлин, Гамбург, Париж, Лондон, Нью-Йорк, Чикаго, для того чтобы понять, как велика здесь потребность в электрификации.

Но все эти преобладающие факторы (конкуренция с автомобильным транспортом, бурный рост пригородного движения) не должны изменить правильности нашего основного вывода: электрическая тяга применяется в странах дешевого угля только в тех случаях, когда паровая тяга оказывается бессильной или явно невыгодной. В ближайшее время в этих странах паровая тяга вряд ли будет в значительных размерах вытеснена электрической.

Внедрение последней до некоторой степени стимулирует и улучшение самой техники паровой тяги. На практике вводится ряд усовершенствований в конструкцию паровозов, рационализируется их эксплуатация и т. д. Это, так сказать, естественная реакция против электрификации — борьба паровой тяги за свое существование. Сколько будет продолжаться этот процесс борьбы и когда выяснится ее исход, сказать трудно. Но во всяком случае в области паровой тяги имеется еще ряд резервов к более экономичной эксплуатации.

\* \*

Выбор путей и системы проведения электрификации в различных странах определяется в известной степени состоянием и характером их энергетических ресурсов. Но не только состояние энергетических ресурсов дает направление электрификации. Существенную роль в политике ее проведения играет также и ряд других экономических факторов, — в первую очередь то соотношение и взаимодействие, которое установилось в работе таких основных отраслей народного хозяйства, как транспорт и промышленность. Сейчас на Западе определено выкристаллизовались две основные линии в политике электрификации: одна из них возникла в Германии, другая — во Франции.

Германская система электрификации имеет два типа силовых установок и передаточных проводов — одни предназначаются для промышленности, другие — для железных дорог. Для снабжения железных дорог применяется система однофазного тока слабой частоты в  $16\frac{2}{3}$  периода, а для промышленности — система трехфазного тока нормальной частоты

в 50 периодов. Германская политика электрификации применяется Швецией, Норвегией, Австрией и Швейцарией.

Во Франции же силовые станции вырабатывают исключительно трехфазный переменный ток промышленной частоты, которым обслуживаются и промышленность и транспорт. Французская система основана на последовательном кооперировании работы промышленных и транспортных предприятий. Эта система получила теперь более широкое применение: она принята в Голландии, Бельгии, Англии, Японии, южно-американских странах, Индии и Австралии.

Не может быть двух мнений о том, что система единого тока, применяемая во Франции, имеет большие преимущества. В частности, в наших условиях планового хозяйства правильное кооперирование электрифицированной работы транспортных и промышленных хозяйств — это единственный целесообразный метод, который широко может и должен быть внедрен в практику электрификации. Правильность подобного выбора осознана сейчас в ряде капиталистических стран, пытающихся в новом строительстве встать на такой путь, который позволил бы избежать параллелизма между силовыми станциями, обслуживающими промышленность и транспорт. Это видно хотя бы по тому, что техническая и исследовательская мысль упорно работает в направлении унификации системы тока. В этом отношении большой интерес представляет изобретенный однофазно-трехфазный преобразователь д-ра Кандо (Венгрия), который даст возможность применения однофазного тока промышленной частоты для железных дорог.

Поскольку французская система электрификации является наиболее рациональной, остановимся на ней более подробно. Наиболее любопытны во Франции виды кооперирования промышленности и транспорта и те формы, в которые выливается совместная работа по производству и снабжению электроэнергией. Типичные случаи здесь таковы: возьмем район, уже ранее электрифицированный для промышленных целей, по которому приходится провести электрифицированный участок железных дорог. В этом случае железные дороги вступают в соглашение с промышленными предприятиями и производят все установки, необходимые для преобразования тока и сооружения электропроводов. Описанный случай имел место, например, в практике Париж — Лион — Средиземноморской ж. д., которая вступила в соглашение с „Société d'Electrochimie, d'Electrometallurgie et des Acières électriques d'Ugine“ для снабжения током участка Кюло — Мадан и с „Société l'Energie électrique du Littoral méditerranéen“ для снабжения участка Марсель — Вентимиль.

Возьмем другой случай: в районе участка, намеченного к электрификации, отсутствуют промышленные установки. Тогда железные дороги сами производят все необходимые сооружения, но ведут их с таким расчетом, чтобы иметь в дальнейшем возможность взять на снабжение близлежащие промышленные предприятия.

Практика показывает, что самостоятельно построенные железные дороги гидроэлектрические станции значительно расширили круг своей деятельности по сравнению с потребностью дорог. Эти гидроэлектрические станции превратились в предприятия, добывающие и передающие энергию для всего прилегающего промышленного района.

Ярким примером сращивания промышленной и железнодорожной электрических сетей является Южная ж. д. во Франции. Около десяти совершенно самостоятельных в финансовом отношении электрических станций, расположенных в районе Бордо, Тулузы и Монпелье, вступили в соглашение о совместном использовании энергии Пиренейских гидроэлектрических станций. Об'единенное общество „Union des Producteurs d'Electricité des Pyrénées occidentales“ охватывает в настоящее время двенадцать силовых станций, из которых три принадлежат Южной ж. д. Общая мощность об'единенных станций достигает 140 тыс. квт., при ежегодной производительности в 500 млн. квтч.

Передача тока происходит по единой сети: Южная ж. д. располагает 430 км линий напряжением в 150.000 вольт (из них 250 км двойных линий) и 730 км линий в 60.000 вольт.

Совместную эксплуатацию предполагается значительно расширить в дальнейшем — выгода, достигнутая от соглашения между промышленными и транспортными предприятиями, очевидна для обеих сторон. К 1930 г. намечено увеличить общую мощность об'единенных станций до 230.000 квт., годовая производительность при этом возрастает до 800 млн. квтч.

Подобное же соглашение было достигнуто при электрификации Париж-Орлеанской ж. д. Благодаря об'единению Париж-Орлеанской ж. д. с „Union d'Electricité“, стало возможным связать термические станции Женевиале и Витри с гидростанциями Эгузон, и таким образом обеспечить электроэнергией электрифицированные участки Париж-Орлеанской ж. д. Электрическая сеть Париж-Орлеанской ж. д. насчитывает 600 км линий напряжением в 90 тыс. вольт и 200 км линий в 150 тыс. вольт.

Приведенные примеры с достаточной убедительностью свидетельствуют о том, в каких значительных размерах развернулась во Франции, даже в условиях капиталистической системы и неизбежности конкуренции, кооперированная электрификационная работа транспорта и промышленности. Совершенно очевидно, что подобный метод внедрения электрификации создаст очень большие выгоды и наиболее эффективен. В пользу французской политики электрификации говорит еще то обстоятельство, что сами электрифицированные дороги являются сравнительно небольшими потребителями электроэнергии. Так, потребление энергии швейцарскими дорогами, которые электрифицированы почти на 40%, составляет не более 8% всего спроса.

\* \* \*

Перейдем к рассмотрению некоторых вопросов, относящихся к самой эксплуатации электрифицированных железных дорог.

Решающий фактор в установлении характера эксплуатации — это об'ективные условия: география данной страны, размер ее территории. Проследим здесь вначале за некоторыми закономерностями, выявляющимися в работе паровых железных дорог. Анализ показывает, что вес товарного поезда будет находиться, как правило, в тесной зависимости от средней дальности пробега в данной стране, даже больше того, между этими двумя величинами (весом и пробегом) можно установить почти прямую сопряженность.

Все страны земного шара, в которых существует рельсовый транспорт, можно грубо разбить на две категории: страны со средней даль-

ностью более 300 км и страны со средней дальностью менее 300 км. К первой группе принадлежат: С.-А. С. Ш. — 534 км, СССР — 640 км, Канада — 540 км и Британская Индия — 316 км. Ко второй категории принадлежат все прочие страны: Франция — 150 км, Германия — 155 км, Англия — 87 км, Италия — 180 км, Бельгия — 98 км и т. д.<sup>1</sup>

Проследим же за колебаниями в среднем весе поездов между отдельными странами в зависимости от той группы, к которой они нами относятся по средней дальности пробега:

Средний вес брутто товарного поезда

(В тоннах)

I группа	II группа
С.-А. С. Ш.—1926 г. . . . . 1.520	Германия—1926 г. . . . . 672
Канада—1926 г. . . . . 1.050 <sup>2</sup>	Италия—1926/27 г. . . . . 290 <sup>3</sup>
СССР—1926/27 г. . . . . 785	Швейцария—1925 г. . . . . 258

Столь значительные колебания в весе поезда брутто в этих двух категориях стран объясняются следующим: в странах, имеющих большую дальность пробега, условия рентабельности эксплуатации диктуют необходимость использования больших и тяжелых маршрутов, в то время как в странах с небольшим пробегом нужна в составлении тяжелых и громоздких поездов отпадает.

После электрификации железных дорог эта разница в характере эксплуатации еще более увеличивается: на электрифицированных линиях разрыв в весе поездов между отдельными странами (первой и второй категории) становится еще резче. Достаточно указать, что на электрифицированных участках железных дорог С.-А.С.Ш. товарные поезда весом в 3.200—3.500 тонн ведутся одним электровозом, в то время как на электрифицированных участках итальянских дорог средний вес брутто поезда определялся в 1926/27 г. всего лишь в 314,2 тонны (паровоз же тянул состав весом в 289,5 тонны).

В зависимости от этих основных условий эксплуатации страны различных категорий и разрешают вопрос о наиболее целесообразной мощности использования тяговых средств: страны с большей дальностью пробега встали на путь применения исключительно мощных электровозов; страны же другой категории используют сравнительно менее мощные тяговые средства. Отсутствие сопоставимых данных не дает возможности провести исчерпывающее сравнение мощности электровозов по отдельным странам, но зато чрезвычайно показательным приводимое ниже сопоставление веса электровозов в С.-А.С.Ш. и Европейских странах.

Средний вес электровоза (в тоннах)

(За период 1925—1927 гг.).

Итальянские гос. дороги . . . . .	68,4
Швейцарские „ „ (в рабоч. состоянии) . . . . .	74,0
Шведские „ „ пасс. . . . .	79,5
„ „ „ товарн. . . . .	68,0—134,0
Германские „ „ . . . . .	98,99

<sup>1</sup> Данные о средней дальности пробега относятся к периоду 1925—1927 гг.

<sup>2</sup> По приблизительным подсчетам.

<sup>3</sup> Средний вес товарного и пассажирского поезда.

Париж-Орлеанская . . . . .	69—76
Чикаго — Мильвоки — Сан-Поль С.-А. С. Ш. (в рабоч. состоянии) товарн. . . . .	262
Чикаго — Мильвоки — Сан-Поль С.-А. С. Ш. (в рабоч. состоянии) пасс. . . . .	286

Таковы в основном те предпосылки, которые определяют разрешенные вопросы о том, какие типы электровозов и какой вес поездов применяются в основных странах и районах для наиболее целесообразной эксплуатации.

\* \* \*

Рассмотрев некоторые экономические предпосылки электрификации, проследив за известной последовательностью сопутствующих ей явлений, мы, тем самым, имели возможность обрисовать в общих чертах те основные пути, которые избираются на Западе для разрешения проблемы электрификации. Но освещение общих вопросов и предпосылок не дает еще исчерпывающей картины того, какова же практика проведения и существующее состояние электрификации в отдельных странах. Каждая страна придает этой практике своеобразный „локальный“ колорит, перед каждой из них встает на ряду с общими проблемами и ряд более мелких, текущих задач, которые разрешаются в соответствии с местными условиями и особенностями отдельных стран и районов. Эта практика кроет в себе много любопытных сторон, большей частью еще мало известных.

Перейдем поэтому к описанию развития и нынешнего состояния электрификации транспорта в каждой из крупнейших стран Запады и постараемся осветить, где это представится возможным, эффективность и экономические результаты осуществленных работ.

Швейцария. Пожалуй, нигде географические и экономические условия так не благоприятствуют электрификации ж.-д. сети, как в Швейцарии. Страна лишена угольных залежей. Промышленность и транспорт питаются импортным углем. Но зато в избытке дешавая гидроэнергия; источники ее расположены повсюду в Швейцарских Альпах.

Сама гористая местность создает ряд сильных подъемов и уклонов, которые доходят до 20<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, 30<sup>0</sup>/<sub>00</sub> и более. При таком рельефе страны применение паровой тяги связано с весьма большими затратами. Все это почти тридцать лет тому назад заставило приступить к осуществлению электрификации.<sup>1</sup> Надо сказать, что широкая электрификация ж.-д. сети проектировалась еще очень давно, но до войны электрификационная работа развивалась в общем очень медленным темпом. Одна из наиболее крупных работ до войны — электрификация Симплонского тоннеля.

Во всей полноте вопрос об электрификации железных дорог Швейцарии был поставлен только в 1919 г., когда в результате мировой войны произошло сильное повышение цен на уголь. К тому моменту швейцарские дороги вполне осознали недостаточную успешность разрозненного проведения электрификации от случая к случаю и встали на путь более планомерного ее осуществления. Дирекция швейцарских государственных железных дорог в августе 1919 г. разработала план электрификации жел.-дор. сети со сроком выполнения в 30 лет. В 1921 г. программа эта

<sup>1</sup> Первая электрифицированная дорога в Швейцарии была открыта еще в 1899 г. между Бургдорфом и Туном, протяжением в 41 км.

была пересмотрена и срок ее выполнения значительно сокращен; для проведения электрификации парламентом была предоставлена субсидия в сумме 60 млн. франков. В настоящее время работы по электрификации швейцарской жел.-дор. сети ведутся весьма интенсивно.

Насколько быстрыми шагами проводится электрификация, видно из следующих цифр. В 1927 г. общее протяжение электрифицированных линий (государственных и частных дорог) составляло 2.005 км против 308 км в 1913 г. Общее же протяжение всей швейцарской сети составляет 5.300 км; таким образом, на электрическую тягу в настоящее время переведено уже 37,8<sup>0</sup>/<sub>0</sub> всей сети. Столь значительный удельный вес не достигнут ни в одной стране.

В текущем году ожидается дальнейший рост электрифицированной сети. По программе протяжение электрифицированных линий к концу 1928 г. должно быть доведено до 2.245 км, в том числе государственные дороги — 1.566 км. В ближайшее время предполагается электрифицировать линии Палезье — Берн, Винтертур — Сен Галлен-Брюг, Рихтерсвилль — Зарганс, Берн — Биль и Мюнстер — Дельсберг.

Характерно, как рост электрификации отразился на динамике наличных тяговых средств. Количество электровозов возросло в 1925 г. до 386 против 96 в 1913 г. За тот же период количество паровозов на дорогах снизилось до 1.016 штук против 1.538 штук.

Увеличение объема электрификации позволило достигнуть существенных успехов в деле рационализации использования электровозов. Общий пробег электровозов возрос до 15.142 тыс. км в 1925 г. против 1.209 тыс. км в 1913 г., что дает увеличение в 12,5 раз, но наличие электровозов за этот период возросло всего лишь в 4 раза. Отсюда ясно, насколько повысилась производительность электровозов за это время. И, действительно, средний годовой пробег одного электровоза увеличился с 14.706 км в 1913 г. до 44.593 км в 1925 г., в то время как средний годовой пробег одного паровоза соответственно снизился с 36.602 км до 27.205 км.

В снабжении электроэнергией государственных дорог доминирующую роль играют те энергетические ресурсы, которые находятся в их собственных руках. Здесь насчитываются две группы мощных станций: Амштер — Ритом — Гешенен и Барберин — Вернае. Первая группа (Амштер — Ритом — Гешенен) обладает мощностью в 94,9 тыс. квт.;<sup>1</sup> она расположена в районе Готтардской линии и питается реками Рейс, Феллибах и Керстеленбах. Вторая группа Барберин — Вернае обладает мощностью в 33,9 тыс. квт.,<sup>2</sup> расположена в кантоне Валис. В ближайшее время предполагается построить еще две силовых станций на реках Зил Ааре.

Часть остальных железнодорожных компаний не имеет собственных станций и получает ток для электрифицированных участков от частных коммунальных и кантонных электрических станций.

Швейцария, как страна с наиболее развитой электрифицированной сетью, имеет за собой обширную исследовательскую работу в деле выяснения эффективности электрификации. Конечно, проведенные изыскания дают такие показатели, которые достижимы в специфических

<sup>1</sup> При производительности в 225 млн. квтч.

<sup>2</sup> При производительности в 45 млн. квтч.

местных условиях географии и экономики. Но сама исследовательская работа имеет не только чисто узкий местный интерес,—она вскрывает некоторые чрезвычайно любопытные данные и расчеты, дающие возможность при помощи их заняться проведением некоторых аналогий и разработкой обобщающих выводов.

Большой интерес представляет доклад представителя швейцарских государственных железных дорог А. Жюбана на Всемирной энергетической конференции в Базеле (в 1926 г.). В этом докладе приводятся обоснование планов электрификации и расчеты общей стоимости переоборудования швейцарских железных дорог на электрическую тягу к концу 1928 г., а также ряд данных об ожидаемой эффективности и экономии электрической тяги.

Стоимость оборудования исчислена следующим образом:

а) Оборудование силовых станций	
	Тыс. франков.
Гидроэлектрические станции (430 млн. квтч.) . . . . .	147.000
Магистральные провода (917 км) . . . . .	42.000
Подстанции (23) . . . . .	46.000
	235.000
Содержание	
Работа, содержание, аренда . . . . .	2.720
Проценты (235 млн. из 5%) . . . . .	11.750
Амортизация в течение 100 лет . . . . .	90
Возобновление машин и проводов . . . . .	1.440
	16.000
б) Оборудование пути	
Питающие провода . . . . .	105.000
Расходы по перестройкам, изысканиям и проч. . . . .	75.000
	180.000
Содержание	
Работа и разн. . . . .	2.500
Проценты (180 млн. из 5%) . . . . .	9.000
Амортизация в течение 100 лет . . . . .	100
Возобновление в течение 50 лет . . . . .	500
	12.100

Итак, общие затраты по оборудованию силовых станций и пути составляют 415 млн. франк., ежегодные расходы по содержанию — 28,1 млн. франк., стоимость 385 электровозов — 190 млн. франк., а расходы по их содержанию и проценты — 19,2 млн. в год. При проведении этой широкой программы достигается экономия в размере от 475 до 500 тыс. тонн угля в год (из расчета, что движение будет соответствовать уровню 1913 г. в 9,5 млрд. тонно-км). При цене угля в 42 франка за тонну франко — граница получаемая на одном угле экономия в ценностном выражении составит 20—21 млн. франк. за год. Расходы на рабочую силу снизятся на 4,5—6,5 млн. франк. ежегодно, несмотря на то, что многие электровозы будут обслуживаться расширенным штатом — двумя работниками. Любопытно, что одно только устранение паровозного дыма даст по произведенным подсчетам в суммарном выражении около 1 млн. франк. экономии в год.

Еще, пожалуй, больший интерес представляет произведенный анализ сравнительной стоимости эксплуатации электрифицированных линий при различной густоте движения. В нижеследующей таблице приведены различные примеры густоты движения в  $\frac{0}{0}$  по сравнению с 1913 г. и экономия, достигнутая в каждом из случаев.

Протяжение электрифицированных линий 1.566 км.	80%	100%	120%	140%
Густота движения в $\frac{0}{0}$ к 1913 г.	80%	100%	120%	140%
Энергия, полученная от подстанц., в среднем на 1 км в день (квтч.) . . . . .	440	550	660	770
Экономия угля в средн. на 1 км в день (7.500 кал.) кг . . . . .	665—700	830—875	1.000—1.060	1.170—1.225
Возрастание ежегодных затрат при переводе на электр. тягу (млн. франк.) . . . . .	29	30	31	34
Экономия в результате электрификации (млн. франк.) . . . . .	26	32	38	44

На основе этого любопытного сопоставления можно прямо вывести такую закономерность: получаемая при электрификации экономия увеличивается параллельно росту густоты движения. В соотношении показателей здесь намечается известный „переломный уровень“. При существующих в Швейцарии ценах на уголь (52 франка за тонну франко — тендер) электрическая тяга на дорогах обходится дороже паровой до тех пор, пока среднее потребление энергии на 1 км-день ниже 510 квтч. В 1926 г. швейцарскими дорогами именно и был достигнут этот уровень.

Если дело будет происходить в другой стране, то естественно при подстановке иных показателей (цены угля, средней стоимости производства электрификационных работ и т. д.) получится различная высота „переломного уровня“. В учет должен быть принят также ряд местных условий, которые могут дать иные итоговые цифровые величины. Но это отнюдь не меняет правильности и ценности выявленной функциональной зависимости между показателями густоты движения и достигаемыми размерами экономичности электрификации.

Давая общую оценку проведенным работам по электрификации, швейцарские дороги признают, что электрификация не только увеличила их производительность, но и дала им ряд финансовых выгод. В недавно выпущенном специальном издании проведено сопоставление расходов по эксплуатации ныне электрифицированных участков с расходами паровой тяги. Расчеты показывают, что при электрической тяге расходы по эксплуатации за 1927 г. на 6,6% ниже чем в том случае, если бы эти же участки эксплуатировались паровой тягой. Общая экономия определяется за год в 1,7 млн. франк. Швейцарские дороги считают это вполне удовлетворительным результатом, если к тому же принять во внимание, что электрификация дорог производилась тогда, когда цены на материалы были очень высоки при высоком проценте на капитал и т. д.

Показатели грузооборота и пассажирских перевозок швейцарских дорог выявляют определенную повышательную тенденцию; поэтому есть все основания ожидать, что эксплуатация электрифицированных линий будет в дальнейшем еще более рентабельной.

Германия. Германия — родина электрических железных дорог. Первая в мире электрическая железная дорога, протяжением в 300 мет-

ров по кольцу, была продемонстрирована еще в 1879 г. фирмой Сименс и Гальске на промышленной выставке в Берлине. Первая же электрическая дорога для пассажирского движения была открыта этой фирмой в 1881 г. в Гросс-Лихтерфельде около Берлина. После ряда обычных опытов электрические железные дороги стали привлекать внимание промышленных кругов и широкой общественности. Непосредственное содействие оказывало развитию электрических ж. д. прусское министерство общественных работ, которое в течение 1901—1902 гг. электрифицировало линию Берлин—Целендорф (первая паровая линия, переведенная на электрическую тягу). И в дальнейшем министерство общественных работ продолжало всячески содействовать исследовательским и практическим работам по электрификации ж. д. Однако, до войны электрификация в германском жел.-дор. транспорте не сделала больших успехов. К 1913 г. было переведено на электрическую тягу лишь 165 км пути. После войны электрификация начинает быстро прогрессировать, хотя в последнее время наступило новое замедление в темпе, связанное с финансовыми затруднениями германских дорог, главным образом, недостатком и дороговизной капитала. Динамика электрифицированной сети по годам и районам такова (протяжение в км на конец года):

	1914 г.	1918 г.	1922 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.	1926 г.	1927 г.
Берлинская городская, окружная и пригородн. ж. д. . . . .	9	9	9	9	32	58	58	79
Пригородные ж. д. Гамбург—Альтона . . . . .	29	29	29	29	35	35	35	35
Силезия . . . . .	35	165	180	254	257	257	258	258
Средняя Германия (Дрезден, Галле, Магдебург) . . . . .	—	5	138	183	183	189	189	189
Баден . . . . .	48	48	48	48	48	48	48	48
Бавария . . . . .	55	96	96	96	96	370	418	614
<b>Итого . . . . .</b>	<b>176</b>	<b>352</b>	<b>500</b>	<b>619</b>	<b>651</b>	<b>957</b>	<b>1.006</b>	<b>1.223</b>

Как видно из таблицы, электрифицированные линии сосредоточиваются, главным образом, в трех районах Германии: Баварии, Силезии и Средней Германии. Причины здесь вполне очевидны, они кроются в географических особенностях, а также в геологических условиях этих районов. Гористый характер местности в Силезии, с большим количеством крутых подъемов, делает применение паровой тяги невыгодным.<sup>1</sup> Бавария также отличается гористым рельефом и изобилует гидроэнергетическими источниками, не имея в то же время собственного угля. В Средней Германии разработка колоссальных запасов бурого угля обуславливает дешевизну и некоторый избыток электроэнергии. Вот те предпосылки, которые способствуют развитию электрификации в этих районах. Еще один стимул к электрификации это — сильно возросшее пассажирское движение крупных центров. В настоящее время закончена электрификация пригородного движения Берлина и Гамбурга.

Соответственно росту электрифицированных линий возрастает и количество электровозов. Если в 1913 г. (в современных границах) в распоряжении германских дорог находилось только 17 электровозов, то

<sup>1</sup> Кроме того, обилие угля дает возможность получения дешевой энергии на местных станциях.

к концу 1927 г. число их увеличилось до 316. Наличие моторных вагонов возросло за тот же период с 387 до 583.

Динамика пробегов электровозов и моторных вагонов за последние годы дает следующую картину (в тысячах лок.-км):

1913 г. (в совр. границах) . . . . .	11.900
1925 „ . . . . .	13.492
1926 „ . . . . .	18.858
1927 „ . . . . .	22.579

Наибольшей эффективности удалось добиться в применении электрификации в горных районах Германии. Прекрасные результаты дала электрическая тяга на горных участках силезских ж. д. Так, в пассажирском движении представилась возможность увеличить вес поезда на 53% при одновременном росте скорости движения на 45%; в товарном — достигнуто увеличение нагрузки на 20% при увеличении скорости движения на 100%.

Товарные электровозы серии „С—С“ на участках с подъемом в 10‰ тянут составы весом в 1300 тонн со скоростью 40 км в час. Пассажирские электровозы серии „Д—Д—1“ развивают скорость до 65 км в час на участках с подъемом в 10‰ при весе поезда в 550 тонн. Это не замедлило сказаться на снижении ряда элементов эксплуатационных расходов. Для наглядности приводим сравнение расходов по службе эксплуатации силезской горной железной дороги на 1000 лок.-км (исключительно стоимость электроэнергии и топлива) при электрической и паровой тяге (в марках):

	Электрич. тяга	Паровая тяга
Смазочные материалы . . . . .	5,05	2,00
Обслуживающий персонал:		
а) паровозные бригады . . . . .	58,40	107,00
б) кондук. бриг. и станц. служащие . . . . .	21,60	23,00
Содержание строений и стационарных установок . . . . .	41,95	7,95
Содержание и ремонт подвижного состава:		
а) содержание в участк. мастерских . . . . .	11,35	24,40
б) ремонт в участк. мастерских . . . . .	23,00	28,50
в) ремонт в главных мастерских . . . . .	39,50	95,10

Большой интерес представляет произведенный в Германии специальный расчет использования рабочей силы на трех наиболее крупных электрифицированных сетях — в Силезии, Средней Германии и Баварии. Расчеты были произведены на три измерителя: на среднее месячное число тонно-км брутто, приведенных лок.-км и лок.-км. В основу были взяты данные за октябрь, ноябрь и декабрь 1925 г. В результате было установлено, что общая экономия в расходе рабочей силы, включая участки мастерские, составляет в среднем по всем трем линиям 47%, т.-е., другими словами, при электрической тяге количество необходимой рабочей силы сокращается вдвое.

Как уже отмечалось, общество германских дорог проявляет усиленное стремление самостоятельно эксплуатировать силовые станции, необ-

ходимые для питания электрифицированных участков. Снабжение значительной части линий производится собственными силовыми станциями общества (Мульденштейн, Заалах и т. д.). Особенно в первые периоды электрифицированной работы германские дороги очень четко проводили политику самоснабжения, [стремясь создать замкнутую энергетическую базу.

Сейчас последовательно, однако, осуществить этот принцип не везде удается. Обществу германских ж. д. приходится сталкиваться с чужими интересами — станциями местного значения. При этом железные дороги стараются обеспечить за собой определенное влияние в хозяйстве этих станций. Общество приобрело акции целого ряда чужих станций, добилось получения мест в правлениях силовых станций Вальхензе и Среднего Изара. Больше того, общество стремится непосредственно овладеть теми станциями, в которых оно не принимает участия (Миттельштейн — 28.000 квт., питающая силезские дороги, и станция Вилен — баденские дороги).

Австрия. Австрия наиболее типичная страна, применяющая электрификацию, как средство для освобождения внутреннего топливного баланса от импортной зависимости. По Сен-Жерменскому мирному договору Австрия лишилась почти всех своих угольных районов; это коренным образом изменило структуру ее топливного баланса.

Добыча угля в Австрии после войны резко понизилась: если в 1913 г. (в старых границах без Венгрии) было добыто 16.460 тыс. тонн каменного и 27.378 тыс. тонн бурого угля, то для 1926 г. соответствующие цифры будут — 157 тыс. тонн и 2.967 тыс. тонн.

Естественно, что Австрия принуждена теперь импортировать большее количество угля для удовлетворения нужд промышленности и транспорта; импорт топлива ложится тяжелым бременем на разрозненное и обнищавшее австрийское народное хозяйство. Между тем, страна обладает довольно значительными ресурсами водной энергии, рациональное использование которой могло бы дать возможность сократить ввоз дорогого иностранного топлива. Все это заставило австрийское национальное собрание еще в 1920 г. издать закон об электрификации государственных железных дорог. По закону предусматривалось электрифицирование в самое ближайшее время около 650 км главных путей. Сейчас эта программа в общем успешно проводится в жизнь: к концу 1926 г. на электрическую тягу было переведено уже 503 км, что составляет 8,66% общего протяжения австрийских государственных дорог. Осуществляя программу электрификации австрийские дороги, смогли использовать опыт, накопленный еще с довоенного времени при эксплуатации электрической тягой Марциальской (1911 г.) и Миттенвальдской ж. д. (1914 г.). Благодаря этому опыту австрийские дороги приняли систему однофазного постоянного тока, что дало им возможность непосредственно связаться с электрифицированными линиями Германии и Швейцарии. Таким образом, обеспечены были и правильные организационно-технические предпосылки для развития электрификации. Между тем, само проведение электрификации наталкивается в Австрии на серьезные финансовые затруднения. В виду недостатка капиталов внутри страны австрийские гос. дороги принуждены для выполнения намеченной программы привлекать средства из-за границы. Так, в 1925 г. работы по электрификации могли

проводиться только при помощи кредитов, предоставленных Лигой Наций, в размере 88 млн. золотых крон.

Эти средства затрачены на электрификацию линий Зальцбург—Бреннер, Униенбург—Бреннер и Вергг—Куфштейн, общим протяжением в 303 км (в том числе 289 км двухколейных). Работы на этих линиях должны быть закончены к концу текущего 1928 г.

Недостаток средств сказывается и на самой эксплуатации электрифицированных линий. Так, австрийские дороги в своем отчете указывают на нехватку электровозов,<sup>1</sup> вследствие чего на некоторых линиях товарные поезда должны обслуживаться паровозами.

Такое положение не дает возможности максимально использовать преимущества электрической тяги. Но, тем не менее, австрийским гос. дорогам удалось уже в 1924 г., когда было электрифицировано лишь 388 км линий, сэкономить 58 тыс. тонн угля, что в ценностном выражении составило 18 мрд. крон.

В последующие годы экономия оказалась еще более значительной. Это дает все основания, несмотря на трудности финансового порядка, форсировать электрифицированные работы. По последнему проекту предусмотрено в течение уже ближайших десяти лет электрифицировать всю сеть австрийских гос. жел. дорог. В первую очередь намечены к электрификации линии Вена—Грац и Вена—Зальцбург. Но, конечно, реальность этого проекта в целом будет зависеть от того, какие финансовые ресурсы удастся мобилизовать австрийским дорогам, а следовательно, в значительной степени и от состояния внутреннего денежного рынка.

Италия. Италия — пионер в деле электрификации: первая европейская страна, которая осуществила в более или менее крупных размерах электрификацию жел. дорог. Италия почти совершенно не имеет собственного угля (годовая добыча составляет всего лишь 1,2—1,3 млн. тонн угля низкой калорийности) и принуждена импортировать ежегодно для нужд промышленности и транспорта до 10 млн. тонн (не считая репарационных поставок); на ряду с этим источники дешевой водяной энергии имеются в изобилии. Это и есть основная причина того, что Италия еще до войны приступила к электрификации промышленности и транспорта.

Первые попытки электрификации железных дорог были сделаны еще в конце прошлого столетия на горных участках Итальянских Альп. В 1901 г. был сдан в эксплуатацию участок Милан—Варез, протяжением в 73 км. Правительство, учитывая ряд преимуществ электрификации, принимает за это дело и приступает к электрификации целого ряда новых участков. Но, тем не менее, эти работы до войны не получают достаточного развития: на электрическую тягу было переведено лишь 349 км, которые обслуживались 141 электровозом.

Во время войны была разработана программа электрификации, которая предусматривала переоборудование на электрическую тягу до 2.000 км ж.-д. линий. Между тем, осуществление этой программы протекало очень медленно. В период с 1915 г. по 1920 г. прирост составлял немногим более 20 км в год. Лишь в послевоенные годы электрификационные работы развертываются быстрым темпом.

<sup>1</sup> Наличие электровозов на австрийских дорогах составляло: в 1924 г. — 77, в 1925 г. — 91, в 1926 г. — 112.

Следующая таблица дает картину развития электрификации на итальянских государственных железных дорогах после войны по сравнению с довоенным уровнем.

Годы	Протяжение электрич. лин. в км (на конец года)	Сделано вагоно-км (в млн.)	Потребление электрической энергии (в млн. квтч.)	Экономия угля (тыс. тонн)	Наличие электровозов	Пробег электровозов (тыс. км)
1914/15	349	1.300	40	95	141	—
1919/20	467	2.337	70	150	213	—
1924/25	855	5.550	161	325	533	13.751
1925/26	914	6.604	224	360	584	16.428
1926/27	1.060	7.457	242	410	583	18.896

Итак, ежегодный прирост электрифицированных линий составляет в период с 1919/20 г. по 1926/27 г. около 100 км. Еще быстрее растет движение по этим линиям: количество виртуальных тонно-км дало рост за тот же период более чем в три раза. Пробеги электровозов возросли с 8285 тыс. лок.-км в 1921/22 г. до 18.896 тыс. лок.-км в 1926/27 г.

При таком темпе сразу резко выявился ряд эксплуатационных преимуществ, даваемых электрической тягой. Средний вес брутто поезда электрической тяги составил в 1926/27 г.—314,2 тонны против 191,6 тонны в 1913/14 г., что дает рост на 64<sup>0</sup>/<sub>100</sub>, в то время как вес брутто поезда паровой тяги за тот же период вырос только на 23<sup>0</sup>/<sub>100</sub> (289,5 и 235,1).

Кроме государства, электрифицированные линии эксплуатирует также и частные ж.-д. компании.<sup>1</sup> Общее протяжение электрифицированных линий, находящихся в руках этих компаний, в середине 1926 г. равнялось 988 км. Из них следует отметить такие большие сравнительно линии, как Рим—Фиугги—Фрозиноне, с ветками на Фраскати и Гуарчино, длиной в 134 км, затем Centrale de L'ombrie—113 км и, наконец, участок Турин—Через в 43 км. В распоряжении частных компаний находится сейчас более 200 электровозов. Общий пробег поездов по этим линиям за 1925/26 г. составил 5 млн. поездо-км.

Если учесть и линии частных компаний, то в настоящее время в Италии электрифицировано уже более 2.000 км, что составляет, примерно, 10<sup>0</sup>/<sub>100</sub> по отношению к длине всей сети итальянских ж. д.

Размеры ассигнований на электрификацию сети все более увеличиваются. В 1926/27 г. отпущено на работы по электрификации 190 млн. лир. В настоящее время в перестройке на электрическую тягу находится более 880 км. К концу 1928 г. одни только государственные дороги предполагают довести свою электрифицированную сеть до 1.800 км.

Экономический эффект осуществления электрификации весьма внушителен. Итальянским дорогам удалось впервые после войны безубыточно сбалансировать свой бюджет в 1924/25 г. именно тогда, когда они добились в результате электрификации значительного сокращения расхода

<sup>1</sup> В Италии имеется около 5.000 км частных ж. д.

угля и рабочей силы. По произведенным подсчетам за период с 1920/21 по 1926/27 г. была получена экономия в топливе, превысившая в общей сложности 2 млн. тонн.

Ближайшие перспективы электрификации транспорта в Италии представляются вполне благоприятными. Хозяйственное развитие страны, рост грузооборота, острый недостаток черного и избыток белого угля, своеобразные условия эксплуатации в гористой стране, при обилии под'емов и тоннелей,— все эти факторы, несомненно, будут способствовать быстрому темпу внедрения электрификации в практику итальянского железнодорожного транспорта.

Франция. О французской системе электрификации нами уже достаточно полно говорилось выше. Описывая характерные особенности политики проведения электрификации во Франции, мы тем самым обрисовали основной фон, на котором разворачивается электрификационная работа. Ограничимся здесь приведением основных данных о состоянии этих работ.

Попытки внести некоторую планомерность в электрификацию во Франции сказываются в том, что сами работы разворачиваются по заранее установленной программе. Эта программа была выработана еще в 1920 г. и наметала перевод на электрическую тягу в общей сложности 9.000 км дальних линий, а также пригородное движение Парижа. Осуществление программы по электрификации дальних линий было распределено между тремя дорогами: Южной, Париж—Орлеанской и Париж—Лион—Средиземноморской. В 1927 г. общее протяжение электрифицированных линий уже достигло 1.066 км.

По отдельным дорогам состояние и работа электрифицированных линий таковы. На Южной ж. д. электрифицировано 768 км. Эти линии пользуются током Пиренейских гидростанций. В 1926 г. на электрифицированных линиях Южной ж. д. ежедневно циркулировало около 50 поездов, пробег которых составлял 400 тыс. поездо-км в месяц. Грузооборот этих линий равнялся 80 млн. тонно-км. Потребление энергии составляло 3 млн. квтч. в месяц. Дальнейшие работы по электрификации на Южной ж. д. протекают очень успешно. В течение ближайшего пятилетия предполагается перевести на электрическую тягу еще 1000 км пути; к концу этого пятилетия будет электрифицировано около половины всей сети Южной ж. д.

Париж—Орлеанская дорога в настоящее время эксплуатирует 230 км электрифицированных линий и ведет работы по электрификации главной магистрали Париж—Орлеан.

Париж—Лион—Средиземноморская дорога переводит на электрическую тягу участок Кюло—Мадан. Закончены уже работы по электрификации большой линии Шамбери—С. Пьер д'Альбани. В ближайшее время будет электрифицирован еще ряд участков (Канн—Гросс, Карнул—Вентимиль, Лион—Марсель—Вентимиль).

Пригородное движение Парижа и линии Париж—Версаль и Париж—Мулино электрифицированы государственными дорогами (протяжение—90 км).

Франция, ставшая с самого начала на рациональный путь электрификационной работы, страна большого будущего в этом деле. Все предпосылки для электрификации здесь налицо— и значительный ежегодный

импорт угля (15—18 млн. тонн в год) и большие сравнительно размеры потребления минерального горючего железными дорогами (до 10 млн. тонн в год), а также окружающая ее с юга и востока цепь горных хребтов (Пиреней, Западные Альпы) с их мощными источниками гидроэнергии. Если учесть при этом рациональные методы проведения, то едва ли мы ошибемся, если дадим самую благоприятную оценку тем перспективам, которые на пути поступательного движения электривозов во Франции.

Англия. По сравнению с другими европейскими странами электрификация железных дорог в Англии проходит более медленным темпом, поскольку Англия, с одной стороны, в малой степени располагает гидроэнергией, а с другой — имеет огромные запасы высококалорийных углей. Электрификационные работы в Англии обуславливаются следующими основными причинами: технической необходимостью, желанием устранить вредное действие паровозного дыма, стремлением увеличить пропускную способность и, наконец, конкуренцией со стороны автотранспорта. Электрификация распространяется пока почти исключительно на пассажирское движение. Это с полной очевидностью выявляется из следующих данных (в тыс. лок.-км):

Пробеги электровозов и автомотрис на английских дорогах с 1924 по 1927 гг.

Годы	Пасс.	Товарн.
1924	53.628	148
1925	61.517	124
1926	64.713	63
1927	76.143	122

Наиболее крупных успехов по электрификации своих линий добилась за последнее время южная группа ж. д., работа которой носит вообще весьма своеобразный характер; главное значение здесь имеет пассажирское движение (эта группа связывает старую Англию с берегами Ла-Манша и обслуживает большую часть пригородного движения Лондона); на остальных же трех жел.-дор. группах доминирующую роль играет перевозка грузов. Отсюда ясны те причины, которые обусловили быстрое развитие электрификации именно на Южных железных дорогах. В середине 1926 г. Южная дорога обладала электрифицированной сетью в 363 км; в работе по электрификации находилось еще 74 км пути. Таким образом, к этому времени было электрифицировано уже более 10% всей сети Южной ж. д. (3.611 км).

Как известно, Южная группа по закону 1921 г. образовалась из следующих трех самостоятельных линий: Лондон—Брайтон—Южнобережная ж. д., Юго-восточная—Четхемская ж. д. и Лондонская—Юго-западная ж. д. На Южнобережной дороге электрическая тяга была введена уже в 1909 г. Первоначально этот участок питался однофазным переменным током высокого напряжения посредством воздушной проводки. Остальные же две дороги с самого начала применяли постоянный ток, который подавался посредством третьей рельсы. Последствия подобного разнокалиберного строительства отрицательно сказываются в работе. Южная дорога принуждена в настоящее время для объединения своей электрифицированной сети переоборудовать линии Южнобережной дороги на постоянный ток и заменять воздушную проводку третьей рельсой. Работы по электрификации Южных ж. д. в общем дали весьма благо-

приятные результаты и значительно повысили их конкурентоспособность. Это выразилось, прежде всего, в увеличении скорости движения поездов, что видно из следующей таблицы:

Скорость движения поездов на Южной ж. д.

(При паровой и электрической тяге)

От	До	Расстояние в км	Время (в минутах)		Число остановок
			При паровой тяге	При электрической тяге	
Ватерлоо	Хемптон Корт	24	45	33	9
Ватерлоо	Теддингтон	22	50	32	10
Виктория	Лондон-Бридж	14,5	33	23	8
Черинг-Кросс	Дартфорд	27	48	41,5	10

Общая стоимость работ по электрификации Южных ж. д. к середине 1926 г. составила около 8 млн. фунтов. К концу 1928 г. предполагается увеличить протяжение электрифицированных линий Южных ж. д. до 438 км.

О медленности темпа проведения электрификации на остальных английских дорогах может свидетельствовать то, что такая крупная дорога, как Лондон—Средне-Шотландская, обладающая протяжением в 11.183 км, эксплуатировала к июлю 1926 г. только 166 км электрифицированных линий, а Большая Западная дорога — лишь 10 км. На Лондон—Северо-Восточной дороге из общего протяжения в 10.810 км к середине 1926 г. было переведено на электрическую тягу только 74 км. В практике этой дороги показательна работа на одном участке — Шилддон—Ньюпорт, длиной в 29 км, который был электрифицирован еще в 1915 г. Длительный опыт эксплуатации и использования на этом участке электрической тяги для товарных поездов позволили добиться высокой эффективности в работе. С введением электрической тяги достигнуты следующие результаты: вес брутто угольного состава возрос до 1.400 тонн, вместо прежних 900 тонн, при скорости движения 40 км в час. Количество остановок, необходимых для локомотивов, снизилось при электрической тяге почти в четыре раза. В результате всего этого на участке Шилддон—Ньюпорт 5 электровозов заменяют в работе 13 паровозов. Расходы по содержанию подвижного состава сократились на 30%.

Соединенные Штаты. Электрификация ж. д. в С.-А.-С.Ш. находит применение только в тех случаях, когда предъявляемые к данной линии требования не могут быть нормально выполнены путем использования паровой тяги, даже самой усовершенствованной, с применением наиболее экономных нововведений в ней. Тогда паровоз, утилизация которого доведена до технических возможного предела, уступает место электровозу. Но электрификация не имеет в С.-А.-С.Ш. самодовлеющего характера. Она осуществляется лишь в меру ее экономических преимуществ. Она вклинивается в работу паровых линий тогда, когда сулит совершенно очевидные выгоды, и там, где технические возможности паровой тяги полностью исчерпаны.

Отсюда та высокая рентабельность, которая сопровождает электрификационные работы в С.-А.-С.Ш., продуманность каждой детали и строгая последовательность в чередовании электрической и паровой тяги. Нигде на Западе так широко не осуществляется „комбинированный“ метод эксплуатации, нигде так рационально электрические линии не вкраплены в паровые магистрали, как в Америке. Здесь есть очень многое, что необходимо воспринять в нашей советской практике, во-пер-

вых, потому, что объективные условия для эксплуатации весьма родственны, а во-вторых, потому, что экономические предпосылки для внедрения электрификации чрезвычайно схожи с нашими.

Что же считают целесообразным электрифицировать в первую очередь в Америке? Тоннели, терминалы, под'емы, линии с максимальной густотой движения как пассажирского, так и товарного, — вот объекты, на которые направляется электрификационная работа. Любопытна практика электрификации тоннелей. Некоторые из них (Сен-Клерский, Каскадный и Гузакский) находятся на середине крупных магистралей и раньше эксплуатировались паровой тягой. Но с течением времени размеры движения настолько возросли, что эти тоннели стали тормозить движение и пришлось прибегнуть к электрификации.

Динамика электрифицированных линий дорог первого класса С.-А.С.Ш. дает за послевоенный период следующую картину (в км):

Годы	Главн. пути	Вторые и др. главн. пути	Станции и запас. пути
1920	2.333	1.448	1.260
1923	2.470	1.464	1.308
1925	2.694	1.564	1.532
1926	2.894	1.719	1.556

Несмотря на абсолютно большое протяжение электрифицированных линий, по сравнению с европейскими странами, удельный вес их в общей сети жел. дор. С.-А.С.Ш., равной 400.948 км в 1926 г., еще очень незначителен и не достигает даже 1<sup>0</sup>/<sub>10</sub>.

Динамика наличия электровозов на линиях дорог первого класса такова:

Годы	Товарн.	Пасс.	Всего
1920	153	211	364
1923	160	219	379
1925	170	192	362
1926	204	215	419

Наиболее крупные работы по электрификации произведены на дороге Чикаго—Мильвоки—Сан-Поль, проходящей через Каскадные и Скалистые горы. Опыт проведения электрификации на этой дороге представляется очень ценным. Она в широких размерах осуществила „комбинированный“ метод эксплуатации, давший ей ряд преимуществ. В основном проведение работ свелось к следующему: в 1916 г. был сдан в эксплуатацию горный участок Харлотон—Авери, протяжением в 705 км, а в 1920 г. были закончены электрификационные работы на участке Отелло—Ситль-Такома длиной в 341 км. Лежащая же между этими участками линия Отелло—Авери, протяжением в 341 км, проходящая по более ровной местности (максимальный под'ем 0,5<sup>0</sup>/<sub>10</sub>), эксплуатируется попрежнему паровой тягой. Сейчас густота движения настолько увеличилась, что представляется целесообразным электрифицировать и этот участок в ближайшее время. Таким образом, дорога Чикаго—Мильвоки—Сан-Поль будет располагать сплошной электрифицированной линией в 1.385 км.

Поскольку мы в перспективе генерального плана ставим вопрос об электрификации магистрали Москва—Донбасс, примерно такого же протяжения, опыт дороги Чикаго—Мильвоки представляет для нас особый интерес. Постепенное осуществление электрификации по участкам с применением ее на наиболее выгодных и технических удобных пунктах, даст ряд

преимуществ. Помимо экономического капиталовложения, такой метод электрификации дает также возможность правильно использовать производственный опыт, избежать недочетов, допущенных в предыдущей практике и тем самым значительно повысить качество самой работы.

Небезынтересны данные об эффективности электрификации на такой мощной магистрали, как Чикаго—Мильвоки—Сан-Поль. За период с 1916—1924 г. (открытие первого электрифицированного участка Харлотон—Авери) была достигнута чистая экономия в расходах по эксплуатации в 12,4 млн. долл. (за вычетом расходов по оплате капитала и амортизации дополнительных капитальных вложений, вызванных электрификацией). Количество приведенных тонно-километров брутто (пассажирских и товарных) выросло с 1639 млн. в 1916 г. до 2.827 млн. в 1924 г.

Работа электровозов на дороге Чикаго—Мильвоки—Сан-Поль дает прекрасные результаты. На участке с под'емами в 1<sup>0</sup>/<sub>10</sub> электровоз тянет поезд весом в 3.500 тонн, на 2<sup>0</sup>/<sub>10</sub> под'емах—1.250 тонн и на 2,2<sup>0</sup>/<sub>10</sub>—1.100 тонн, при средней скорости движения 24 км в час. На горных участках обычно применяются толкачи, что дает возможность почти вдвое увеличить вес поездов.

Внимания заслуживает также Виргинская дорога, осуществляющая в широких размерах перевозки угля; электрификация этой дороги была закончена в 1926 году. Виргинская дорога обладает в настоящее время 216 км электрифицированных линий. Электрификация дала следующие результаты: в 1924 г., когда дорога не была еще электрифицирована, общий расход по эксплуатации на 100 тонно-миль нетто составлял 64,30 цента, в то время как в 1927 г. (первый год после окончания электрификации) этот расход составил 52,47 цента, т.-е. снижение на 18,4<sup>0</sup>/<sub>10</sub>. Таким образом, в общей сложности за один 1927 г. достигнута экономия в 3.841 тыс. долл.

\* \* \*

Такова в основном практика электрификации жел.-дор. транспорта на Западе. Перенесение электрификации к нам — в советские условия — потребует всестороннего учета того многообразного опыта, который накопился в странах Запада. Нужна будет предварительная углубленная разработка ряда технико-экономических проблем и преломление их в нашей советской обстановке. Это последнее обстоятельство представляется особо важным. Конечно, при разработке подготовительных технико-экономических материалов можно пользоваться для каждого отдельного случая наиболее сходными данными из иностранной практики; выбирать при подсчетах и изысканиях аналогичные условия рельефа местности, сходные мощности и системы токов при построении энергетической базы и т. д. Но этого еще недостаточно. В учет должен быть принят ряд специфических наших условий эксплуатации и работы вообще; без этого невозможно добиться хоть сколько-нибудь правительственных экономических проектировок.

В этом деле нельзя забывать один весьма ценный метод, широко практикуемый на Западе, это — опытная электрификация отдельных участков. Только правильная постановка опытно-исследовательских работ при всестороннем учете иностранного практического и научно-технического опыта избавят нас от многих просчетов и ошибок, неизбежных в каждом новом смелом начинании.