

06  
141

1132

СБОРНИК

ЛЕНИНГРАДСКОГО

ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРОВ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

Г. Э. РУДЗУТАК

108

ВЫПУСК CVIII

—❖—

ТРУДЫ ЖЕЛ.-ДОРОЖНОЙ СЕКЦИИ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО  
ИНСТИТУТА

ЛЕНИНГРАД  
1931



# ЛЕНИНГРАДСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

С начала 1927 года Ленинградским институтом инженеров путей сообщения были изданы следующие выпуски Сборника Института с отдельными оттисками из них:

ВЫП. 93.—Воздушные сообщения.—  
234 стр. 117 черт. Цена 3 р.

ВЫП. 94.—Сухопутные сообщения.—  
238 стр. 53 черт. и рис. Цена  
3 р. 50 к.

ВЫП. 95.—Водные сообщения и гидро-  
техника.—340 стр. 148 черт. и рис.  
Цена 5 р.

ВЫП. 96.—Ко дню 10-летия Октябрь-  
ской революции.—320 стр. 107 чер-  
тежей и рис. Цена 4 р. 50 к.

А. Г. Стеткевич. — Теория оборота товар-  
ных паровозов — 1 р. 26 к. Д. А. Попов. —  
Размещение остановочных пунктов и опреде-  
ление времени хода поездов на однопутных  
жел. дор. — 56 коп. Проф. Г. Д. Дубеллер и  
Н. А. Шапошников. — Исследование дефор-  
маций грунта посредством электрических изме-  
рений — 70 к. Н. Н. Иванов. — Цели и задачи  
исследований в дорожном деле — 84 к. Проф.  
А. А. Сурин. — Спринклерные оборудования  
(окончание) (2 выпуска) — 3 р. 50 к. Проф.  
А. А. Саткевич. — Метод решения задачи о  
скоростях вихревого поля — 49 к. В. И. Стрель-  
чевский. — О форме миделевого сечения газо-  
вого баллона воздушных кораблей — 70 коп.  
А. Г. Воробьев. — Графо-аналитический спо-  
соб определения динамических перегрузок,  
которые могут нести выполненные воздуш-  
ные корабли — 42 к. А. И. Кефели. — О теор-  
етических весах сооружений — 56 к. В. П. Фа-  
ковский. — Метод последовательного про-  
счета при статических расчетах — 28  
коп. Проф. Б. Г. Галеркин. — Решение  
задачи С. Вена об изгибе различных ко-  
нформаций призмы — 35 к. А. М. Год-  
дирко. — Графическое интегрирование  
дифференциального уравнения 2-го поряд-  
ка. Проф. В. Е. Тимонов. — Об устройстве  
технических водных преград  
ными работами и задачами  
Проф. Н. А. Данилов. —  
порт — 28 коп.

ВЫП. 97. — Посвящает  
юбилею деятельнос-  
ти С. Д. Карейша. — 55  
стр. и рисунков.

Часть I. Сухопутные сооб-  
щения. Цена 3 руб. 50

Пятидесятилетний юбилей  
профессора С. Д. Карейша — 10  
коп. Тимонов. — Международная  
конгрессов и ее значе-  
ния — 30 к. Проф. К. Н. Ко-  
мариных формулах, пред-  
изысканий железных дорог —  
Фролов. — Поперечный про-  
филь — 20 к. Проф. С. Д. Ка-  
реши железнодорожного по-  
бурханскими песками — 10 к.

П. П. Дохтуров. — О механизации работ го-  
рочных устройств сортировочн. станций — 50 к.  
Проф. В. А. Глазырин. — Поселки-сады и по-  
селки на путях сообщения — 80 к. Проф. А. Н.  
Фролов. — Зонное пригородное движение — 15 к.  
Проф. Д. И. Юскевич. — Определение про-  
пускной способности двупутной железной до-  
роги в зависимости от коммерческой скорости  
товарных поездов — 40 коп. Проф. С. Д. Ка-  
рейша. — Наибольшая длина товарных поездов  
и их оборудование на заграничных железных  
дорогах — 15 к. П. Я. Гордеев. — Установле-  
ние рациональности движения непарным гра-  
фиком в связи с вопросом о предельном со-  
ставе поезда порожнего направления — 30 к.  
А. Г. Стеткевич. — Теория оборота товарных  
поездов (Окончание). 60 к. Полный оттиск —  
1 р. 75 к. В. Т. Михайлов. — Данные для  
тяговых расчетов по сверхмагистральным же-  
лезным дорогам — 60 к. Д. А. Попов. — Выбор  
руководящего подъема жел.-дорожной линии  
(упрощенный аналитический вывод) — 30 коп.  
Проф. В. Е. Ляхницкий. — Смешанные же-  
лезнодорожно-водные перевозки и речные  
порты, как их перегрузочные узлы — 20 коп.

Часть II. — Воздушные сообщения. Военные  
сообщения. Водоснабжение. — 170 стр.  
Цена 2 руб. 20 коп.

Проф. Н. А. Рынин. — План и профиль  
проектируемой аэролинии — 40 коп. А. И. Ке-  
фели. — Аэродинамические свойства крыльев  
аэропланов. Проф. А. А. Сатке-  
вич. — Аэродинамические свойства крыльев

1990 311920  
06 Ленинградский  
ин-т инженер. путей  
сообщения. Сборник  
1931  
03  
07/57



СБОРНИК  
ЛЕНИНГРАДСКОГО  
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРОВ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

ВЫПУСК CVIII



ТРУДЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СЕКЦИИ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО  
ИНСТИТУТА

ИЗДАНИЕ ЛЕНИНГРАДСКОГО ИНСТИТУТА  
ИНЖЕНЕРОВ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
ЛЕНИНГРАД  
1931



SCIENTIFIC PAPERS  
OF THE  
INSTITUTE OF ENGINEERS OF WAYS OF COMMUNICATION  
in LENINGRAD  
Vol. CVIII.

---

LENINGRAD  
1931



Стр.

## СОДЕРЖАНИЕ.

<i>П. Г. Сидоренко.</i> — Ремонт и возобновление основных железнодорожных устройств . . . . .	5
<i>Проф. А. Н. Фролов.</i> — О техническо-эксплоатационных измерителях работы железных дорог . .	55
<i>Проф. Е. В. Михальцев.</i> — Коэффициент издержек, как универсальная характеристика работы дорог.	109
<i>Н. А. Морштин.</i> — Влияние длины и профиля линии на эксплуатационные расходы . . . . .	139
<i>Проф. А. Н. Фролов.</i> — Об условиях целесообразности обращения длинносоставных поездов с расцепкой при скрещении . . . . .	341

## CONTENTS.

<i>P. G. Sidorenko.</i> — Repair and Renewal of fundamental Railway Arrangements . . . . .	5
<i>Prof. A. N. Froloff.</i> — On the technical and Exploitation Criterion of Railway Work . . . . .	55
<i>Prof. E. V. Mikhaltseff.</i> — The Coefficient of Cost as a universal Characteristic of the Railway Work .	109
<i>N. A. Morshthikhin.</i> — The influence of length and Profile of the line upon the exploitation Cost . . .	139
<i>Prof. A. N. Froloff.</i> — On trains composed of many cars . . . . .	341



Помещенные в настоящем Сборнике работы являются той частью трудов железнодорожной секции Научно-исследовательского института ЛИИПС, которые были закончены в течение 1930 г. и признаны секцией подлежащими напечатанию.

Считая одной из своих основных задач участие в разрешении проблем, выдвигаемых плановым переустройством транспорта и современными особенностями железнодорожного хозяйства, секция в публикуемых работах освещает по преимуществу вопросы, выдвинутые жизнью транспорта в течение последнего года.

Работа проф. П. Г. Сидоренко связывается с разработкой на транспорте проблемы амортизации и касается в частности величины отчислений на капитальный ремонт, как составной части амортизационных отчислений.

Работы проф. А. П. Фролова и проф. Е. В. Михальцева были приняты в связи с поставленной в 1930 году задачей пересмотра жел.-дор. отчетности и выяснения тех характеристик и измерителей, которые могли бы наиболее полно отражать положительные и отрицательные стороны работы дорог.

Большая работа Н. А. Морщихина, начатая еще в 1929 г., принята в виду важности в период мощного развертывания нового железнодорожного строительства—всестороннего экономического освещения проблемы профиля и трассы железных дорог.

Январь. 1931.



## Ремонт и возобновление основных железнодорожных устройств.

### I. Цель исследования и его метод.

В то время как эксплуатационные расходы железных дорог в части т. н. зависящей от движения, изучены весьма подробно, другая их часть—от движения не зависящая, остается мало исследованной.

Изучение вопроса конкретно реализуется в отыскании системы измерителей, которые, устанавливая закономерную связь с данным явлением, вместе с тем дают практически ценные методы для определения величины расходов; для дорог эксплуатируемых возможно, таким образом, установить эти расходы в связи с изменением различных факторов, а для дорог проектируемых — определить величину предполагаемых расходов, поскольку конкретного опыта для таких линий еще нет.

Расходы, зависящие от движения, количественно выражающиеся в размере 70% (в среднем) от всей суммы расходов, имеют систему измерителей, отражающих величину и характер перевозок (пробеги и время работы подвижного состава). Эта система, очевидно, по самому смыслу вопроса неприменима для остальной части эксплуатационных расходов, не зависящих или мало зависящих от размеров движения, величина которых достаточно солидна в общей массе расходов (30% в среднем, а с отнесением сюда же мало зависящих—до 50%).

В обычной практике подсчетов эксплуатационных расходов для проектируемых дорог расход, не зависящий от движения, задается конкретной суммой „от—до“; например, от 2.000 до 5.000 руб. на километр<sup>1</sup>, что соответствует практике существующих дорог.

Такое положение едва ли можно считать удовлетворительным; измерители движения не характеризуют расходов, не зависящих от движения, однако, возможны другие измерители, которые могут отражать значительное различие расходов в указанной части.

С этой точки зрения представляет интерес изучение той группы расходов, не зависящих от движения, которая охватывает ремонт

---

<sup>1</sup> См., например, проф. Е. В. Михальцев: „Издержки железнодорожной перевозки“, стр. 114—115.



и, частично, возобновление основного железнодорожного имущества, находящегося преимущественно в ведении службы пути. Удельный вес этой группы расходов значителен, и вместе с тем имеются данные для утверждения, что именно здесь возможно найти практически полезные закономерности.

Переходя к вопросу об установлении изморителей для указанных расходов, естественно предположить, что главную роль играют следующие два фактора: 1) стоимость сооружения, 2) тип сооружения.

Стоимость сооружения, представляющая произведение объема работ на единичную стоимость, охватывает, таким образом, количественный фактор и местные условия, определяющие единичную стоимость.

Совершенно очевидно, что расходы по ремонту должны зависеть как от объема самих работ (количества сооружений), так и от местных условий, определяющих стоимость сооружений в целом. Так же несомненна связь расходов по ремонту с типом сооружений, например: мосты и здания деревянные и каменные и т. п.

Таким образом, исследование должно опираться на эти основные факторы, и расходы по ремонту необходимо увязать со стоимостью сооружений, располагая последние по основным типам.

Не меньший практический интерес представляет возможность сравнения выгодности сооружений по типам, например: деревянные и металлические мосты и т. д., для чего представляется удобным установить расходы по ремонту в функции стоимости сооружений.

Препятствием для установления указанных и, казалось бы, естественных соотношений служит отсутствие систематизированных сведений о стоимости имущества железных дорог по группам сооружений.

## 2. Стоимость железнодорожного имущества.

Отсутствие в эксплуатационных отчетах дорог сведений о стоимости различных групп имущества на данный год вынуждает для решения поставленной здесь задачи обратиться к строительным отчетам дорог. Между тем, не для всех линий дорог подобные отчеты составлены или имеются налицо; к этому надо добавить еще то обстоятельство, что цены периода постройки дорог не соответствуют ценам данного года эксплуатации, т.-е. строительная и восстановительная стоимость дорог различны; в довоенное время наблюдался непрерывный рост расценок на единицу работ, в связи с ростом общего товарного индекса.

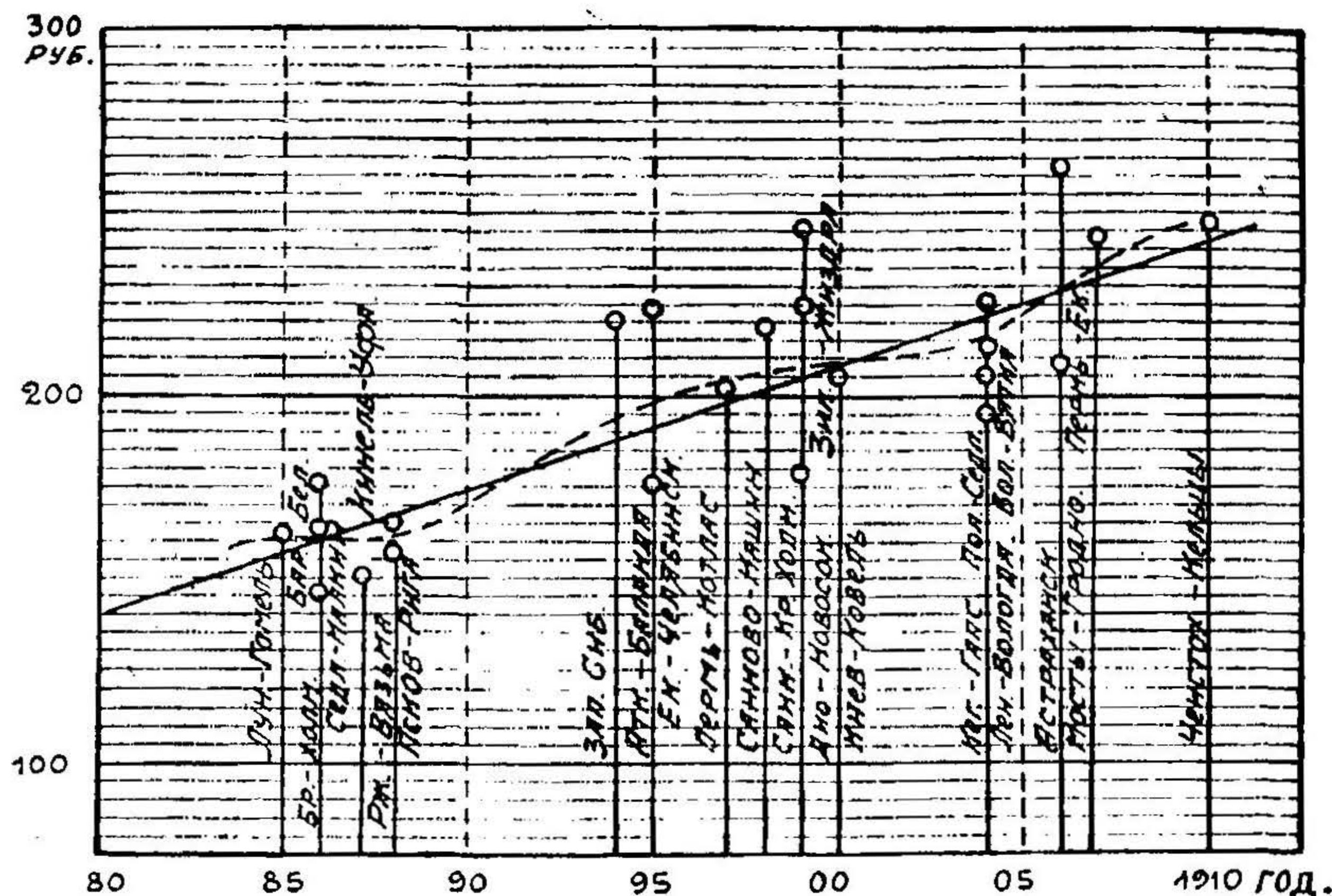
Перечисленные обстоятельства в конечном результате определяют то, что, несмотря на обширный статистический материал по ремонту железнодорожных устройств, имеющийся в отчетах дорог за довоенные годы, абсолютные суммы этих расходов остаются часто не вполне показательными. Это объясняется именно ненормальным положением в смысле разрыва между строительной стоимостью дороги и ее экспло-



атационными расходами, связь между которыми в отдельных группах расходов глубоко органична. Выходом для будущего является инвентаризация имущества и ежегодный дополнительный учет стоимости новых работ и устройств по дорогам.

Высказанные соображения определяют необходимость в целях настоящей работы принять для преодоления указанных затруднений следующее:

1) полагать в основу исчисления строительной стоимости дорог данные строительных отчетов для отдельных линий изучаемых дорог,



Черт. 1. График возрастания стоимости 1 кв. саж. деревянных жилых домов по годам.

Увеличение в год среднее:

$$\frac{240 - 140}{30 \cdot \frac{(140 + 240)}{2}} \times 100 \approx 1,5\%.$$

комбинируя эти данные с данными, имеющимися в эксплуатационных отчетах; таким образом приходится считаться с известной погрешностью в определении указанных величин;

2) воспользоваться отчетностью довоенного периода, для которого имеется обширный статистический материал по расходам на ремонт;

3) условиться в следующем пункте: относить ли стоимость ремонта к фактической стоимости сооружения (по году постройки) или к восстановительной стоимости на данный год эксплуатации, с одной стороны, и учитывать ли фактический износ данного сооружения в зависимости от срока службы.



По первому вопросу необходимо признать, что отношение друг к другу расходов, выраженных фактически и рассчитанных по стоимости денежных знаков, противоречиво логически и как раз лишает возможности дать постоянные отношения, но зависящие от времени. Поэтому в принципе следует признать полную правильность отношения изучаемых расходов именно к восстановительной стоимости на данный год.

Произведенные мной для других целей исследования показывают, что в довоенное время наблюдалось повышение строительных расходов в среднем на  $1—1,5\%$  в год; так, например, рассматривая стоимость сооружения одной кв. саж. жилых деревянных домов, как пример сооружений, весьма близких по типу, на которых отчетливо должно проявиться различие в стоимости по годам, получаем (см. черт. 1) среднее годовое увеличение стоимости в  $1,5\%$ .

Что касается второго вопроса, то, разумеется, представляет большой интерес вопрос о том, как изменяются расходы на ремонт с увеличением срока службы. Эта задача, однако, выходит из пределов настоящей темы, так как в настоящее время еще недостаточно изучен вопрос о средних величинах расходов по ремонту.

Поэтому исследования в дальнейшем будут сопровождаться лишь справкой о среднем возрасте дороги или изучаемой ее линии.

### 3. Распределение расходов по ремонту и восстановлению имущества.

Ремонт железнодорожных устройств подразделяется на текущий (мелкий) и капитальный. Подобное разделение проводится в большинстве случаев в железнодорожных отчетах. Нельзя, однако, признать что это подразделение четко разграничивает область обоих ремонтов, да и по существу это едва ли возможно без каких-либо твердых принципов подразделения.

Практически возможны два принципа: 1) количественный и 2) качественный.

По количественному принципу возможно, например, следующее разграничение:

до  $2—5\%$  стоимости — текущий ремонт  
 „  $5—10\%$  „ — средний „ (эта рубрика большей частью отсутствует),  
 до  $50\%$  стоимости — капитальный ремонт,  
 свыше  $50\%$  стоимости — восстановление (реновация).

Подобная точка зрения может быть в принципе приемлема, и в отдельных ведомствах практически и применяется.

По качественному принципу на капитальный ремонт следует относить все расходы по ремонту (переустройству) основных, крупных



частей того или иного устройства или сооружения, например, для зданий: фундамент, стены, кровли, полы и перекрытия, для мостов: устои, фермы, проезжая часть и т. п.

Количественный принцип в общем не противоречит качественному: действительно, ремонт основных частей, очевидно, дороже и получает соответственное количественное выражение.

Смешение обоих принципов, проводимое на практике железнодорожной статистики, лишает, однако, возможности четкого распределения указанных групп расходов.

Действительно, в малый ремонт входит, например, расход по ремонту определенной части, поскольку весь расход на ремонт данного сооружения невелик; подобный же расход включается и в капитальный ремонт, когда общая сумма расходов принимает более значительный характер. Несомненно, в этот вопрос следует внести в будущем полную ясность, установив тот или иной принцип подразделения. Сравнивая оба принципа, можно заключить, что практически проще принцип количественный; логически более правилен принцип качественный.

Необходимо отметить, что для ряда практических задач подобное распределение может и не играть значительной роли — например, исчисление эксплуатационных расходов, сравнение выгодности различных типов сооружений и др. Здесь расход на ремонт может входить суммарно.

Практически, в отчетах различных дорог, в которых вообще нет единообразия по этому вопросу, можно встретить и подобное слияние текущего и капитального ремонта.

Особое положение занимает вопрос о реновации, т.-е. о полном возобновлении изношенного имущества и сооружений на железных дорогах.

Четкая постановка вопроса о необходимости производства реновационных отчислений есть результат исследований сравнительно позднейшего времени, когда, вилотную пошли к вопросу о возобновлении долговременных сооружений: металлических мостов на каменных опорах, каменных зданий и пр.

Сравнительно молодой возраст русских дорог ставил в порядок дня восстановление лишь тех частей имущества, которое имело сравнительно короткий срок службы. Поэтому расходы подобного рода, по существу чисто реновационные, были введены в эксплуатационную смету, не заполняя, однако, всей нужной суммы по реновации железнодорожного имущества.

Вопрос этот в настоящее время получил достаточно полное освещение; практически небезинтересно получить дополнительные материалы, показывающие, в какой мере практика русских дорог осуществляла реновацию имущества в пределах эксплуатационной сметы.



Вопрос о том, какие расходы надобно считать реновационными, можно считать определенным, поскольку установлена номенклатура имущества железных дорог.<sup>1</sup>

Таким образом, полная замена номенклатурного имущества есть объект реновации.

Вследствие этого встречающиеся в отчетах под рубрикой „возобновление“ расходы на замену частей какого-либо сооружения, отдельно не проименованных в номенклатуре, будут относимо за счет ремонта. Пример: в отчетах указывается расход на возобновление лестниц у мостов; этот расход должен относиться на ремонт, так как в номенклатуру эти устройства не входят. Конечно, здесь опять могут возникнуть пограничные вопросы—когда капитальный ремонт переходит в возобновление: при 100% замены или меньшей части? Представляется более правильным принять логический и четкий принцип полной замены имущества по номенклатуре, которая должна быть строго прокорректирована для установления целых единиц, выходящих в определенный момент полностью из строя. Самый факт возможности существования таких частей железнодорожного имущества, которые никогда не переустанавливаются полностью (земляное полотно) не меняет дела: необходимо признать существование подобной группы и из расчета реновационных отчислений таковую надо исключить.

Кроме расходов на ремонт имущества железных дорог, проводимых по III отделу эксплуатационной сметы, существует группа расходов под рубрикой «содержание в исправности». Эта группа должна быть четко выделена и не примешиваться к расходам на ремонт как мелкий, так и капитальный, так как соображения, высказанные ранее, к этим расходам не вполне применимы.

Подобные расходы, например, для гражданских сооружений: мытье полов, вставка зимних рам, набивка ледников, уборка мусора, чистка дымоходов и др., являются несколько иными по природе и прямой связи со стоимостью сооружений не имеют.

Таким образом необходимо подчеркнуть, что в группу „ремонт“, хотя бы и мелкий, входят по существу расходы, вызываемые заменой тех или иных частей сооружения, хотя бы и мелких.

С этой точки зрения часть расходов по летнему и зимнему ремонту пути принадлежит к группе расходов по содержанию его в исправности. В иных случаях словом ремонт называются работы реновационного характера, например, ремонт рельсов и креплений, т.-е. возобновление основных частей верхнего строения.

Все изложенное показывает, насколько вопрос о классификации не проработан с логической стороны и как важно для практических целей внесение в него полной ясности. Резюмируя сказанное, возможно установить следующие основные группы расходов по железно-

<sup>1</sup> См. „Инструкция по проведению инвентаризации основного имущества железных дорог СССР“. Издание НКПС. 1927.



дорожному имуществу, требующие в дальнейшем четкой классификации: а) содержание в исправности, б) текущий и капитальный ремонт (могут быть слиты), в) возобновление.

На основании изложенного можно установить следующие отправные пункты настоящей работы:

1) Целью основного исследования является выяснение на основании данных эксплуатационных отчетов процентных норм на ремонт (по возможности с разделением на текущий и капитальный), а для отдельных групп и на возобновление, по главным категориям железнодорожного имущества, а именно:

- а) земляному полотну,
- б) искусственным сооружениям (по типам).
- в) верхнему строению,
- г) гражданским сооружениям (по типам),
- д) принадлежностям станций (главнейшим).

2) Процентное соотношение берется к восстановительной стоимости, что и логически и практически является целесообразным.

При переходе от строительной стоимости к восстановительной учитываются удорожания цен на строительные работы.

#### 4. Ремонт земляного полотна.

##### А. Самаро-златоустовская железная дорога.

Согласно ранее упомянутой номенклатуре, в группу земляного полотна входят следующие сооружения:

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1) Земляное полотно с водорегулирующими |                                     |
| и укрепительными сооружениями . . . . . | срок службы -- неопределенно долго. |
| 2) Подпорные стенки каменные . . . . .  | 50 лет                              |
| 3) Тоннели . . . . .                    | 100 "                               |

Основное имущество группы—земляное полотно представляет пример сооружений, поддерживаемых текущим и капитальным ремонтом неопределенно долгое время.

Распределение по группам текущий—капитальный ремонт носит преимущественно количественный характер, причем в группу капитального ремонта включается: досыпка осевших насыпей, ремонт лотков, ремонт откосов полотна и их укреплений, очистка канав от наносов; затем сюда же включаются расходы по ремонту повреждений от прохода весенних вод и ливней. Применительно к особенностям данной дороги упоминаются расходы за наблюдением и исправлением пути на воронках (гипсовых).

Текущий ремонт подразумевает мелкие работы по всякого рода исправлениям полотна, производимых суммарно по участкам, без подробного перечисления.



Таким образом, в этом случае распределение ремонта на группы текущий — капитальный не имеет принципиального характера и наибольший интерес представляет сумма всего расхода.

Характеристики грунтов:

а) Батраки-кинельский участок — много глинистых грунтов (пучины) встречаются плавунны.

б) Кинель-уфимский участок — черноземы и солончаковые глины.

в) Уфа-златоустовский участок — большое разнообразие грунтов: кроме обыкновенных, встречаются глины, гипс, кварциты, известняки и доломиты.

г) Златоуст-челябинский участок — много каменистых и скальных грунтов.

Расходы по ремонту земляного полотна предусмотрены оч. № 107 сметы Глушинского и оч. № 97 по добавочной рабочей силе, в части, падающей на ремонт весенних повреждений.

Данные о протяжении и времени сооружения главнейших участков представляются следующими:

а) Батраки—Кинель	длина	158,6	верст	—	год	сооружения	1877,
б) Кинель—Уфа	„	451,2	„	—	„	„	1888,
в) Уфа—Златоуст	„	290,0	„	—	„	„	1890,
г) Златоуст—Челябинск	„	150,3	„	—	„	„	1892,

Средний (взвешенный) год сооружения дороги 1887.

Величина расходов по 2-й главе получится на основании следующих данных:

	Кубатура всех земляных работ на версту пути куб. саж.	Расход по 2-й главе на версту
а) Батраки-Кинель . . .	2830;	9.000 р.
б) Кинель—Уфа . . .	2820;	10.000 „
в) Уфа—Златоуст . . .	4450;	19.500 „
г) Златоуст—Челябинск .	3370;	12.600 „

Данные о кубатуре земляных работ и стоимости работ по 2-й главе получены для трех последних участков из строительных отчетов, а для участка Батраки—Кинель по соображению с данными расценочной ведомости на постройку Оренбургской ж. д., от которой названный участок присоединен к Самаро-Златоустовской; эти материалы приняты, как основа, для исчисления стоимости сооружений по другим главам.

Вторые пути на 1908 год составляли:

Батраки—Кинель . . . . .	100%
Кинель—Уфа . . . . .	0%
Уфа—Златоуст . . . . .	59%
Златоуст—Челябинск . . . . .	41%



Кроме главных линий, имеется: боковых линий и ветвей широкой колеи 117 верст и узкой (1 м)—90 верст; станционных путей 37% от длины главного (одиночного).

При сооружении дороги длина станционных путей по участкам была равна:

а) Батраки—Кинель . . . . .	11%
б) Кинель—Уфа . . . . .	15%
в) Уфа—Златоуст . . . . .	7%

Средняя (взвешенная) длина . . . 12%, т.-е. имеется увеличение длины станционных путей на 25%.

При исчислении стоимости по 2-й главе расценочной ведомости для всей линии принималось:

- а) расходы под 2-й путь 40% основных,<sup>1</sup>
- б) стоимость ветвей ширококолейных 50% от стоимости соответственной основной линии,
- в) стоимость узкоколейных ветвей 30% от стоимости основной линии,
- г) кубатура и стоимость работ по станционным путям 70% от таковой по главной линии.<sup>1</sup>

В согласии с изложенным, стоимость по 2-й главе для всей линии составит на 1908 год:

$$S_2 = 158,6 \times 9.000 \times 1,4 \times (1 + 0,25 \times 0,70) + 451,2 \times 10.000 \times (1 + 0,25 \times 0,70) + 290 \times 19.500 \times (1 + 0,4 \times 0,59) (1 + 0,25 \times 0,70) + 150,3 \times 12.600 \times (1 + 0,4 \times 0,41) (1 + 0,25 \times 0,70) + 83 \times 0,5 \times 19.500 + 90 \times 0,3 \times 10.000 + 34 \times 0,5 \times 10.000 = 19.780.000 \text{ рублей.}$$

Накладные расходы постройки по администрации и пр. для указанных линий составляли:

а) Батраки—Кинель . . . . .	11%
б) Кинель—Уфа . . . . .	10%
в) Уфа—Златоуст . . . . .	11,2%
г) Златоуст—Челябинск . . . . .	15,1%

Средняя (взвешенная) величина . . . 11%

Стоимость всех работ с накладными расходами, по годам, принимая во внимание увеличение общей длины путей, выразится:

1911 год . . . . .	22,7.10 <sup>6</sup> рублей
1910 „ . . . . .	22,7.10 <sup>6</sup> „
1909 „ . . . . .	22,2.10 <sup>6</sup> „
1908 „ . . . . .	22.10 <sup>6</sup> „

В среднем . . . . . 22,3.10<sup>6</sup> рублей.

<sup>1</sup> См. например, мою работу: „Определение строительной стоимости железных дорог по формулам“. Сборник ЛНИПС № 102.



При расчете восстановительной стоимости учитывается удорожание работ на  $1\frac{1}{2}\%$  год, а всего на  $2\frac{2}{3}\%$  (в среднем).

Наблюдные расходы по содержанию постоянного штата Службы пути (служащих и рабочих, включая Управление службы) составили:

В 1908 г. расход по III отделу . . . . .	3.416.000 руб.
„ 1908 „ „ „ содержанию постоянного штата	818.000 „
„ 1911 „ „ „ III отделу . . . . .	3.159.000 „
„ 1911 „ „ „ содержанию постоянного штата	829.000 „

Что составляет в среднем  $34\%$  от расходов на работы.

Рассматривая данные о расходах на ремонт земляного полотна по эксплуатационным отчетам дороги, получаем результаты, сведенные в таблицу I.

ТАБЛИЦА I.

Расходы по ремонту земляного полотна по Самаро-златоустовской ж. д.

Год эксплуатации	Расходы по ремонту руб. зол.			В процентах от стоимости	Примечание
	Текущий ремонт	Капитальный ремонт	В с е г о		
1911	17.700	30.400	48.100	0,22	
1910	—	—	—	—	
1909	12.300	81.000	93.300	0,42	
1908	6.800	113.500	120.300	0,54	
В среднем от строительной стоимости . . . . .				0,39	
С добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути ( $34\%$ ) . . . . .				0,52	
В среднем от восстановительной стоимости . . . . .				0,32	
С добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .				0,43	

#### В) Баскунчанская железная дорога.

Распределение расходов по группам текущий и капитальный ремонт носит в общем тот же характер, что и в предыдущем случае; кубатура земляных работ на версту пути 670 куб. саж., грунт преимущественно глинистый; год сооружения дороги 1882; стоимость работ по 2-й главе расценочной ведомости 273.000 руб., при общей длине всех путей в 116,4 версты; наблюдные расходы по администрации и пр. составляют  $8\%$ , что дает стоимость с накладными расходами в 295.000 р. При учете восстановительной стоимости соору-



жений принимается увеличение строительной стоимости на  $\approx 1\%$  в год.<sup>1</sup>

Накладные расходы на стоимость ремонта, падающие на содержание постоянного штата Службы пути, выражаются следующими цифрами в 1910 году—расходы по III отделу в целом . . . . 109.500 р.  
 „ „ „ содержание постоянного штата служащих  
 и рабочих (включая Управление службы) 27.300 „

Что составляет  $33\%$  от расходов по ремонту и надзору.

В 1903 году расходы по III отделу . . . . . 91.100 руб:  
 „ „ „ содержание постоянного штата . . . . . 18.400 „

Что составляет накладной расход в  $25\%$ ; в среднем же можно принять  $30\%$ .

Данные о расходах по ремонту за 1902—1910 гг. приведены в таблице II.

ТАБЛИЦА II.

Расходы по ремонту земляного полотна по Баскунчакской ж. д.

Год экс- платации	Расходы по ремонту руб. зол.			В процентах от стоимости	Примечание
	Текущий ремонт	Капитальный ремонт	В с е г о		
1910	—	—	327	0,12	
1909	—	—	398	0,14	
1908	—	—	508	0,17	
1907	—	—	287	0,10	
1906	—	—	295	0,10	
1905	215	572	787	0,27	
1904	408	3.783	4.191	1,42	
1903	248	—	248	0,08	
1902	—	—	522	0,18	
В среднем от строительной стоимости . . . . .				0,29	
То же, с добавлением расхода на содержание по- стоянного штата Службы пути ( $30\%$ ) . . . . .				0,38	
В среднем от восстановительной стоимости . . . . .				0,24	
С добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .				0,31	

При учете восстановительной стоимости, принимая увеличение ее на  $1\%$  в год, всего от 1882 г. до 1906 г. (средний год для изу-ченного периода) получается возрастание на  $24\%$ .

<sup>1</sup> Это подтверждается увеличением цен на рабочую силу в районе дороги: например за трехлетие 1895—1897 гг. стоимость рабочего дня (по смене шпал) определялась в 51 коп., а за трехлетие 1907—1909 гг.—в 57 коп.; это дает увеличение в год, равное  $1\%$ .



### С) Пермская железная дорога.

Стоимость всех работ по 2-й главе расценочной ведомости на 1908 год составит следующим образом:

#### а) Линия Пермь—Котлас.

Кубатура земляных работ по главному пути 1.930 куб. саж. на версту. Стоимость работ по 2-й главе 9.650 руб. на версту; накладных расходов 14<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; год сооружения 1899; длина линии 812,4 верст. Станционных путей при сооружении 9<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, в 1908 году—14<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

#### б) Линия Екатеринбург—Челябинск.

Кубатура земляных работ по главному пути . . . 1.490 куб. саж. на версту  
 Стоимость работ по 2-й главе . . . . . 5.300 рублей " "  
 Накладных расходов по сооружению . . . . . 18<sup>0</sup>/<sub>0</sub>  
 Год сооружения . . . . . 1896  
 Длина линии . . . . . 225,4 версты,

Длина станционных путей при сооружении 9<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; в 1908 г.—16<sup>0</sup>/<sub>0</sub>—

#### в) Линия Пермь—Екатеринбург (Горнозаводская).

Длина—466,7 верст; 2-го пути—3,4 версты; станционных путей—34<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; год сооружения—1878.

Кубатура земляных работ по главному пути, согласно данных отчета о распределении насыпей и выемок по высоте и глубине, определена подсчетом<sup>1</sup> (с приближением) в 3.000 куб. саж. на версту, совместно с линией Екатеринбург—Тюмень; для последней имеются так же следующие данные:

Год сооружения—1885; длина линии 304 версты; длина станционных путей 17<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

#### г) Линия Чусовская—Солеварни.

Длина—195 верст.

Год сооружения—1879.

Станционных путей—18<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

#### д) Ветвей всего длиной 145 верст.

По соображению с данными о стоимости куб. саж. земляных работ района дороги и суммарными расходами по 2-й главе расценочной ведомости, стоимость всего полотна по линиям дороги можно принять для длины путей в 1908 году следующей:

$$S_2 = 9.650 \times 812 \times (1 + 0,7 \times 0,05) \times 1,14 + 5.300 \times 225 \times (1 + 0,7 \times 0,07) \times 1,18 + 10.000 \times (467 + 195 + 304) \times (1 + 0,7 \times 0,25) \times 1,15 + 5.000 \times 145 = 25.10^6 \text{ руб.}$$

Средний возраст дороги (взвешенный) в 1908 году составляет 19 лет.

В 1909 году вследствие присоединения построенной линии Пермь—Екатеринбург, длина линий Пермской дороги увеличилась на 355,8 версты, а стоимость соответственно возросла на  $30.500 \times 355,8 \times 1,11 = 12.045.000$  рублей.

<sup>1</sup> Нормальная ширина полотна 2,20 саж.



Учитывая также возрастание станционных и иных путей, стоимость устройств земляного полотна и средний взвешенный возраст дороги по годам представляется в следующем виде:

1911 г.	стоимость—38.000.000 р.,	средний возраст—20 лет
1910 „	„ —38.000.000 „	„ —19 „
1909 „	„ —26.500.000 „	„ —20 „
1908 „	„ —25.000.000 „	„ —19 „

Накладные расходы по содержанию постоянного штата Службы пути (включая Управление службы) для изучаемой дороги представляются в следующем размере:

в 1908 году	расходы по III отделу в целом . . . . .	2.809.000 р.
„ 1908 „	„ „ содержанию постоянного штата	1.062.000 „

Что составит  $\frac{1.062.000}{2.809.000 - 1.062.000} \times 100 = 61\%$  на расходы по работам.

В 1911 г.	расходы по III отделу в целом . . . . .	3.596.000 р.
„ 1911 „	„ „ содержанию постоянного штата .	1.280.000 „

Что составит  $\frac{1.280.000}{3.596.000 - 1.280.000} \times 100 = 55\%$ , а в среднем 58%.

Данные о распределении сумм по ремонту за 1907—1911 гг. сгруппированы в таблице III.

ТАБЛИЦА III.

Расходы по ремонту земляного полотна по Пермской ж. д.

Год экспло- атации	Расходы по ремонту руб. зол.			В процентах от строитель- ной стоимости	Примечание
	Текущий	Капитальный	Всего		
1911	41.040	60.430	101.470	0,26	
1910	29.770	24.850	54.620	0,14	
1909	27.950	—	50.910	0,19	
1908	28.020	28.400	56.420	0,23	
1907	—	—	48.880	0,20	
В среднем от строительной стоимости . . . . .				0,20	
То же, с добавлением расходов на содержание по- стоянного штата . . . . .				0,32	
В среднем от восстановительной стоимости . . . . .				0,16	
То же, с добавлением расходов на содержание по- стоянного штата . . . . .				0,26	



Распределение по группам текущий и капитальный ремонт имеет приблизительно тот же характер, что и для других дорог. В подробном перечислении работ к капитальному ремонту отнесено: досыпка откосов и бровок осевших насыпей, углубление и прочистка канав и кюветов, исправление дренажей, лотков, исправление откосов выемок (срезка), исправление укреплений откосов. Прочие расходы отнесены к группе текущего ремонта.

Рассматривая результаты исследования по трем дорогам, можно сделать следующие заключения:

1) Расходы по ремонту колеблются в довольно тесных пределах, а именно:

- а) В среднем от строительной стоимости 0,2—0,4%.
- б) То же, с добавлением расходов на постоянный штат 0,3—0,5%.
- в) В среднем от восстановительной стоимости 0,2—0,3%.
- г) То же, с добавлением расходов на постоянный штат 0,3—0,4%.

При этом большие цифры получились для Самаро-златоустовской ж. д., в виду более значительных затрат на исправления отливней и весенних повреждений, что связано с местными (климатическими) условиями.

2) Распределение по группам текущий и капитальный ремонт в процентах составляет:

Самаро-златоустовская дорога . . . . .	текущий—15%	капитальный—85%
Пермская дорога . . . . .	—48%	—52%

Это показывает, в подтверждение высказанных соображений, различное включение расходов в ту или иную рубрику, поскольку точных количественных или качественных признаков для распределения расходов не установлено.

3) Накладные расходы по содержанию постоянного штата в среднем составляют (оч. № 85—92; 93—96; 98—105; 139—144):

Самаро-златоустовская дорога . . . . .	34%
Баскунчакская . . . . .	30%
Пермская . . . . .	58%

Данные по первым двум дорогам хорошо сходятся, по Пермской — процент значительно выше.

## 5. Ремонт искусственных сооружений.

### А) Деревянные трубы.

Ремонт деревянных труб предусматривается № 108 эксплуатационной сметы.

В группу капитального ремонта включается преимущественно расход по замене пришедших в негодность основных частей трубы, прочие расходы включаются в текущий ремонт.



Данные по Баскунчакской дороге представляются в следующем виде: деревянных труб под полотном дороги штук 15, длиной 52 пог. саж. Стоимость 19 пог. саж., по данным строительного отчета, определена в 1.540 руб. (более крупные); стоимость мелких труб, по данным эксплуатационных отчетов, выражалась в 10 руб. за пог. саж.; всю восстановительную стоимость указанных сооружений можно принять в 2.000 руб.

Расходы на ремонт по годам представлены в таблице IV.

ТАБЛИЦА IV.

Расходы по ремонту деревянных труб по Баскунчакской ж. д.

Год эксплуатации	Расходы по ремонту руб.			В процентах от строительной стоимости		Примечание
	Текущий	Капитальный <sup>1</sup>	Всего			
1910	12	—	12	Текущий ремонт	Возобновление	<sup>1</sup> В капитальный ремонт включены расходы по возобновлению сгнивших деревянных труб.
1909	12	—	12			
1908	3	104	107			
1907	15	—	15			
1906	18	—	18			
1905	22	—	22			
1904	18	—	18			
1903	—	109	109			
1902	38	—	38			
В среднем от восстановительной стоимости . . . . .				0,8	1,2	
То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата службы пути . . . . .				1,04	1,56	

В расходы по ремонту искусственных сооружений включается также расход по оч. № 118—по предохранению искусственных сооружений от подмывов во время ливней и прохода весенних вод.

Для рассматриваемой дороги за период 1902—1910 гг. указанный расход (исключая большой мост через р. Ахтубу) составлял в среднем 36 р. ежегодно. Указанная сумма, отнесенная к стоимости всех сооружений, составляющей около 26.000 руб., дает добавочно около 0,14% от строительной стоимости.

По Пермской дороге имеются следующие данные:

Деревянных труб под полотном дороги штук 49, длиной 198,7 пог. саж. Стоимость труб (расположенных на Уральской горнозаводской линии и ветвях), по данным о расходах по возобновлению, приведенных в эксплуатационных отчетах, учитывая также накладные



расходы, может быть принята в среднем в 30 руб. за пог. саж. а всего  $30 \times 200 = 6.000$  рублей.

Расходы на ремонт по годам представляются следующими (см. табл. V).

ТАБЛИЦА V.

Год эксплуатации	Расходы по ремонту руб.			В процентах от строительной стоимости		Примечание
	Текущий	Капитальный <sup>1</sup>	Всего	Текущий ремонт	Возобновление	
1911	188	44	232			<sup>1</sup> В капитальный ремонт отнесены расходы по возобновлению сгнивших деревянных труб (частично заменены каменными лотками).
1910	7	257	264			
1909	13	371	384			
1908	33	50	88			
В среднем от возобновительной стоимости . . . . .				1,0	3,0	
То же, с учетом накладных расходов по содержанию постоянного штата службы пути . . . . .				1,6	4,7	

Расходы по предохранению всех искусственных сооружений от подмывов составляли для Пермской дороги (оч. № 118):

В 1911 г. . . . .	6 475 руб.
„ 1910 „ . . . . .	5.180 „
„ 1909 „ . . . . .	4.763 „
„ 1908 „ . . . . .	6.777 „

В среднем 5.800 руб., что дает дополнительно около 0,03% от стоимости.

Сравнивая результаты исследований по двум дорогам, можно прийти к следующим заключениям:

1) Расход по текущему ремонту с добавлением в среднем 0,1% на предохранение от подмывов можно принять для деревянных труб в размере 0,9—1,1 а в среднем 1,0% от восстановительной стоимости, а с содержанием постоянного штата 1,14—1,70 или в среднем 1,5.

2) Расход по возобновлению, относимый в отчетах на капитальный ремонт, следует принять, как более вероятный, по данным Пермской дороги, в размере 5% от стоимости, так как на Баскунчакской дороге в изучаемый период относительно мало труб подверглось переустройству.



### В) Чугунные трубы.

Ремонт чугунных труб предусматривается оч. № 109 сметы.

По Самаро-златоустовской ж. д. в 1908 году имелось всего 59 штук чугунных труб, длиной 641 пог. саж., в 1911 г. всего 63 шт. длиной—680 пог. саж.

Стоимость 1 пог. саж. чугунных труб, для линии Батраки-Кинель, по соображению с данными расценочной ведомости Оренбургской ж. д., может быть принята в 225 руб. На линиях Кинель-Уфа и Уфа-Златоуст чугунных труб нет; стоимость же для линии Златоуст-Челябинск может быть принята, по соображению с данными строительных отчетов ближайших линий, в  $\approx 260$  руб. за пог. саж.

Учитывая также накладные расходы, стоимость указанных сооружений для линии в целом может быть принята в среднем в  $660 \times \times 275 = 180.000$  рублей.

В группу капитальный ремонт включается ремонт звеньев трубы (вспомогательные кольца), лотков и др.

Данные о расходах сгруппированы в таблице VI.

ТАБЛИЦА VI.

Расходы по ремонту чугунных труб по Самаро-златоустовской ж. д.

Год экспло- атации	Расходы по ремонту, в руб.			В процен- тах от стоимости	Примечание
	Текущий	Капиталь- ный	Всего		
1911	168	318	486	0,27	<sup>1</sup> Текущий ремонт 0,15, капитальный 0,22.
1909	382	214	596	0,33	
1908	246	654	900	0,50	
В среднем от восстановительной стоимости . . . . .				0,37 <sup>1</sup>	
То же, с добавлением расходов по содержанию по- стоянного штаба Службы пути . . . . .				0,50	

Расходы по предохранению всех искусственных сооружений от подмывов (оч. № 1-18) составляли:

в 1911 г. . . . . 11.371 руб.  
 „ 1909 „ . . . . . 14.151 „  
 „ 1908 „ . . . . . 34.908 „

В среднем . . . . . 20.140 руб., что дает до-  
полнительно 0,1% от стоимости.

По Пермской дороге в 1911 году имелось чугунных труб 355 штук, протяжением 4.172 пог. саж., стоимость одной пог. саж. чугунных труб составляет, по данным строительных отчетов:

по линии Пермь-Котлас—196 руб.

по линии Екатеринбург-Челябинск—282 руб., в среднем 240 руб.

Учитывая накладные расходы, стоимость пог. саж. можно принять в среднем 270 руб., а всего  $4.172 \times 270 = 1.125.000$  руб.



Расходы по ремонту сгруппированы в таблице VII.

ТАБЛИЦА VII.

Расходы по ремонту чугунных труб по Пермской ж. д.

Год эксклю- затации	Расходы по ремонту, в руб.			В процен- тах от стоимости	Примечание
	Текущий	Капиталь- ный	Всего		
1911	564	82	646	0,06	Текущий ремонт, (1909 — 11 гг.) — 0,7 Капитальный — 0,1.
1910	677	93	770	0,07	
1909	1.122	—	1.122	0,10	
1908	—	1.012	1.012	0,09	
В среднем от восстановительной стоимости . . . . .				0,08	
То же, с учетом расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .				0,13	

Сравнивая результаты анализа по обоим дорогам, можно сделать следующие заключения:

1) Распределение расходов по группам текущий и капитальный ремонт:

для Самаро-златоустовской ж. д. текущий ремонт 40%, капитальный — 60%,

для Пермской ж. д. текущий ремонт 67%, капитальный — 33%.

Низкие цифры для Пермской ж. д. объясняются тем, что некоторые ремонты были отложены ввиду других более настоятельных нужд, о чем есть замечания в отчетах.

Средняя величина текущего ремонта 0,11%, а с добавлением содержания штата — 0,16%.

2) С присоединением расхода на предохранение от подмывов, можно принять расходы на ремонт труб в размере 0,50% от стоимости.

### С) Каменные трубы.

Расходы по ремонту каменных труб предусмотрены оч. № 110 сметы.

По Самаро-златоустовской ж. д. на 1908 год количество и стоимость каменных труб представлялись следующими:

линия Батраки-Кинель — шт.	$23 \times 12.500 \times 1,15 =$	331.000 р. <sup>1</sup>
„ Кинель-Уфа — „	$81 \times 9.720 =$	787.000 „
„ Уфа-Златоуст — „	$85 \times 10.000 (1 + 0,15 \times$ $\times 0,59) =$	926.000 „
линия Златоуст - Челябинск — шт.	$43 \times$ $\times 10.000 (1 + 0,15 \times 0,41) =$	456.000 „
Ветви шт.	$10 \times 5.000 =$	50.000 „
Итого (округленно)		2.600.000 р.

<sup>1</sup> Считаю увеличение стоимости трубы под 2-й путь в 15% от стоимости под 1-й путь об этом см. также цитированную работу автора.



Данные о стоимости труб взяты по строительным отчетам для линий Кинель-Уфа и Уфа-Златоуст; по линии Батраки-Кинель—по соображению с расценочной ведомостью Оренбургской ж. д., для прочих—по соображению с предыдущим.

Распределение по группам текущий и капитальный ремонт представляется в следующем виде: по капитальному ремонту—исправление лестниц, перекладка частей трубы, исправление мостовой и т. п.; прочие расходы относятся в разряд текущего ремонта.

Расходы на ремонт по годам приведены в таблице VIII.

ТАБЛИЦА VIII.

Расходы по ремонту каменных труб по Самаро-златоустовской ж. д.

Год эксплуатации	Расходы по ремонту, в рублях			В процентах от стоимости	Примечание
	Текущий	Капитальный	Всего		
1911	936	387	1.321	0,051	
1909	1.197	395	1.592	0,061	
1908	—	—	3.943	0,15	
В среднем от восстановительной стоимости . . . . .				0,09	
То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .				0,13	

По Пермской ж. д. всего имелось каменных труб 374 штуки, протяжением 5.083 пог. саж.

Стоимость одной штуки по линии Пермь-Котлас . . . . . 29.900 р.

„ „ „ „ „ Екатеринбург-Челябинск 8.840 „

Стоимость 1 пог. саж. труб для дорог района, по данным строительных отчетов, составляет в среднем  $\cong 800$  руб.

Вся стоимость каменных труб по дороге может быть принята в  $800 \times 5083 = 4000000$  руб.

Расходы по ремонту по годам представляются в следующем виде (таблица IX):

ТАБЛИЦА IX.

Расходы по ремонту каменных труб по Пермской ж. д.

Год эксплуатации	Расходы по ремонту, в рублях			В процентах от стоимости	Примечание
	Текущий	Капитальный	Всего		
1911	582	1.540	2.122	0,05	
1910	550	1.260	1.810	0,05	
1909	381	—	381	0,01	
1908	363	—	363	0,01	
В среднем от восстановительной стоимости 1910/11 г. . . . .				0,05	
„ „ „ „ „ 1908/09 „ . . . . .				0,01	
То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата 1910/11 г. . . . .				0,08	
То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата 1903/09 г. . . . .				0,02	



Понижение расходов в 1908/09 г. объясняется тем, что ряд ремонтов был отложен, ввиду наличия других, более неотложных работ.

Таким образом, можно принимать расходы по ремонту каменных труб в размере 0,08—0,13% от их стоимости, а в среднем—0,10% с добавлением же расхода на предохранение от подмывов (в среднем 0,1%)—0,20%.

#### Д) Деревянные мосты.

Расходы по ремонту деревянных мостов предусмотрены оч. № 111. Распределение расходов по группам текущий и капитальный ремонт представляется в следующем виде: на капитальный ремонт падают расходы по смене свай, исправлению ледорезов, смене пролетного строения, мостовых брусьев, ремонту конусов и др.; прочие расходы относятся в группу текущего ремонта.

По Самаро-златоустовской ж. д. всего в 1908 году имелось деревянных мостов 51 шт., длиной 445 пог. саж. Значительная часть мостов расположена на Кротовской узкоколейной ветви (239 пог. саж.).

Стоимость 1 пог. саж. деревянных мостов (при высоте до 3 саж.) колеблется для широкой колеи, по данным строительных отчетов линий изучаемого района, в пределах 200—300 руб., в среднем 250 руб.

Для узкой колеи стоимость может быть принята в 150 руб., а в среднем можно считать 200 руб. за 1 пог. саж.

Стоимость ремонта по годам, отнесенная к 1 пог. саж. длины мостов, представлена в таблице X.

ТАБЛИЦА X.

Расход по ремонту деревянных мостов по Самаро-златоустовской ж. д.

Год эксплуатации	Расходы по ремонту на 1 пог. саж., в рублях			В процентах от стоимости	Примечание
	Текущий	Капитальный	Всего		
1911	3,1	11,7	14,8	7,4	
1909	2,6	6,2	8,8	4,4	
1908	3,5	14,6	18,1	9,1	
В среднем от стоимости . . . . .				7,0	
То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .				9,4	

По Баскунчакской ж. д. всего имеется 11 штук деревянных мостов (исключая мост через р. Ахтубу), длиной 53 пог. саж. и стоимостью, по данным отчета, 14.400 руб.



Расходы по ремонту приведены в таблице XI.

ТАБЛИЦА XI.

Расходы по ремонту деревянных мостов Баскунчакской ж. д.

Год эксплуатации	Расходы по ремонту, в рублях			В процентах от стоимости	Примечание
	Текущий	Капитальный	Всего		
1910	218	1.095	1.313	—	
1909	—	—	—	—	
1908	229	—	229	—	
1907	38	—	38	—	
1906	138	506	639	—	
1905	174	90	264	—	
1904	76	966	1.042	—	
1903	100	3.375	3.475	—	
1902	—	—	1.278	—	
В среднем от стоимости . . . . .				6,3	
То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .				8,2	

По Пермской ж. д. на 1910 г. имелось деревянных мостов 539 шт., протяжением 4.549,3 пог. саж. Главная масса сооружений (4.075 пог. саж.) падает на линию Пермь-Котлас, для которой стоимость 1 пог. саж. деревянных мостов составляет 323 руб.

Расходы по ремонту по годам приводятся в таблице XII.

ТАБЛИЦА XII.

Расходы по ремонту деревянных мостов по Пермской ж. д.

Год эксплуатации	Расходы по ремонту на 1 пог. саж., в рублях			В процентах от стоимости	Примечание
	Текущий	Капитальный	Всего		
1911	1,9	17,2	19,1	—	
1910	2,9	16,3	19,2	—	
1909	3,5	5,2	8,7	—	
1908	2,1	8,1	10,2	—	
В среднем от стоимости . . . . .				4,4	
То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .				6,8	



Данные трех линий хорошо согласуются; с добавлением расхода на предохранение от подмывов расход по ремонту мостов можно принять в размере 6% от стоимости, с добавлением же расходов на содержание постоянного штата Службы пути — 8%.

**Е) Мосты на каменных опорах, с деревянным пролетным строением.**

По Самаро-златоустовской ж. д. всего имеется на 1908 г. 217 шт., отверстием 296,7 пог. саж.

Стоимость указанных сооружений может быть назначена из следующих соображений:

линия Кинель-Уфа — стоимость опор на 1 пог. саж. отверстия 1.915—2.861 руб.

линия Уфа-Златоуст — стоимость опор на 1 пог. саж. отверстия 1.861—3.201 руб.

Стоимость пролетного строения, с настилом 300 руб.

Таким образом, полную стоимость 1 пог. саж. отверстия моста можно принять в 2.500 руб., в среднем.

Расходы на ремонт по годам представлены в таблице XIII.

*ТАБЛИЦА XIII.*

**Расходы по ремонту деревянных мостов на каменных опорах по Самаро-златоустовской ж. д.**

Год эксплуатации	Расход по ремонту на 1 пог. саж. отверстия, в рублях			В процентах от стоимости	Примечание
	Текущий	Капитальный	Всего		
1911	1,5	20,0	21,5	0,9	
1909	4,5	21,0	25,5	1,0	
1908	1,8	12,4	14,2	0,6	
В среднем от стоимости . . . . .				0,83	
То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .				1,10	

По Баскунчакской ж. д. всего имелось 5 штук мостов общей стоимостью 9.500 руб. Данные о расходах по ремонту приведены в таблице XIV.



ТАБЛИЦА XIV.

Расходы по ремонту деревянных мостов на каменных опорах по Баскунчакской ж. д.

Год эксплуатации	Расходы по ремонту, в рублях			В процентах от стоимости	Примечание
	Текущий	Капитальный	Всего		
1910	19	435	454	—	
1909	15	—	15	—	
1908	3	160	163	—	
1907	—	—	120	—	
1906	83	78	161	—	
1905	—	233	233	—	
1904	40	—	40	—	
1903	17	—	17	—	
1902	—	—	179	—	
В среднем от стоимости . . . . .				1,6	
То же, с добавлением расходов по содержанию постоянного штата Службы пути . . . . .				2,1	

Таким образом, расходы по ремонту указанных сооружений колеблются в пределах 1,1—2,1% от стоимости, а с добавлением расходов на предохранение сооружений от подмывов—всего 1,2—2,2%; то же, без содержания постоянного штата—0,9—1,7%.

#### Ж) Железные мосты на каменных опорах.

Расходы по ремонту рассматриваемой группы сооружений предусматриваются оч. № 113 сметы. Распределение по группам текущий и капитальный ремонт представляется следующим: в группу капитального ремонта относят окраску ферм, смену заклепок, смену настила и брусьев, перекладку устоев, ремонт укреплений конусов и мостовых на руслах и др. Прочие расходы относят в группу текущего ремонта.

По Самаро-златоустовской ж. д. в 1908 г. всего имелось 612 мостов, сложным отверстием 3.677 пог. саж.; при чем мосты под два пути считаются за два.

Средняя стоимость 1 пог. саж. отверстия может быть найдена из следующих данных:

Для линии Батраки-Кинель стоимость 1 пог. саж. отверстий малых мостов . . . . .	2.200 р.
Для линии Кинель-Уфа стоимость 1 пог. саж. отверстий малых мостов . . . . .	2.400—3.200 „
Для линии Кинель-Уфа стоимость 1 пог. саж. отверстий больших мостов (до 50 саж.) . . . . .	2.900—3.000 „



Для линии Уфа-Златоуст стоимость 1 пог. саж. отверстий малых мостов . . . . . 2.300—3.400 р.

Для линии Уфа-Златоуст стоимость 1 пог. саж. отверстий больших мостов . . . . . 2.800—3.200 „

Большие мосты (Волга, Уфа, Белая), общей суммой отверстий в 1.100 пог. саж. имеют среднюю стоимость 8 000 руб. за 1 пог. саж. Таким образом, средняя стоимость 1 пог. саж. всех мостов может быть принята:

$$[3\,000 (3\,677 - 1\,100) - 1\,100 \times 8\,000] : 3\,677 = 4\,500 \text{ руб.}$$

Данные о стоимости ремонта см. в таблице XV.

ТАБЛИЦА XV.

Расходы по ремонту железных мостов на каменных опорах по Самаро-златоустовской ж. д.

Год эксплуатации	Расходы по ремонту на 1 пог. саж., в рублях			В процентах от стоимости	Примечание
	Текущий	Капитальный	Всего		
1911	1,1	14,4	15,5	—	
1909	1,4	11,5	12,9	—	
1908	0,7	17,0	17,7	—	
В среднем от стоимости . . . . .				0,34	
То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .				0,46	

По Пермской ж. д. имелось в 1911 г. всего 253 моста, общим отверстием 2.925 саж.

Стоимость 1 пог. саж. отверстия можно определить из следующих соображений:

Для линии Пермь—Котлас больших мостов всего 623 пог. саж. по цене 4.200—7.500 руб.

Для линии Пермь—Екатеринбург стоимость малых мостов 2.700—3.100 руб., больших — 2.700—4.700 рублей за 1 пог. саж. отверстия.

Для линии Екатеринбург—Челябинск стоимость малых мостов 2.000—2.500 руб. за 1 пог. саж. отверстия, больших — 2.700—3.600 руб.

Средняя стоимость 1 пог. саж. отверстия может быть принята:

$$\left[ \frac{4.200 + 7.500}{2} \times 623 + (2.925 - 623) \times 3.000 \right] : 2.925 = 3.600 \text{ рублей.}$$



Расходы по годам представлены в таблице XV.

ТАБЛИЦА XVI.

Расходы по ремонту железных мостов на каменных опорах по Пермской ж. д.

Год эксплуата- ции	Расходы по ремонту на 1 пог. саж., в рублях			В процентах от стоимости	Примечание
	Текущий	Капитальный	Всего		
1911	0,9	4,8	5,7 <sup>1</sup>		<sup>1</sup> Некоторые ре- монты отложены, ввиду других на- стоятельных нужд (справка из отчета).
1910	0,9	5,8	6,7 <sup>1</sup>		
1909	1,4	7,7	9,1		
1908	1,6	7,1	8,7		
В среднем от стоимости за 1908/09 гг. . . . .				0,25	
" " " " " 1910/11 " . . . . .				0,17	
То же, с добавлением расходов на содержание постоян- ного штата Службы пути . . . . .				0,39 0,26	

Данные о ремонте железных мостов на каменных опорах по обоим дорогам хорошо согласуются: в среднем можно принимать 0,3% от стоимости без содержания постоянного штата и 0,45% с последним; добавляя расход на предохранение сооружений от подмывов, получим соответственно 0,4% и 0,55% от стоимости.

## 6. Ремонт переездов.

Расход по ремонту переездов предусматривается оч. № 119. В детальном распределении по группам текущий — капитальный ремонт в последний включается исправление настила, шлагбаумов, ремонт земляного полотна, мостовых и др.; прочие расходы включаются в группу текущего ремонта.

По Самаро-златоустовской ж. д. на 1911 г. всего имелось 711 штук переездов. Средняя стоимость одного переезда может быть получена из следующих данных:

По линии Батраки—Кинель	стоимость 1 шт.	. . . 200 руб.
" " Кинель—Уфа	" 1 "	. . . 230 "
" " Уфа—Златоуст	" 1 "	. . . 280 "

В среднем (с накладными расходами) . . . 275 руб



Расходы по ремонту по годам сведены в таблицу XVII.

ТАБЛИЦА XVII.

Расходы по ремонту переездов по Самаро-златоустовской ж. д.

Год эксплуата- ции	Расходы по ремонту на один переезд (в рублях)			В процентах от стоимости	Примечание
	Текущий	Капитальный	В с е г о		
1911	5,20	5,24	10,44		
1909	3,30	6,24	9,54		
1908	3,28	8,44	11,72		
1907—1901	—	—	13,71		
В среднем от стоимости . . . . .				4,6	
То же, с добавлением расходов на содержание постоян- ного штата Службы пути . . . . .				6,2	

По Баскунчакской ж. д. всего имелось в 1910 году 22 штуки переездов, общей стоимостью 7.800 руб.

Данные о расходах по ремонту приведены в таблице XVIII.

ТАБЛИЦА XVIII.

Расходы по ремонту переездов по Баскунчакской ж. д.

Год эксплуата- ции	Расходы по ремонту (в рублях)			В процентах от стоимости	Примечание
	Текущий	Капитальный	В с е г о		
1910	27	132	159		В среднем на те- кущий ремонт — 1,70% и на капита- льный—2,00% от стои- мости.
1909	43	234	277		
1908	138	—	138		
1907	118	—	118		
1906	170	239	409		
1905	129	193	322		
1904	218	36	254		
1903	129	—	129		
1902	145	584	729		
В среднем, в процентах от стоимости . . . . .				3,7	
То же, с добавлением расходов на содержание постоян- ного штата Службы пути . . . . .				4,8	



По Пермской ж. д. в 1911 г. всего имелось в наличии переездов 1.197 штук; данные о стоимости одного переезда представляются следующими:

По линии	Пермь—Котлас	стоимость	1 шт.	. 177 руб.
"	"	Пермь—Екатеринбург	" 1 "	. 355 "
"	"	Екатеринбург—Челябинск	" 1 "	. 319 "

В среднем с накладными расходами . . . . 300 руб.

Данные о ремонте по годам представлены в таблице XIX.

ТАБЛИЦА XIX.

Расходы по ремонту переездов по Пермской ж. д.

Год эксплуата- ции	Расходы по ремонту на один переезд (в рублях)			В процентах от стоимости	Примечание
	Текущий	Капитальный	Всего		
1911	2,92	1,38	4,30		На текущий ре- монт в среднем— 67 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , на капита- льный—33 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> .
1910	2,10	1,88	3,98		
1909	3,82	1,34	5,16		
1908	3,10	1,04	4,14		
1907—1904	—	—	5,09		
В среднем от стоимости . . . . .				1,6	
То же, с добавлением расходов на содержание постоян- ного штата Службы пути . . . . .				2,5	

Данные по двум первым линиям хорошо согласуются; расход для Пермской ж. д. меньше, что объясняется сжатыми кредитами дороги и наличием ряда других неотложных ремонтов.

В среднем можно принять расход по ремонту переездов в 3,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, а с добавлением расходов на содержание постоянного штата—в 4,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> от стоимости.

## 7. Ремонт гражданских сооружений.

Ремонт гражданских сооружений предусматривается оч. №№ 145—156. Распределение ремонта по группам текущий—капитальный следующее: в группу капитального ремонта относятся более крупные работы по исправлению фундаментов, стен, полов, кровель; прочие более мелкие работы относятся в группу текущего ремонта.

Данные о затратах по ремонту различных гражданских сооруже-ний по Самаро-златоустовской ж. д. приведены в таблице XX.



ТАБЛИЦА XX.

Расходы по ремонту гражданских сооружений по Самаро-златоустовской ж. д.

Название и тип сооружения	Год эксплуатации	Расходы по ремонту на 1 кв. саж. (в рублях)			В процентах от стоимости	Примечание
		Текущий	Капитальный	Всего		
1. Казармы и сторожевые дома, деревянные (со службами).	1911	1,09	3,08	4,17		
	1909	0,96	3,58	4,54		
	1908	0,94	3,33	4,27		
				4,33		
		В среднем от стоимости . . . . .			2,34	
		То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .			3,14	
2. Пассажирские здания (со службами), каменные и деревянные . . . .	1911	2,20	2,55	4,15		40% площади каменных зданий, 60% площади деревянных зданий.
	1909	1,87	1,59	3,46		
	1908	0,88	2,94	3,82		
				4,01		
		В среднем от стоимости . . . . .			1,15	
		То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .			1,54	
3. Паровозные здания, каменные.	1911	1,02	2,37	3,39		
	1909	1,40	2,96	4,36		
	1908	1,44	7,56	9,00		
				5,58		
		В среднем от стоимости . . . . .			2,79	
		То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .			3,75	
4. Мастерские и вагонные сараи (со службами), каменные.	1911	1,06	0,76	1,82		
	1909	1,15	1,88	3,03		
	1908	1,07	1,36	2,43		
				2,43		
		В среднем от стоимости . . . . .			1,22	
		То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .			1,63	



Название и тип сооружения	Год эксплуатации	Расходы по ремонту на 1 кв. саж. (в рублях)			В процентах от стоимости	Примечание
		Текущий	Капитальный	Всего		
Б. Жилые дома, школы, больницы и бани, деревянные (со службами).	1911	2,22	1,48	3,70		Из них 95% деревянные и 5% каменные.
	1909	2,27	2,10	4,37		
	1908	—	—	4,60		
				1,22		
		В среднем от стоимости . . . . .			2,48	
		То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .			3,32	

По Самаро-златоустовской ж. д. всего в 1908 г. имелось казарм и полуказарм 285 шт. и сторожевых домов 571 шт., полезной площадью 8.750 кв. саж.

Здания деревянные, обшитые тесом, на каменном фундаменте, крытые железом; стоимость 1 кв. саж. со службами может быть принята, исходя из следующих данных:

По линии Кинель—Уфа . . . . . 157 руб.

„ „ Уфа—Златоуст . . . . . 170 „

В среднем, с накладными расходами . . 185 руб.

Пассажирских зданий всего в 1908 г. имелось 152 шт., полезной площадью в 227 кв. саж., при чем 35 шт. каменных или кирпичных, остальные деревянные.

По площади — 40% каменных и 60% деревянных.

Стоимость 1 кв. саж. для каменных и деревянных зданий, в среднем, со службами может быть получена из следующих соображений:

По линии Батраки—Кинель для каменных и деревянных зданий вместе 300 руб. за 1 кв. саж.

По линии Кинель—Уфа для каменных зданий 280 руб. за 1 кв. саж.

По линии Кинель—Уфа для деревянных зданий 237 руб. за 1 кв. саж.

• По линии Кинель—Уфа для двухэтажных зданий 323 руб. за 1 кв. саж.

По линии Уфа—Златоуст для каменных зданий 346 руб. за 1 кв. саж.

По линии Уфа—Златоуст для больших станций 440 руб. за 1 кв. саж.



ТАБЛИЦА XXI.

Расходы на ремонт гражданских сооружений по Баскунчакской ж. д.

Год эксплуатации	Казармы и сторожевые дома, деревянные			Пассажирские здания со службами, деревянные			Паровозные сараи и мастерские, кирпичные			Жилые дома, деревянные			Примечание
	Текущий	Капитальный	Всего	Текущий	Капитальный	Всего	Текущий	Капитальный	Всего	Текущий	Капитальный	Всего	
1910	1.449	228	1.672	843	676	1.519	580	388	968	7.110	3.393	10.503	
1909	1.027	—	1.027	627	287	914	221	108	389	5.925	6.972	12.897	
1908	1.087	2.208	3.295	816	114	930	464	58	522	6.835	2.255	9.090	
1907	1.808	194	2.002	526	84	910	314	—	314	5.063	1.654	6.716	
1906	927	1.052	2.003	463	512	975	218	61	279	2.139	6.376	8.575	
1905	421	482	903	736	276	1.012	532	309	841	3.852	5.545	9.397	
1904	798	966	1.764	603	128	731	212	833	1.045	4.044	8.706	12.750	
1903	622	1.329	1.950	605	914	1.519	443	1.357	1.800	4.650	1.548	6.198	
В среднем от стоимости, в процентах			2,9				1,4				0,5	2,05	
То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . .			3,8				1,8				0,7	2,67	

В среднем можно принять стоимость 1 кв. саж. для деревянных и каменных зданий с накладными расходами в 350 руб. за 1 кв. саж.

Паровозных зданий всего имелось в 1908 г. 6.142 кв. саж., здания каменные или кирпичные. Стоимость 1 кв. саж. можно получить на основании следующих данных:

По линиям Батраки—Кинель, Кинель—Уфа и Уфа—Златоуст стоимость паровозных зданий  $\cong$  4.000 руб. за стойло; средняя площадь на одно стойло равна 24,5 кв. саж., а стоимость 1 кв. саж. с накладными расходами  $\cong$  200 руб., считая вместе со службами.

Мастерских и вагонных сараев при них всего имелось в 1908 г. 4.897 кв. саж.; здания кирпичные; стоимость 1 кв. саж. можно получить из следующих данных:

Линия Кинель—Уфа:	малые мастерские	. . . . .	183 руб.
"	большие	" . . . . .	136 "
" Уфа—Златоуст, малые	"	. . . . .	168 "

В среднем, с накладными расходами и со службами  $\cong$  200 руб. за 1 кв. саж.



Жилых домов, школ, больниц, бань всего в 1908 г. имелось 17.261 кв. саж.; стоимость 1 кв. саж. может быть принята на основании следующих данных:

по линии Кинель—Уфа . . . . .	149 руб.
„ „ Уфа—Златоуст . . . . .	164 „

В среднем, с накладными расходами, можно

принять . . . . . 170 руб. за 1 кв. саж.

Данные о ремонте гражданских сооружений по Баскунчакской ж. д. приведены в таблице XXI.

По Баскунчакской ж. д. за рассматриваемый период имелось от 171 до 212 кв. саж. линейных построек, в среднем 193 кв. саж.; стоимость со службами и накладными расходами может быть принята, по данным строительного отчета, в 55.000 руб. Здания деревянные, на каменных фундаментах.

Пассажирские здания деревянные, на каменных фундаментах, средняя площадь 229 кв. саж., стоимость, вместе со службами и накладными расходами, может быть принята в 66.000 руб.

Паровозные сараи и мастерские—кирпичные. Площадь паровозных сараев в 1910 г. — 176 кв. саж., мастерских, в среднем, 345 кв. саж.; общая стоимость, по данным строительного отчета, может быть принята с накладными расходами в 138.000 руб.

Жилые дома преимущественно деревянные ( $\cong 90\%$  деревянных и  $10\%$  каменных на 1910 г.); средняя площадь 1.485 кв. саж., стоимость, с накладными расходами, может быть принята в 412.000 руб.

По Пермской ж. д. расходы по ремонту гражданских сооружений представлены в таблице XXII.

Казармы и сторожевые дома по Пермской ж. д. преимущественно деревянные; стоимость 1 кв. саж. со службами можно принять на основании следующих данных:

По линии Пермь — Котлас . . . . .	188 руб.
„ „ Пермь II — Екатеринбург . . . . .	221 „
„ „ Екатеринбург — Челябинск . . . . .	145 „

В среднем, с накладными расходами,

можно принять . . . . . 200 руб. за 1 кв. саж.

Пассажирские здания преимущественно деревянные ( $90\%$  общего количества зданий деревянные); стоимость 1 кв. саж. зданий (со службами) можно получить из следующих данных:

По линии Пермь — Котлас . . . . .	225 руб.
„ „ Пермь II — Екатеринбург . . . . .	278 „
„ „ Екатеринбург — Челябинск . . . . .	247 „

В среднем, с накладными расходами,

стоимость 1 кв. саж. принимается . 275 руб.



## ТАБЛИЦА XXII.

## Расходы на ремонт гражданских сооружений по Пермской ж. д.

Название и тип сооружения	Год эксплуатации	Расходы по ремонту на 1 кв. саж., в рублях			В процентах от стоимости	Примечание
		Текущий	Капитальный	Всего		
1. Казармы и сторожевые дома (со службами), деревянные.	1911	1,78	1,10	2,88		
	1910	1,90	0,98	2,88		
	1909	2,14	1,20	3,34		
	1908	2,11	1,59	3,70		
В среднем от стоимости . . . . .					1,60	
То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .					2,53	
2. Пассажирские здания (со службами), деревянные.	1911	2,88	0,79	3,67		
	1910	2,48	0,67	3,15		
	1909	2,88	0,58	3,46		
	1908	2,86	0,91	3,77		
В среднем от стоимости . . . . .					1,28	
То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .					2,03	
3. Паровозные сараи (со службами), каменные.	1911	1,28	1,96	3,24		
	1910	1,40	1,54	2,94		
	1909	1,33	1,50	2,83		
	1908	1,14	4,60	5,74		
В среднем от стоимости . . . . .					1,32	
То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .					2,08	
4. Мастерские (со служебными и жилыми помещениями), каменные.	1911	0,97	1,78	2,15		
	1910	1,08	1,00	2,08		
	1909	0,94	1,01	1,95		
	1908	1,22	1,43	2,65		
В среднем от стоимости . . . . .					1,03	
То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .					1,67	



Название и тип сооружения	Год эксплуатации	Расходы по ремонту на 1 кв. саж., в рублях			В процентах от стоимости	Примечание
		Текущий	Капитальный	Всего		
Б. Жилые дома (со службами), деревянные.	1911	2,60	0,97	3,57		
	1910	2,32	0,95	3,27		
	1909	2,67	0,72	3,39		
	1908	2,70	1,10	3,80		
В среднем от стоимости . . . . .					1,56	
То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .					2,46	

Паровозные здания дороги, каменные (имеется небольшое количество деревянных, а именно 2<sup>0</sup>/<sub>100</sub> общего количества стэйл). Стоимость 1 кв. саж. паровозных зданий можно получить на основании следующих соображений:

по линии	Пермь — Котлас . . . . .	6.024	руб.	за одно стойло
„ „	Пермь II — Екатеринбург . . . . .	8.051	„ „ „ „	
„ „	Екатеринбург — Челябинск . . . . .	4.320	„ „ „ „	

В среднем за одно стойло, с накладными расходами, можно принять 6.800 руб.; при площади 24,6 кв. саж. на одно стойло, стоимость 1 кв. саж. площади можно принять в 280 руб.

Стоимость 1 кв. саж. мастерских для тех же линий, в среднем, 215 руб.

Жилые дома преимущественно деревянные (каменных домов 3,5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> от общего числа зданий); стоимость 1 кв. саж. зданий можно получить из следующих данных:

по линии	Пермь — Котлас . . . . .	201	руб.	(со службами)
„ „	Пермь II — Екатеринбург . . . . .	244	„ „ „ „	
„ „	Екатеринбург — Челябинск . . . . .	173	„ „ „ „	

В среднем, с накладными расходами, можно принять стоимость (со службами) в 225 руб. за 1 кв. саж.

Сравнивая данные по ремонту гражданских сооружений по рассмотренным линиям, можно сделать следующие выводы:

1) данные по трем линиям в общем хорошо согласуются;



2) расходы по ремонту деревянных зданий, в среднем, можно принять:

Для казармы и сторожевых домов . . . . .	2,3%	от стоимости	Вторые цифры — расход с добавлением содержания штата Службы пути.
„ „ „ „ „ „ . . . . .	3,2%	„ „	
„ пассажирских зданий . . . . .	1,3%	„ „	
„ „ „ „ . . . . .	1,8%	„ „	
„ жилых домов . . . . .	2,0%	„ „	
„ „ „ „ . . . . .	2,8%	„ „	

3) расходы по ремонту каменных зданий:

Паровозные здания и мастерские . . . . .	1,3%
„ „ „ „ . . . . .	1,8%

4) таким образом, расходы по ремонту зависят не только от типа зданий (деревянные или каменные), но и от назначения зданий и качеств самой постройки; для деревянных строений цифры идут следующим образом: наибольшее значение для линейных построек, затем для жилых домов вообще и затем для пассажирских зданий; меньший процент, как и следовало ожидать, получается для более солидно выполненных зданий.

## 8. Ремонт принадлежностей станций.

Расходы по ремонту принадлежностей станций по Самаро-златоустовской ж. д. представлены в таблице XXIII.

ТАБЛИЦА XXIII.

Расходы по ремонту принадлежностей станций по Самаро-златоустовской ж. д.

Наименование устройств	Год эксплуатации	Расход на ремонт		Примечание
		В рублях	В процентах от стоимости	
1. Станционные сигнальные диски и семафоры.	1911	1.519	0,51	
	1909	1.227	0,41	
	1908	1.427	0,48	
	В среднем . . . . .		0,47	
То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .			0,63	



Наименование устройств	Год эксплуата- тации	Расход на ремонт		Примечание
		В рублях	В процентах от стоимости	
2. Переводы (расход на один перевод).	1911	6,08	1,22	Расход по текущему ремонту без смены брусьев, стрелок и кре- стовин.
	1909	1,99	1,00	
	1908	4,30	0,86	
	В среднем . . . . .		1,02	
	То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .		1,37	
3. Поворотные круги и тележки (расход на один поворотный круг).	1911	54,8	0,69	
	1909	42,5	0,53	
	1908	95,9	1,20	
	В среднем . . . . .		0,81	
	То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .		1,09	
4. Весовые помосты (на один весовой помост).	1911	36,6		
	до			
	1902			
	В среднем . . . . .		1,22	
	То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .		1,62	
5. Упоры, расход на один упор.	1911	2,06	4,6	
	1909	2,73	6,1	
	1908	2,62	5,8	
	В среднем . . . . .		5,5	
	То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .		7,4	

По Самаро-златоустовской ж. д. в 1908 г. всего имелось  
налицо дисков 312 шт. и семафоров 314 шт.; расходы по ремонту



предусмотрены оч. № 131. Общая стоимость рассматриваемых устройств может быть получена из следующих данных:

По линии Кинель — Уфа . . . . .	375 руб. за штуку (диски)
„ „ Уфа — Златоуст . . . . .	440 „ „ „ „

По данным отчетов других линий средняя стоимость семафора может быть принята в 500 руб.

Принимая в среднем стоимость одного диска в 375 руб. и семафора в 500 руб., вся стоимость указанных устройств с накладными расходами определится в 300.000 руб.

Ремонт переводов предусмотрен оч. № 132; здесь будет рассмотрен расход по ремонту частей перевода, за исключением возобновления брусьев, стрелок и крестовин.

Стоимость одного перевода может быть принята на основании следующих данных:

По линии Кинель — Уфа . . . . .	364 руб. за штуку
„ „ Уфа — Златоуст . . . . .	460 „ „ „

В среднем, с накладными расходами и укладкой . . . . . 500 руб. за штуку.

Ремонт поворотных кругов предусматривается оч. № 133; всего на дороге числится 27 поворотных кругов; среднюю стоимость одного круга можно принять на основании следующих данных:

По линии Кинель — Уфа . . . . .	7.240 руб. за штуку
„ „ Уфа — Златоуст . . . . .	7.483 „ „ „

В среднем, с накладными расходами . . . . . 8.000 руб. за штуку.

Ремонт весовых помостов предусмотрен оч. № 134; всего на линии имеется 13 штук; стоимость одного весового помоста составила

для линии Кинель — Уфа . . . . . 2.372 руб. за штуку.

Для ряда других линий (согласно строительных отчетов) стоимость одного весового помоста близка, в среднем, к 3.000 руб., поэтому можно принять стоимость за штуку, в среднем, с накладными расходами, в 3.000 руб., а стоимость всех устройств  $\cong$  в 40.000 руб.

Ремонт упоров предусмотрен оч. № 136; всего на дороге имелось в 1908 г. 464 штуки; стоимость одного упора составляет:

Для линии Кинель — Уфа . . . . .	37 руб. за штуку
„ „ Уфа — Златоуст . . . . .	39 „ „ „

В среднем, с накладными расходами, можно принять . 45 руб. за штуку

Расходы по ремонту принадлежностей станций по Пермской ж. д. представлены в таблице XXIV.



## ТАБЛИЦА XXIV.

Расходы по ремонту принадлежностей станций по Пермской ж. д.

Наименование устройств	Год эксплуатации	Расход на ремонт		Примечание
		В рублях	В процентах от стоимости	
1. Станционные сигнальные диски и семафоры.	1911	3.805		
	1910	2.722		
	1909	3.025		
	1908	3.594		
	В среднем . . . . .		2,51	
	То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .		3,97	
2. Переводы (на один перевод).	1911	4,39		
	1910	4,43		
	1909	6,43		
	1908	5,94		
	В среднем . . . . .		0,96	
	То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .		1,52	
3. Поворотные круги и тележки (на один поворотный круг).	от 1911			
	до	75,4		
	1903			
	В среднем . . . . .		0,75	
	То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .		1,18	
4. Весовые помосты (на один помост).	от 1911			
	до	8,7		
	1903			
	В среднем . . . . .		0,2	
	То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .		0,3	



Наименование устройств	Год эксплоа- тации	Расход на ремонт		Примечание
		В рублях	В процентах от стоимости	
5. Упоры.	1911	554		
	1910	324		
	1909	628		
	1908	517		
	В среднем . . . . .		2,6	
	То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .		4,1	

На Пермской ж. д. всего имелось в 1908 г. дисков 227 шт. и семафоров 222 шт. Стоимость устройства может быть назначена из следующих соображений:

По линии Пермь—Котлас . . . . . 392 руб. (деревянные) за шт.  
 " " Пермь II—Екатеринбург . 425 " " "  
 " " Екатеринбург—Челябинск 363 " " "

Принимая в среднем стоимость семафора, с накладными расходами, в 400 руб. и диска в 300 руб., всю стоимость устройств можно принять в 112.000 руб. на 1908 г.; учитывая же изменение длины дороги, в среднем, за рассматриваемый период—130.000 руб.

Стоимость одного перевода можно получить на основании следующих данных:

По линии Пермь—Котлас . . . . . 530 руб. за штуку  
 " " Пермь II—Екатеринбург . . 661 " " "  
 " " Екатеринбург—Челябинск . 440 " " "

В среднем, с накладными расходами, можно принять в 550 руб. за штуку.

Стоимость одного поворотного круга можно получить на основании следующих данных:

По линии Пермь—Котлас . . . . . 8.830 руб. за штуку  
 " " Пермь II—Екатеринбург . 13.385 " " "  
 " " Екатеринбург—Челябинск . 7.340 " " "

А в среднем, с накладными расходами, можно принять 10.000 руб. Стоимость одного весового помоста можно установить на основании следующих данных:

По линии Пермь—Котлас . . . . . 4.785 руб. за штуку  
 " " Пермь II—Екатеринбург . 3.494 " " "



А в среднем, с накладными расходами,—в 4.500 руб. за штуку.

Упоров всего состояло на дороге в 1908 г. 390 штук, стоимость одного упора по отдельным линиям составляла:

По линии Пермь—Котлас . . . . .	39 руб. за штуку
»   »   Пермь II—Екатеринбург . . .	78   »   »   »
»   »   Екатеринбург—Челябинск . . .	16   »   »   »

А в среднем, с накладными расходами, 45 р. за штуку, стоимость же всех устройств, в среднем, за рассматриваемый период можно принять в 19.500 руб.

Данные о ремонте семафоров и весовых помостов по Баскунчакской ж. д. представлены в таблице XXV.

ТАБЛИЦА XXV.

Расходы по ремонту семафоров и весовых помостов по Баскунчанской ж. д.

Год эксплуата- ции	Расходы по ремонту				Примечания
	Семафоры		Весовые помосты		
	Рублей на штуку	В процентах от стоимости	Рублей на штуку	В процентах от стоимости	
1902--1910 (в среднем в год)	17,0	4,0	175	5,3	1. Стоимость одно- го семафора, в сред- нем, 420 руб. 2. Стоимость од- них весов—3.300 р.
С добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . .		5,2	—	6,9	

Сравнивая результаты по трем дорогам, можно сделать следующие замечания:

а) расходы по ремонту семафоров дали значительные колебания, в зависимости от типа (деревянные и железные) и возраста;

б) расходы по ремонту переводов и поворотных кругов согласуются хорошо;

в) расходы по ремонту весов более низки по Пермской и Самаро-златоустовской ж. д. и значительно выше для Баскунчакской ж. д. (что можно связать с возрастом устройств);

г) расходы по ремонту упоров колеблются ввиду разнообразия типов.

## 9. Ремонт устройств водоснабжения.

Ремонт водопроводной сети с настенными, путевыми, промывными и пожарными кранами предусматривается оч. № 166 сметы. Данные о ремонте указанных устройств приведены в таблице XXVI.



**ТАБЛИЦА XXVI.**  
**Расход по ремонту водопроводной сети.**

Год эксплуатации	Самаро-златоустовская ж. д.,				Пермская ж. д.			
	Расходы по ремонту на 1 пог. саж. труб			Расходы по ремонту в процентах от стоимости	Расходы по ремонту на 1 пог. саж. труб			Расходы по ремонту в процентах от стоимости
	Текущий	Капитальный	Всего		Текущий	Капитальный	Всего	
1911	0,14	0,09	0,23		0,13	0,08	0,21	
1910	0,11	0,11	0,22		0,11	0,06	0,17	
1909	—	—	—		0,14	0,09	0,23	
1908	—	—	0,28		0,18	0,10	0,28	
В среднем от стоимости . . . . .				1,7				1,4
То же, с добавлением расходов на содержание постоянного штата Службы пути . . . . .				2,3				2,2

Стоимость 1 пог. саж. труб, с укладкой и принадлежностями, может быть взята на основании следующих данных:

По линии Кинель—Уфа . . . . . 10,7 руб.

„ „ Уфа—Златоуст . . . . . 15,0 „

В среднем, с накладными расходами, 14 руб.

По линии Пермь—Котлас . . . . . 14,7 руб.

„ „ Пермь II—Екатеринбург . . . . . 16,8 „

„ „ Екатеринбург—Челябинск . . . . . 15,0 „

В среднем, с накладными расходами, 16,5 руб. за 1 пог. саж.

Данные по обеим линиям хорошо согласуются.

Расходы по ремонту источников водоснабжения и водоприемников должны весьма различаться ввиду разнообразия типов рассматриваемых устройств.

Ниже приведены данные по ремонту на Баскунчакской ж. д. (таблица XXVII).

**ТАБЛИЦА XXVII.**  
**Расход по ремонту источников водоснабжения и водоприемников**  
(Баскунчакская ж. д.).

Название источника	Расходы по ремонту на год			Примечания
	В рублях	В процентах от стоимости	С добавлением содержания штата	
1. Река (Ахтуба) . . .	496	4,5	5,8	1. В среднем за 7 лет.
2. Колодцы (ст. Баскунчак) . . . . .	100	0,83	1,1	2. Стоимость водоснабжения из реки Ахтубы 11.000 руб.; из колодцев—12.000 руб.

## 10. Сводная ведомость.

Ниже, в таблице XXVIII, приведена сводная ведомость полученных расходов по ремонту, в процентах от стоимости сооружений.

Цифрой в скобках показано количество дорог, по которым получена хорошая сходимость средних процентных норм.



ТАБЛИЦА XXVIII.

Сводная ведомость годовых расходов по ремонту, в процентах от стоимости устройств и сооружений.

Земляное полотно	Искусственные сооружения						Гражданские сооружения						Принадлежности станций					Водоснабжение	
	Деревянные трубы	Чугунные трубы	Каменные трубы	Деревянные мосты	То же на каменных опорах	Железные мосты на каменных опорах	Казармы и сторожевые дома, деревянные	Пассажирские здания, деревянные	Жилые дома, деревянные	Паровозные здания и мастерские, каменные	Пассажирские здания, каменные	Переезды	Станционные сигналы	Переводы <sup>2</sup>	Поворотные круги	Весовые помосты	Упругие	Водопроводные сети	Источники водоснабжения
0,3	1,0; 3,0 <sup>1</sup>	0,35	0,15	6,0	1,3	0,4	2,3	1,3	2,0	1,3		3,5	2,5	1,0	0,8	2,5	4,0	1,5	0,8—4,5
0,4	1,5; 4,5 <sup>1</sup>	0,5	0,2	8,0	1,7	0,55	3,2	1,8	2,8	1,8		4,5	4,0	1,45	1,15	4,0	5,7	2,2	1,1—5,8
(3)	(2)		(2)	(3)		(2)	(2)	(3)	(3)	(2)		(2)		(2)	(2)			(2)	

<sup>1</sup> Первые цифры для деревянных труб обозначают расход на текущий ремонт, вторые — на возобновление.<sup>2</sup> Ремонт переводов, исключая возобновление брусьев, стрелок и крестовин.<sup>3</sup> Нижняя строка — с добавлением расходов на содержание штата Службы пути.



## II. Расходы по ремонту по данным современных отчетов.

Для сопоставления выводов, полученных путем анализа данных довоенных лет с современными данными, ниже приводятся расходы по ремонту различных устройств для Северных ж. д. за 1925/26 и 1926/27 гг.; данные отчетов сопоставляются с точными данными о стоимости различных частей имущества, полученных по инвентаризации.

В этом заключается большая ценность полученных результатов, так как в предыдущих расчетах стоимость имущества определялась с известным приближением. Необходимо лишь учесть то обстоятельство, что изношенное за годы войны железнодорожное хозяйство требовало естественно больших ассигнований на ремонт; с другой стороны, необходимость многочисленных затрат для восстановления в других областях народного хозяйства вынуждала к крайне экономному расходованию средств.

Фактическое расходование на ремонт систематизировано в таблице XXIX, по ряду пунктов которой необходимо сделать следующие замечания:

1) Для установления процента накладных расходов по содержанию постоянного штата служащих и рабочих Службы пути (включая Управление службой) служат следующие данные:

Общий расход по III отделу в	{	1925/26 г. .	10.852.534 руб.
		1926/27 „ .	13.066.755 „

На содержание штатов (оч. №№ 40, 41, 42, 43, 45 и 58) в	{	1925/26 г. .	5.597.443 „
		1926/27 г. .	4.261.603 „

То же, в процентах от стоимости ремонта  
и содержания в исправности, в среднем . 70%

$\left( \frac{4261603 \times 100}{6590931} = 65\%; \frac{5597443}{7469312} \times 100 = 75\% \right)$ , что выше довоен-

ных норм и объясняется введением 8-часового рабочего дня и общим улучшением быта рабочих и служащих.

2) Расход по временным мерам для предохранения земляного полотна и искусственных сооружений от подмывов расчленен следующим образом: 30% расхода отнесено за счет земляного полотна и 70% — за счет искусственных сооружений.

Для последних имеем добавочный расход в процентах от стоимости:

в 1925/26 г. . . . .  $\frac{23067 \times 100}{54740000} = 0,04\%$

в 1926/27 г. . . . .  $\frac{9360 \times 100}{54740000} = 0,02\%$

3) Данные по ремонту искусственных сооружений не расчленены подробно по типам сооружений; к тому же данные о стоимости соору-



## ТАБЛИЦА XXIX.

## Расходы по ремонту для Северных ж. д.

№ по порядку	Оч. № счета	Наименование группы имущества	Стоимость, в червонных рублях (или количество)	Расходы по ремонту в червонных рублях (или количество)			Расходы по ремонту, в процентах от стоимости или количества		Расходы по ремонту с добавлением содержания постоянного штата	Примечания
				Текущий	Капитальный	Всего	По годам	В среднем		
1	46	Земляное	86.975.000	50.989	48.378	109.254	0,13			Расходы по ремонту: верхние цифры за 1925/26 г., нижние за 1926/27 г.
48		подотно		+9.886				0,14	0,23	
(и)				63.959	55.472	123.441	0,14			
				+4.011						
2	47	Деревянные мосты	3.971.300	19.419	84.833	116.152	3,0			
				+11.900				3,0	5,1	
				16.401	82.303	114.704	2,9			
				+16.000						
3	47	Долговременные искусственные сооружения (мосты и трубы).	50.769.000	80.190	17.015	97.205	0,19			
				100.420	43.848	144.968	0,28	0,24	0,41	
4	49	Переезды.	1.563.700	11.448	2.383	13.831	0,88			
				15.988	5.894	21.882	1,40	1,14	1,94	
5	—	Источники водоснабжения и водоприемники.	2.919.100	10.766	17.346	28.112	0,99			
				13.784	10.759	24.543	0,84	0,72	1,56	
6	—	Гражданские сооружения.	122.977.000	454.771	433.189	887.960	0,73			Деревянных зданий — 70%, каменных — 30%.
				696.939	419.370	1.116.309	0,91	0,82	1,39	
7	—	Водопроводная сеть с оборудованием.	5.806.000	42.114	14.508	56.622	0,97			
				45.497	31.989	77.486	1,33	1,15	1,36	

жений взяты по номенклатуре инвентаризационной комиссии, где дается суммарно стоимость элементов различных сооружений.

Поэтому, соображаясь с близостью норм по долговременным искусственным сооружениям, в таблице исчислены расходы по деревянным мостам и отдельно по всем долговременным искусственным сооружениям, а именно: мостам железным на каменных опорах, а также чугунным, каменным, бетонным и железо-бетонным трубам.

Стоимость деревянных мостов составляет 3.193.300 руб.



Стоимость настила и поперечин распределена пропорционально длине мостов, а именно: деревянных мостов всего имеется 6.279 *пол. м* железных и железобетонных 14.622 *пол. м*, что дает:

для деревянных мостов . . . . .	$\frac{2591300}{6279+14622} \times 6279 =$	778.000 р.
для прочих мостов . . . . .		1.813.300 „
вся стоимость деревянных мостов . . . . .		3.971.300 „
„ „ долговременных искусственных соору- жений (мостов и труб) . . . . .		50.768.000 „
из них труб: чугунных . . . . .		1.920 <i>пол. м</i> ,
каменных, бетонных и железобетонных		6.952 „ „

Расходы по ремонту мостовых брусьев распределены также пропорционально длине деревянных мостов и железных с железобетонными.

Сопоставление данных таблиц XXVIII и XXIX говорит о том, что в общем цифры согласуются хорошо в отношении порядка величин; все же расходы по данным Северных ж. д. ниже довоенных норм, что имеет прямую связь с замечанием, сделанным в начале настоящего параграфа.

## 12. Возобновление элементов верхнего строения.

Расходы по ремонту элементов верхнего строения: балласта, шпал и рельсов носят по существу возобновительный характер. Вопрос об этом изучен более подробно, и данные по этому вопросу легли в основу сроков службы указанных устройств, имеющих в „Инструкции по проведению инвентаризации основного имущества железных дорог СССР“ (НКПС. 1927 г.).

Исходя из указанных сроков службы, легко получить ежегодный процент по смене, исходя из принципа непрерывной и равномерной смены указанных устройств.

Само собой разумеется, количественное соотношение в том случае вполне равнозначно ценностному.

Ежегодная смена частей верхнего строения по данным о сроках службы представлена в таблице XXX.

ТАБЛИЦА XXX.

Ежегодная смена частей верхнего строения по данным о сроках службы „Инструкции по инвентаризации“.

Элементы верхнего строения	Срок службы, лет	Процент ежегодной смены	Примечание
Балласт . . . . .	25	4	Цифры в скобках показывают проектируемое повышение сроков службы, против имеющих в инструкции.
Шпалы и переводные брусья еловые . . . . .	4	25	
То же сосновые . . . . .	5	20	
„ „ дубовые . . . . .	8	12,5	
„ „ сосновые пропитанные . . . . .	10(12)	10(8,33)	
Рельсы и скрепления . . . . .	25(33)	4(3)	
Стрелки, крестовины и уравнительные приборы . . . . .	20	5	



Интересно сопоставить эти данные с фактическими нормами смены элементов верхнего строения по данным против изучаемых дорог.

Данные о замене балластного слоя приведены в таблице XXXI.

ТАБЛИЦА XXXI.

Данные о замене балластного слоя.

Год экспло- атации	Баскунчакская ж. д.		Самаро-златоустовская ж. д.		Пермская ж. д.	
	Вывезено бал- ласта, в куби- ческих саже- нях	В процентах от объема	Вывезено бал- ласта, в куби- ческих саже- нях	В процентах от объема	Вывезено бал- ласта, в куби- ческих саже- нях на 1 вер- сту путей	В процентах от объема
1911	—	—	9036	3,1	3,6	2,8
1910	717	6,4	1487	2,5	3,6	2,8
1909	560	5,0	1137	2,6	3,9	3,0
1908	570	5,1	1647	2,6	3,6	2,8
1907	616	5,5	—	—	—	—
1906	572	5,1	—	—	—	—
1905	423	3,8	—	—	—	—
1904	533	4,8	—	—	—	—
1903	547	4,9	—	—	—	—
1902	454	4,1	—	—	—	—
В среднем . . . . .		5,0	—	2,7	—	2,9

По данным отчета на Баскунчакской ж. д. на 1 версте пути, в среднем, имеется 96 куб. саж. балласта.

Нормальный профиль балластного слоя на Самаро-златоустовской дороге имеет толщину 0,20 саж., при длине поверху 1,50 саж., что дает, в среднем, за вычетом объема шпал и учитывая также уменьшение толщины балластного слоя на станционных путях  $\cong 140$  куб. саж. на 1 версту.

По данным строительных отчетов кубатура балластного слоя по линиям Пермской ж. д. составляет:

Пермь-Котлас . . . . . 131 куб. саж. на 1 версту  
Екатеринбург-Челябинск . . . . . 130 „ „ „ 1 „

Указанная кубатура может быть принята как средняя норма для дороги.

Таким образом, данные по Баскунчакской ж. д. превышают норму инструкции в 4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; это может быть объяснено местными условиями, в частности небольшой толщиной балластного слоя (96 куб. саж. на 1 версту).

По двум другим линиям данные—ниже указанной нормы; среднее по трем линиям равно 3,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> и близко к норме инструкции.



Вопросы о смене рельсов и шпал упираются в то затруднение, что шпалы на дорогах встречаются различных типов (материал и пропитка); данные же о замене часто даются суммарно. Что касается смены рельсов, здесь также выводы должны опираться на материал нескольких десятков лет, так как срок службы рельсов значителен (25-33 года).

Помощь в установлении средних сроков службы могут оказать данные о среднем возрасте сменяемых элементов.

Действительно, а priori можно утверждать, что при непрерывной и равномерной замене определенных элементов средний срок службы равен удвоенному среднему их возрасту.

Это положение можно доказать и теоретически.

Действительно, если средний срок службы равен  $t$ , то ежегодно следует заменить  $\frac{S}{t}$  элементов из всей их массы  $S$ ; таким образом средний возраст для всей группы будет равен:

$$t_0 = \frac{1}{S} \left( \frac{S}{t} \cdot 1 + \frac{S}{t} \cdot 2 + \frac{S}{t} \cdot 3 + \dots + \frac{S}{t} \cdot t \right) = \frac{1+t}{2t} \cdot t = \frac{1+t}{2} \approx \frac{t}{2}.$$

Данные о смене шпал по линиям изучаемых дорог приведены в таблице XXXII.

ТАБЛИЦА XXXII.

Данные о смене шпал.

Год экспло- атации	Васкунчаевская ж. д.			* Пермская ж. д.			Самаро-златоустовская ж. д.			
	Процент сменных шпал	Средний срок службы, лет	Сорт шпал	Процент сменных шпал	Средний срок службы, лет	Сорт шпал	Процент сменных шпал	Средний срок службы	Сорт шпал	
1911	—	—	Сосновые, пропитанные райой	1. 38,3	2. 23,2	—	1. Сос- новые 2. Ело- вые	23,0	—	Сосновые, еловые и ли- ственные; часть сосно- вых пропи- тана хлори- стым цинком.
1910	6,7	—		33,9	26,8	—		18,6	—	
1909	1,0	—		31,9	35,7	—		16,1	—	
1908	6,6	—		17,0	25,5	—		24,0	—	
1907	4,3	—		28,3	27,2	—		22,8	—	
1906	6,4	—		26,7	42,3	—		22,2	—	
1905	7,0	—		28,8	30,1	—		24,4	—	
1904	3,7	—		23,9	19,2	—		19,3	—	
1903	7,3	—		—	—	—		27,7	—	
1902	2,2	—		—	—	—		22,6	—	
1901	10,0	—		—	—	—		—	—	
В среднем .	6,1	16,4		28,6	28,8	3,5 3,5		22,1	4,5	
Исключая по- лугодовые .	—	—		—	—	3,5 3,7		—	—	



Шпалы на Баскунчакской ж. д. сосновые, сухого сплава, пропитанные соленой рапой погружением на 2 года в озеро Баскунчак; применяется только одиночная смена. Высокий срок службы можно объяснить пропиткой шпал, малыми размерами движения и благоприятными местными условиями (насыщенность почв солью).

По Пермской ж. д. срок службы сосновых и еловых шпал приближается к 4 годам, что вообще близко к нормам инструкции.

По Самаро-златоустовской ж. д. средний срок службы получается равным 4-5 годам, шпалы сосновые, еловые и лиственные; пропитанных сосновых на 1908 г. — 23%.

Для сопоставления среднего возраста с возможными средними сроками службы воспользуемся данными Северных железных дорог (таблица XXXIII).

ТАБЛИЦА XXXIII.

Год эксплуатации	Род шпал	Средний возраст	Предполагаемый средний срок службы $t$	Примечание
1913	Сосновые, пропитанные . . .	3,6	7,2	$t = 2t_0$ , где $t_0$ — средний возраст.
	Сосновые, непропитанные . .	2,7	5,4	
	Еловые . . . . .	2,3	4,6	
1928	Сосновые, пропитанные . . .	5,8	11,6	
	Сосновые, непропитанные . .	4,9	9,8	
	Еловые . . . . .	4,4	8,8	

Нормы 1913 г. в общем хорошо согласуются с нормами инструкции; данные 1928 года показывают неполную реновацию шпального хозяйства.

Вопрос об установлении среднего срока службы рельсов можно обосновать на допущении, что средний срок службы равен удвоенному среднему возрасту; это положение тем более справедливо, чем более установившимся является процесс непрерывной смены рельсов (сплошной и одиночной); данные о возрасте уложенных в пути рельсов имеются по двум изучаемым линиям (таблица XXXIV).

На Баскунчакской ж. д. при постройке (1882 г.) были уложены первоначально железные рельсы со стальными головками, Путиловского завода, весом 24 фунта в 1 пог. фута.

На 1910 год указанных рельсов осталось около 40% от длины путей; с 1892 г. по 1911 г. производилась ежегодная сплошная смена рельсов стальными рельсами, из них частью новыми, частью с Московско-брестской ж. д. (бывшие в употреблении).

Средний возраст всех рельсов на 1910 г. — 15,5 лет; средний срок службы из условия  $t = 2t_0$  составляет 31 год, что согласуется с повышенной, против первоначальной, нормой инструкции.



## ТАБЛИЦА XXXII.

Данные о рельсах (длина и возраст)

Васкунчакская ж. д. на 1910 г.		Пермская ж. д.		Примечание
Длина в про- центах от общей	Возраст	Длина в про- центах от общей	Возраст	
39,8	28	0,3	31	
0,8	18	2,9	30	
0,9	17	1,0	29	
3,4	16	0,9	28	
3,1	15	0,1	25	
3,5	14	0,8	24	
3,5	13	16,8	23	
3,6	12	0,1	22	
1,5	11	0,8	21	
1,2	10	1,7	20	
6,0	7	2,0	19	
4,3	6	2,1	18	
4,2	5	2,5	17	
4,9	4	3,7	16	
3,7	3	5,4	15	
5,6	2	3,2	14	
5,0	1	19,5	13	
5,0	0	3,1	12	
		2,3	11	
		1,2	10	
		1,4	9	
		2,5	8	
		1,7	7	
		2,1	6	
		5,6	5	
		3,2	4	
		1,0	3	
		4,2	2	
		0,2	1	
		7,7	0	

По Пермской ж. д. уложены рельсы различных типов, от 18 до 24 фунтов в 1 пог. фута; железных рельсов имеется около 6% общей длины; данные о возрасте имеются для 1.482 верст путей (таблица XXXIV); средний взвешенный возраст получается равным 13,5 лет, соответствует среднему сроку службы в 27 лет.







## О техническо-эксплоатационных измерителях работы железных дорог.

### СОДЕРЖАНИЕ.

Общее понятие об измерителях (1).—Роль измерителей прежде и теперь (2).—Критический обзор исследований по измерителям (Арнольд В. В., Белелюбский В. И., Васильев И. И., Васильев М. И., Велижанин А. И., Гангардт А. И., Жирардьё Р. Р., Новак Т. К., Казанский Е. В., Калабановский В. К., Кульжинский С. И., Перекрестов П. И., Сокович В. А., Страхов В. М., Фролов А. М., Фролов А. Н., Хальфин В. С.) (7).—Учет грузового направления (27).—Учет одиночного пробега паровоза (32).—Оборот вагона (33).—Суточный пробег вагона (36).—Расход вагоно-дней по отдельным операциям (37).—Отношение пробега груженого к общему (41).—Полезная нагрузка на ось вагона (42).—Количество полезных тонно-километров на ось вагона в сутки (43).—Вагоны вне перевозок (43).—Коммерческая скорость поезда (44).—Полный вес поезда (45). Z—Число полезных тонно-километров на поезде-сутки (45). Z—Работа поездных бригад (45).—Оборот паровоза (45).—Суточный пробег паровоза (46).—Вспомогательный пробег паровоза (46).—Использование тяговой силы паровоза (47).—Число полезных тонно-километров на 1 паровоз в сутки (47).—Паровозы вне перевозок (47).—Пассажирское движение (47).—Пригородное движение (49).—Хозяйственное движение (49).—Густота движения (49).—Схема техническо-эксплоатационных измерителей (49).—Заключение (50).

**Общее понятие об измерителях.** Практика железнодорожной эксплуатации создала ряд терминов, служащих для характеристики работы железнодорожного механизма со стороны ее количества. К ним принадлежат общеизвестные „пассажиро-километры“, „тонно-километры“, „вагоно - километры“, „поездо - километры“, „паровозо - километры“, „вагоно-сутки“ и т. п. Каждый такой термин выражает единицу особой меры количества железнодорожной работы. Поэтому эти меры получили название количественных измерителей. Но параллельно с ними практика создала еще и особые понятия, характеризующие ту же работу с точки зрения использования железнодорожного механизма. Таковы, напр., густота движения, средняя нагрузка вагона или поезда, суточный пробег вагона или паровоза и т. п. Эти понятия нуждаются также в мерах количества, но не абсолютного, а относительного, и также именуются измерителями. Но в противоположность измерителям первого рода, т. е. чисто количественным, измерители второго рода можно было бы назвать количественно-качественными, но для краткости назовем их просто качественными. Не приходится отрицать,



что правильность такого наименования можно и оспаривать. Говоря о качестве работы железной дороги, может быть, естественной было бы подразумевать под этим степень удовлетворения железной дорогой ее клиента со стороны сохранности, срочности, дешевизны и удобства перевозок. Но мы останемся при первоначальном определении. А так как интерес в этой работе могут представить лишь измерители 2-го рода, то в дальнейшем они будут называться просто измерителями, чем исключается надобность дискуссии по терминологии.

Степень успешности использования железнодорожного механизма зависит одновременно от многочисленных и разнообразных факторов, из которых одни для него являются внутренними (мощность механизма, методы эксплуатации, действия руководителей и исполнителей и т. п.), другие—внешними (нормы закона, характер предъявляемых перевозок, погода и т. п.). В свою очередь внутренние факторы могут быть разделены на зависящие и на независящие от агентов той или другой категории.

Железнодорожная мысль в своих исканиях всегда стремилась к таким измерителям, которые разграничивали бы влияние факторов внешних и внутренних, зависящих от железнодорожных служащих и независящих или, как их иногда называют, объективных и субъективных условий.

Роль измерителей прежде и теперь. Надобность в особых измерителях должна была появиться при составлении первых же смет и отчетов на расходы эксплуатации, т. е., повидимому, с открытия первых железных дорог. Но систематизация измерителей требовала, как своей предпосылки, правильно поставленной статистики. У нас статистические сведения о дорогах всей сети появляются с 1877 г., когда вышел первый выпуск Статистического сборника МПС. В этом Сборнике мы встречаем годовые пробеги 1 вагона (пассажирского и товарного), среднее число занятых мест на 1 ось пассажирского вагона, процент занятых мест от предоставленных, число пудов и пудо-верст на 1 ось товарного вагона в год и среднюю нагрузку на ось. Пробеги паровозов отсутствуют. После имевшего места соглашения об особой схеме статистики между европейскими дорогами (включая Россию) на Гаагской конференции в 1881 году Статистический сборник МПС, по словам И. И. Рихтера <sup>1)</sup>, отразил на себе следы этого соглашения. С точки зрения измерителей этот Сборник интересовался только использованием подвижного состава по нагрузке и лишь давал материалы для вычисления некоторых измерителей по использованию во времени. Только в начале 90-х годов с образованием в МПС отдела движения стали издаваться отчеты с показанием и скоростных измерителей. Особое внимание привлекли к себе измерители с образованием порайонных комитетов по регулированию перевозок, уделявших в

<sup>1)</sup> И. И. Рихтер. Опыт нормальной классификации статистических сведений. „Железнодорожное дело“, 1910 г.



своих отчетах очень много места оценке технико-эксплуатационной деятельности дорог. По требованию МПС и дороги начинают прилагать к своим годовым отчетам по эксплуатации краткие обзоры по использованию устройств и оборудования. Но не во всех странах железнодорожная статистика и измерители скоро получили достаточное развитие. В Англии, напр., первая дорога раскочалась учитывать пассажиро-мили и тонно-мили лишь к началу нынешнего столетия, как это видно из международного бюллетеня за 1902 г., причем это дало повод к рассуждениям на тему о том, что лучше „статистика без здравого смысла“ или „здравый смысл без статистики“. По заявлению представителя английских железных дорог в 1910 г. на Бернском международном конгрессе железных дорог вопрос об учете пробега перевозок оставался безнадежным еще и тогда. На том же конгрессе представитель САСШ Коунти выдвинул следующие основные тезисы для железнодорожной статистики:

„Каковы бы ни были методы статистики, для их отчетливого и сознательного уразумения всегда необходимо: 1) личное знакомство с движением и приемами эксплуатации со стороны лиц, пользующихся статистикой, 2) быстрота, с которой статистика достигала бы руководителей эксплуатации, 3) отделение в каждой статистике фактов, зависящих от распоряжения начальника службы, от фактов, не зависящих, или слабо зависящих“.

Переходя к современному положению, мы видим, что измерителям придается такое большое значение, какого они никогда раньше не имели. Прежде измерители предполагались, теперь они предлагаются. Прежде неосуществление предложенного измерителя относилось скорей на счет неумения его предугадать, теперь всякое ухудшение измерителя против предложенного считается дефектом исполнения.

Для наглядной характеристики современного положения с измерителями, считаю полезным привести графики №№ 1, 2, 3 и 4, составленные мною по данным статьи В. Новикова-Максимова — Достижения в области эксплуатационных измерителей за 1928/29 г. (Тр. и Хоз. № 1) и граф. № 5, комбинированный из данных граф. № 3 и № 4. На каждом графике дороги расположены в порядке роста данного измерителя за 1927/28 г. Если сравнить фактические величины суточных пробегов вагона и паровоза за 1927/28 и 1928/29 гг., то оказываются значительные достижения по всей сети и почти по каждой дороге в отдельности. Исключение по пробегу вагонов — две дороги. Значительно хуже дело с нагрузкой на ось. Здесь уже по 11 дорогам ухудшение. Если же будем сравнивать фактические цифры с нормативными, то картина резко изменится. По суточному пробегу паровоза вместо резкого улучшения на всех дорогах, получим на 18 из 26 ухудшение. Почти то же самое по пробегу вагона. Вместо ухудшения по двум дорогам — на „черную доску“ попадают целых 16



График № 1.—Суточный пробег рабочего паровоза в товарном движении.

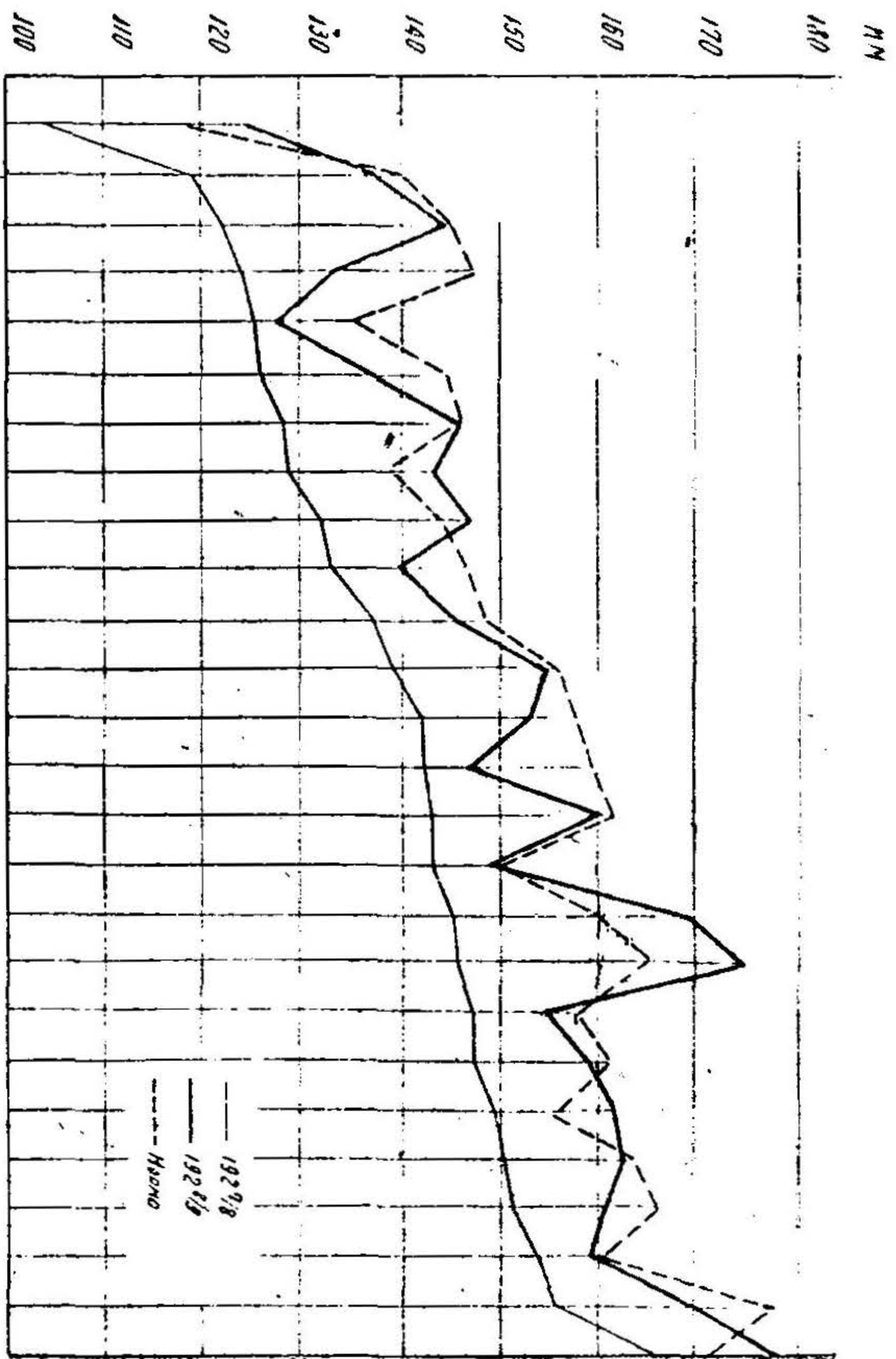


График № 2.—Суточный пробег рабочего вагона товарного парка.

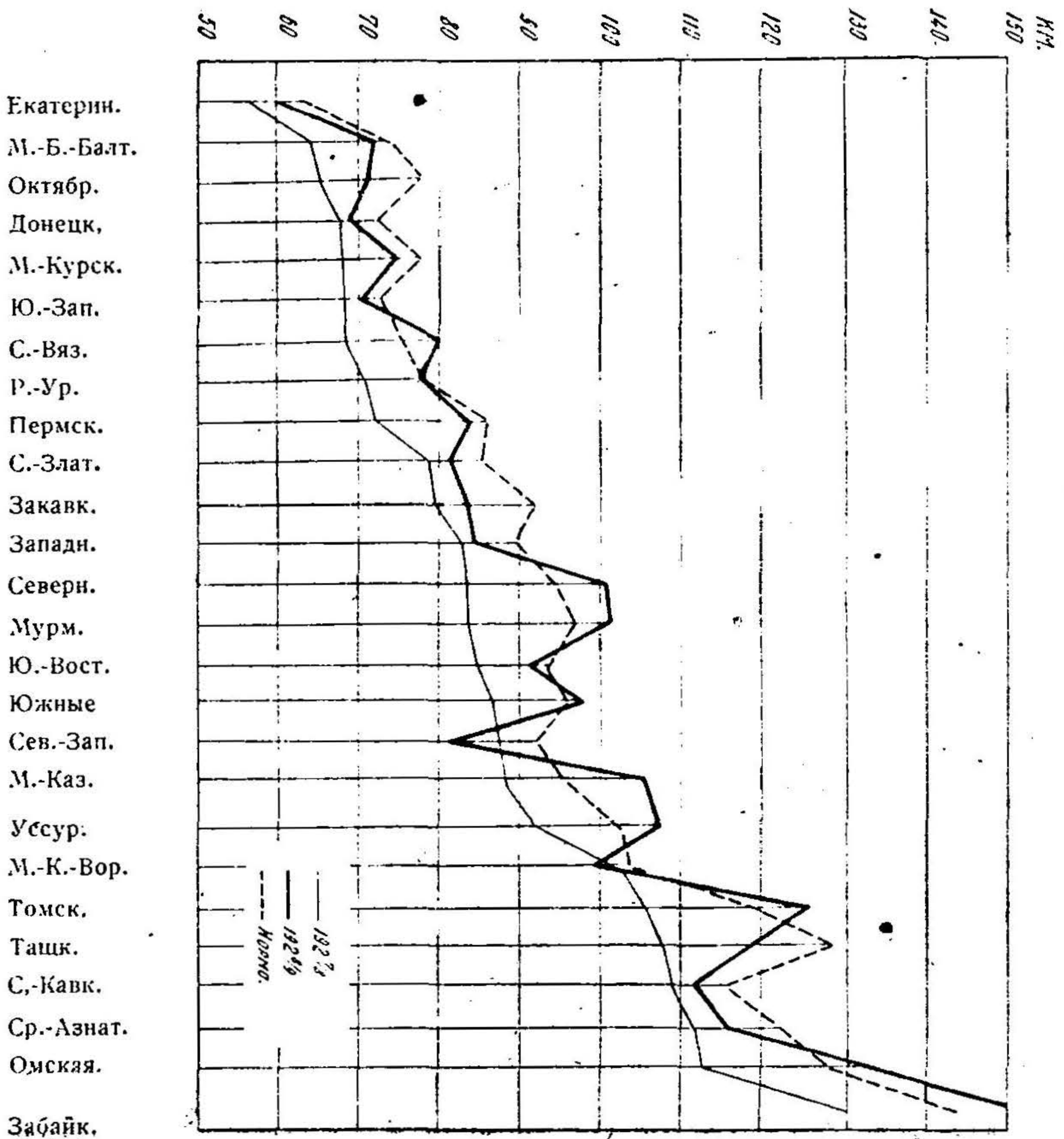




График № 3.— Средний состав товарных поездов (в осях).

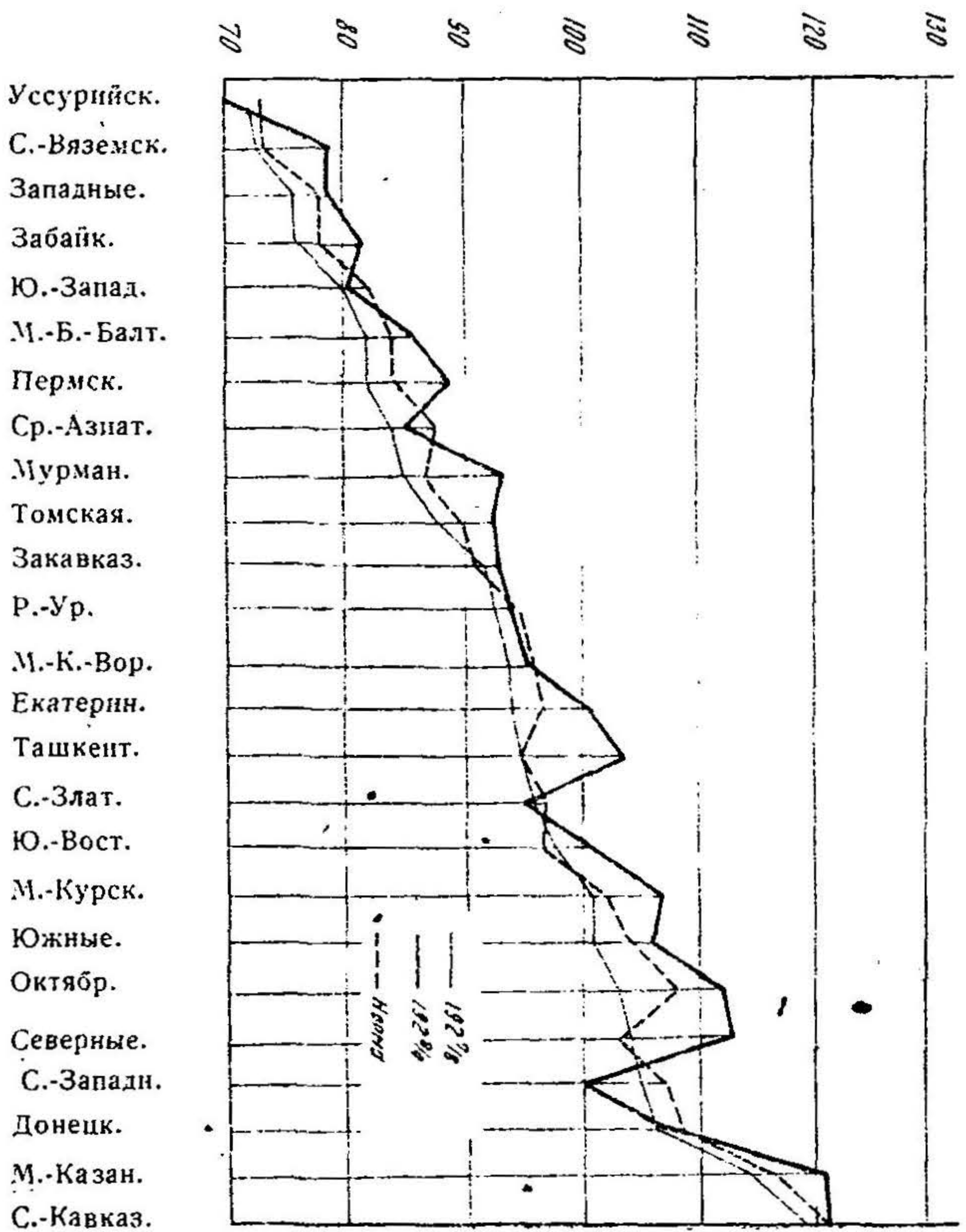


График № 4.— Средний нагрузка на ось товарного вагона груженого и порожнего.

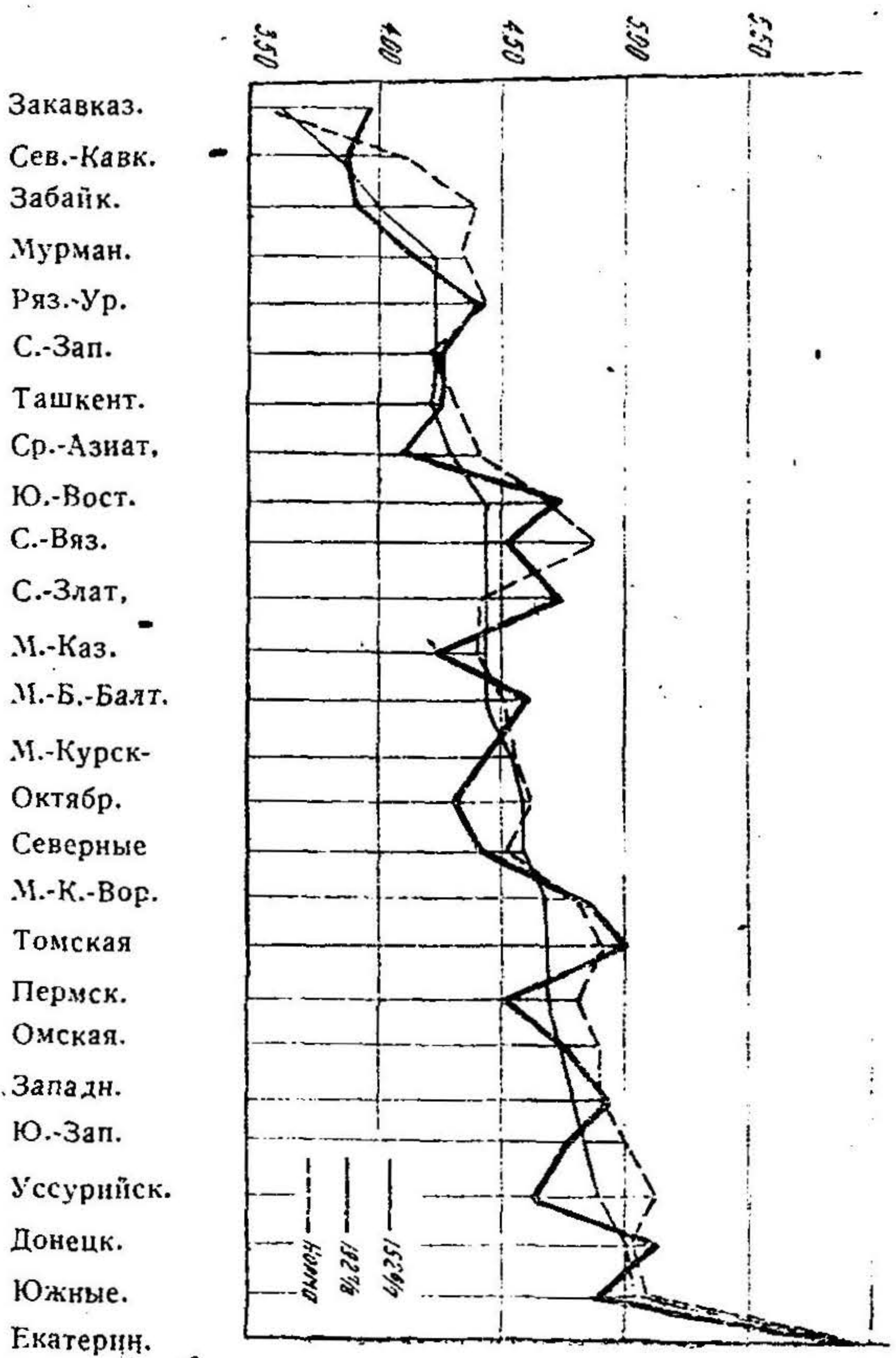
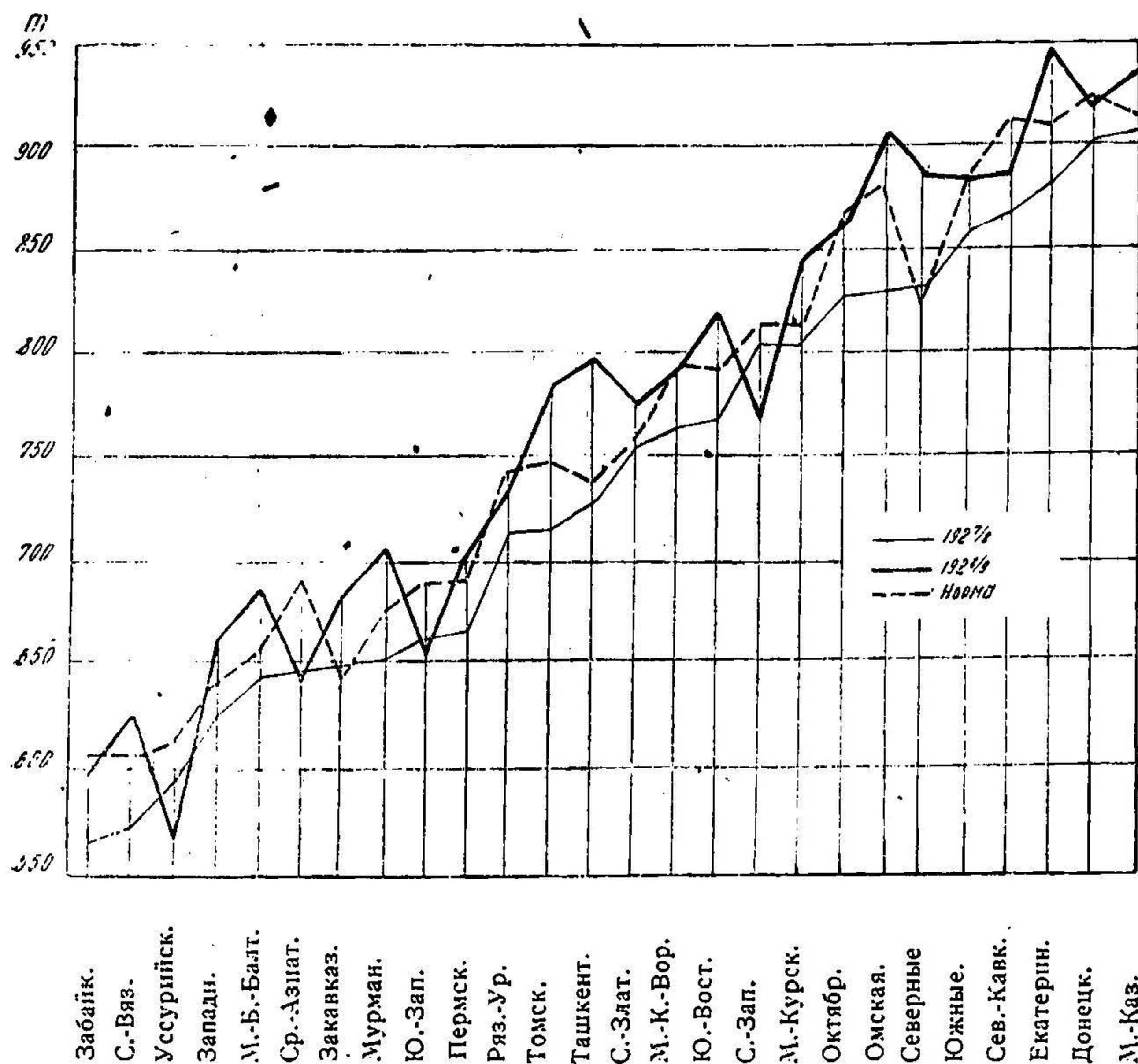




График № 5.—Средний вес брутто товарного поезда.



из 26. Как это ни странно, по измерителю, наиболее отражающему влияние внешних обстоятельств (характера грузового потока) — по весу поезда брутто — ухудшение против заданного только в 9 случаях. С чем мы здесь, вообще, имеем дело — с неудовлетворительным исполнением или с неудачным заданием? Вероятно есть и то и другое. Принимая во внимание трудности нормирования, была бы большим ущербом для этого важного дела преждевременная уверенность, что мы им вполне овладели.

Центральному, большого значения, факту, что изменение цифр измерителей за год показывает большие достижения, мы обязаны факторам, внешним и внутренним. Внешние факторы — значительный рост грузооборота, который не давал нашему подвижному составу излишнего отдыха и вместе с тем давал возможность лучше использовать вагоны и поезда по весу. Это соображение элементарное, не нуждающееся в доказательстве. Внутренний фактор — кампания с измерителями. Каждый исполнитель, видя, что за результатами его деятельности неусыпно следят, невольно начинает подтягиваться. Не нужно только перегибать палку, задавая нормы, может быть, и имеющие видимость теоретического обоснования, но практически явно не



достигаемые. Неисполнимость норм не только не возбуждает энергии к улучшению порученного дела, но даже способна ее угашать.

**Критический обзор исследований по измерителям.** Этот обзор желательно было бы вести систематически по отдельным измерителям. Но так как большинство исследователей касались не одного, а многих измерителей и притом в их логической связи, то в обзоре приходится держаться смешанного способа: вести изложение частично по измерителям, частично по авторам.

В 1925 г. в трудах НТК появилась статья проф. В. В. Арнольда — „Об измерителях утилизации товарного вагонного парка“. В ней Арнольд различает количественные измерители работы и качественные измерители утилизации средств. Он разбирает сперва измерители оборота вагона и его суточный пробег. Выражая тот и другой алгебраически и замечая, что каждый из них зависит от длины рейса груженого вагона, от отношения пробега порожнего и груженого, от коммерческой скорости поездов и от простоев на станциях вне поездов, Арнольд указывает, что первые два фактора совершенно не зависят от распорядителя движением, а последние два, хотя и зависят от него, но не полностью. Поэтому он не считает возможным принять ни оборот вагона, ни суточный его пробег „за измеритель утилизации вагонного парка, т.-е. за критерий, при помощи которого мы можем давать качественную оценку результатам действий распорядителя движения по использованию находящихся в его ведении вагонов“. Он не считает их даже приблизительными качественными измерителями, имея в виду их неустойчивость при изменении длины рейса от нагрузки до нагрузки.

Далее Арнольд выдвигает измеритель  $\frac{\text{тонно-километр}}{1 \text{ ваг.-осе-сутки}}$ , отмечая, что этот измеритель есть произведение из средней нагрузки на ось вагона и средне-суточного его пробега. От этих количественных измерителей он переходит к качественной оценке утилизации вагонов, сравнивая их со стандартами. Для средней нагрузки таким стандартом является подъемная сила осе-вагона. Для суточного пробега вагона стандарт нужно выработать, причем проще это сделать для оборота вагона, разложив его на отдельные операции, через которые проходит вагон.

В общем, анализ, сделанный Арнольдом над главнейшими измерителями в области вагонного хозяйства, является вполне правильным, но некоторые его конечные выводы нуждаются в поправках.

Средняя подъемная сила вагоно-оси, не говоря о трудностях ее учета при постоянном переходе вагонов с дороги на дорогу, не может служить стандартом для средней нагрузки вагоно-оси. Стандарт не есть недостижимый идеал, а есть образец для подражания. Чтобы нагрузка на ось приблизилась к подъемной силе, нужно было бы отказаться от перевозки всех грузов такого удель-



ного веса, при котором вместимость вагона заполняется, а подъемная сила нет. Но это невозможно, а при наличии таких грузов коэффициент Арнольда очень мало говорит о качестве распорядительных по движению действий. Стандартизация оборота вагона также едва ли может достигать цели. Всякий стандарт устанавливается *ante factum*. Если действительный оборот оказался меньше стандартного, то нужно еще выяснить, отчего это произошло. Может быть изменилось соотношение поездов прямых и сборных, ухудшилась погода, а вследствие того или другого упала коммерческая скорость поездов. Может быть соседняя дорога скунее стала маршрутизировать поезда и от этого на нашей дороге увеличился простой вагонов на распорядительных станциях. Может быть общий размер движения не изменился, но изменилась конфигурация его по линиям или участкам дороги, что повлекло увеличение простоев на распорядительной станции и т. д. и т. п. Но может быть и обратно. Фактический оборот оказался близким к стандартному, но это случилось благодаря изменению независимых факторов в благоприятную сторону, вопреки ухудшенному руководству или исполнению. Таким образом сравнение фактического оборота со стандартным тоже не достаточно для суждения о качестве работы эксплуатационных агентов.

В том же 1925 году появилась брошюра инж. Н. Н. Перекрестова — „Рабочий товарный парк и оценка его работы“.

Перекрестов произвел тоже чрезвычайно основательный анализ измерителей „оборот вагона“ и „средний суточный пробег“, рассмотрев их изменения в зависимости только от конфигурации грузовых потоков, т.-е. внешних факторов, причем все остальные характеристики, как-то: коммерческая скорость, простой на станциях под разными операциями, длина груженого рейса оставались постоянными. Тем не менее, при изменении конфигурации грузовых потоков наблюдаются случаи при „улучшении“ оборота вагона „ухудшение“ суточного пробега и наоборот. Отсюда вывод, что ни о каком улучшении или ухудшении процесса при изменении величин означенных измерителей говорить не приходится, а можно говорить только об изменении арифметических величин формулы оборота или суточного пробега. Поэтому Перекрестов предлагает эти измерители изъять из эксплуатационного обихода, как не только бесполезные, но даже вредные, вводящие в заблуждение.

На смену этим непригодным для оценки качества работы парка коэффициентам Перекрестов вводит новый измеритель. Он предлагает сравнивать фактический товпарк с тем, который необходим для продвижения грузов со скоростью, устанавливаемой уставом железных дорог. При отсутствии уважительных причин не должно быть на дороге просрочек, но и большой процент прибытия ранее срока, по мнению Перекрестова, не может рассматриваться, как положительное явление, если им вызываются дополнительные расходы.



Перекрестов разлагает фактический парк на следующие составные части: вагоно-дни под станционными операциями (груженые и порожние отдельно); то же, на распорядительных станциях; то же, в организованных поездах (груженые и порожние отдельно). Под станционными операциями он подразумевает грузовые и обменные. Для исчисления парка по срокам доставки он вводит в учет перевозки повагонные и попутные, транзит, ввоз, вывоз и местное сообщение. Получается весьма многочленная формула, которую он делит на формулу фактического парка и получает коэффициент утилизации товарного парка. Кроме этого общего коэффициента, исчисляется еще ряд частных — из сравнения различных комбинаций членов числителя и знаменателя формулы.

Как на одну из особенностей работы Перекрестова нужно указать на его предложение: во-первых, отказаться от стремления выделять во что бы то ни стало излишние вагоны в запас, во-вторых, отказаться от жесткого принципа направления порожняка исключительно в порожнем направлении. С точки зрения экономии маневровой работы, а иногда и порожнего пробега, может быть, по мнению Перекрестова, выгодно задержать порожняка из-под разгрузки на тех станциях, где возможна затем погрузочная работа.

Далее Перекрестов обратил внимание на одно обстоятельство, само по себе очень элементарное, но как-то обычно упускаемое из виду, а именно на то, что средняя коммерческая скорость поездов вовсе не есть средняя скорость следующих в них вагонов, если составы в поездах неодинаковы.

Переходя к оценке капитального труда Перекрестова, должно признать, что ко всем доводам против „оборота вагона“ и „суточного пробега вагона“, как измерителей качества работы распорядителей движения, доводам, приводимым другими исследователями, он привел весьма существенные новые. Предложение о задержке вагонов на станции разгрузки для использования их на этих же станциях может быть принято в периоды избытка вагонов. В периоды же недостатка оно едва ли приемлемо.

Что касается предложенного Перекрестовым нового измерителя утилизации товарного парка, исходящего из установленных законом сроков доставки грузов, то по этому поводу приходится сказать следующее.

Устав дает сроки доставки не средние для всех грузов, а максимальные для каждого отдельного груза. Когда-то С.-Петербургским по-районным комитетом был сделан учет скорости продвижения для 30 тысяч отправок. Среднее действительное время доставки оказалось равным 68% от уставного времени (см. отчет СПб. пор. ком. 1911 г.). Есть группа в 29 отправок, затратившая 152% и группа в 222 отправки — 39% от уставного времени. Пределы колебаний для отдельных отправок, несомненно, еще шире. Если бы среднюю из этих 30 тысяч отправок



вести строго по ритуалу уставной скорости, то мы имели бы, во-первых, примерно до 50% просрочек и, во-вторых, затрату вагонов, примерно, на 32% больше. Если же подводить под устав не среднюю отправку, а самую медленную из них, то получится то, что было получено — 68% уставной скорости, ибо забота о недопущении просрочек всегда имела место. Но расчет парка по сроку доставки тут остается не при чем. Не фактические измерители эксплуатации вытекали из норм закона, а нормы закона учитывали действительные возможности. Лет восемь тому назад мы имели транспорт, еще носивший следы разрухи, и нормы доставки были ему соответственные. По мере восстановления технических норм, улучшались и юридические. Обратная зависимость едва ли должна иметь место.

В 1926 году вышло исследование инж. П. П. Перекрестова — „Учет и оценка расхода паровозов“. Так как использование паровозов находится в ведении двух независимых друг от друга отделов — тяги и эксплуатации, то для правильной оценки этого использования необходимо строгое разграничение сферы деятельности каждого из двух отделов. Перекрестов предлагает их делить по следующему признаку: Эксплуатация отвечает за использование каждого здорового паровоза, больной же паровоз есть предмет заботы исключительно Тяги. Так как учет расхода паровозов, по Перекрестову, должен вестись в паровозо-часах, то момент перехода паровоза из здорового состояния в больное или обратно есть вместе с тем — момент перехода паровоза из ведения одного отдела в ведение другого. При этом нахождение паровоза в промывке Перекрестов справедливо рассматривает, как состояние аналогичное болезненному.

Предложение Перекрестова о линии разграничения, разумеется, можно оспаривать. Можно утверждать, что ни за процедуру снабжения паровоза вообще, ни за, напр., течь дымогарных труб на перегоне с ее последствиями для коммерческой скорости в частности, отдел эксплуатации отвечать не может. Все это правда, но из всех возможных линий разграничения, из которых ни одна не может дать абсолютного решения, Перекрестов предложил наилучшую. Далее Перекрестов предлагает вести учет паровозо-часов по родам движения (пассажирскому, товарному, хозяйственному, маневровому), по направлениям (грузовому и обратному). Одиночный пробег предлагает рассматривать, как поездной с нулевой нагрузкой, двойную тягу и подталкивание, как вспомогательный пробег для поездного. Исходя из этого, Перекрестов строит формулу степени использования паровоза, которая дает число тонно-километров брутто на 1 паровозо-час в поездном движении, считая одиночный пробег, двойную тягу и подталкивание. Фактическую степень использования он сравнивает с возможной по расчету максимальной, устанавливая стандарты для нагрузки поезда брутто, коммерческой скорости, вспомогательного пробега и т. д. Получается в результате формула, хотя теоретически



правильно построенная, но весьма громоздкая и все-таки не охватывающая многих сторон. Например, влияние сборных поездов, существенно понижающих и коммерческую скорость и средний вес поезда, остается неучтенным. Затем, как и всякая тотальная, формула Перекрестова включает в себя неравноценные независимые переменные. Так, если ценность излишне затраченного холодного паровозо-часа обозначим через 1, то ценность излишне затраченного из-за понижения коммерческой скорости паровозо-часа нужно будет принять, по крайней мере в  $2\frac{1}{2}$ , а ценность излишне затраченного паровозо-часа из-за уменьшения веса поезда уже в 5. А если так, то зачем эти неравноценные часы сводить в одну формулу, результаты которой только могут вводить в заблуждение? Напр., если будет сэкономлено 1 000 холодных паровозо-часов и перерасходовано 300 паровозо-часов на весе поезда, то формула даст экономию в 700 паровозо-часов, а денежная касса — перерасход в  $300 \times 5 - 1000 = 500$  денежных единиц. Этот конечный вывод отнюдь не умаляет большого плодотворного труда Перекрестова, в котором все исходные положения являются совершенно правильными.

В трудах XIII Технического Совещат. съезда по эксплуатации (1927 г.) помещен доклад А. И. Гангардта — „О природе измерителей работы подвижного состава и их сравнительной ценности“. В докладе Гангардт принимает следующее определение понятия „измеритель“, данное Ицгловитовым в его „К вопросу о вагонном хозяйстве на русских железных дорогах. 1909 г.“: „для оценки успешности производства работы всего или известной отрасли хозяйства стремятся установить такой измеритель, изменение которого в ту или другую сторону показывало бы, подобно барометру, ухудшение или улучшение дела. К измерителю предъявляются два требования: чтобы он, во-первых, возможно нагляднее отражал в себе контролируемую отрасль хозяйства и, во-вторых, чтобы получение его производилось без особых затрат и потери времени“. Развивая это определение, Гангардт требует, чтобы измерители отражали в себе все стороны данной отрасли хозяйства и чтобы каждый из них зависел от небольшого числа переменных, влияние которых легко учесть.

Для характеристики использования подвижного состава Гангардт считает достаточным ответить на 4 основных вопроса:

- 1) в какой мере использована подъемная сила вагона,
- 2) тоже тяговая сила паровоза,
- 3) насколько быстро оборачиваются вагоны,
- 4) то же, паровозы.

Измерителем использования подъемной силы вагона могло бы быть процентное отношение действительной нагрузки к подъемной силе вагона. Но ввиду большого разнообразия типа вагонов, приходится ограничиваться абсолютной средней величиной нагрузки на ось вагона. Так как эта величина зависит от рода перевозимых грузов, от отношения порожнего пробега к груженому, от расстояния,



которое сборный вагон проходит без отгрузки в пути, и от степени использования при погрузке подъемной силы или вместимости вагона и так как из этих четырех факторов первые три не зависят от распорядителя движением, то Гангардт вообще находил, что измеритель „средняя нагрузка на ось вагона“ ни в какой мере не может служить для оценки качества работы, а представляет собой простую статистическую данность. Несколько более пригоден измеритель статическая нагрузка на ось груженого вагона, так как он свободен от отношения порожнего пробега к груженому и от дальности пробега разных родов груза.

Измерителем использования тяговой силы паровоза обычно является средний вес поезда брутто и его приближение к тяговой силе паровоза. Но этот вес может уменьшиться в зависимости от полезной длины приемных путей, от условий погоды, от отцепок по болезни, от прицепок и отцепок на промежуточных станциях, от недостатка груза при слабом движении. Все эти причины не зависят от распорядителя движения. От последнего зависит все же очень многое. Поэтому этот основной измеритель может служить для оценки использования тяговой силы при условии анализа причин, влияющих на его изменение, как-то: соотношения между дальними и сборными поездами, влияния погоды, мощности паровоза, двойной тяги или подталкивания. Последние два фактора могут увеличить средний вес поезда, но не быть выгодными для эксплуатации.

Измерителями использования вагона во времени являются средний оборот вагона в сутки от нагрузки до нагрузки и средний суточный пробег рабочего вагона. Оба эти измерителя зависят от длины рейса груженого вагона, от отношения порожнего пробега к груженому, от коммерческой скорости поездов, от времени простоя вагона на станциях вне поездов. Первые два фактора совсем не зависят от распорядителя движения, третий отчасти не зависит, четвертый зависит в большей части, но не совсем. Пользуясь этими измерителями нужно параллельно производить анализ изменения указанных факторов, причем чувствительность к их изменению в обоих измерителях различная.

Измерителей использования паровоза во времени существуют три: 1) оборот паровоза в часах между двумя последовательными выходами из основного депо или полный оборот, 2) оборот от приема паровоза агентами движения в основном депо до сдачи в него обратно или, так называемый, движенский оборот, и 3) суточный пробег паровоза. Величина оборота зависит от коммерческой скорости поездов и от времени пребывания паровоза в депо. Применение этого измерителя удобно только по отношению отдельного участка. Для целой дороги удобней измеритель—суточный пробег паровоза. Но последний зависит от большого числа факторов, как-то: длины участков и распределения по ним пробегов, от коммерческой скорости на каждом,



от простоев, в ожидании отправления поезда, сдачи паровоза, системы обслуживания бригадами, от густоты движения и т. д. Пользование и этим измерителем требует анализа изменений всех многочисленных факторов, в него входящих.

Такое положение с основными измерителями, когда они сами себе не позволяют делать какие-либо выводы о качестве выполненной работы, а требуют параллельного изучения массы входящих в них факторов, заставило Гангардта признать все эти измерители лишь количественными. Для суждения же о качестве использования вагона или паровоза Гангардт считает необходимым сравнивать фактические величины измерителей со стандартными.

За стандарт средней нагрузки на ось товарного вагона Гангардт принимает статическую нагрузку груженого вагона своей погрузки, определенную, исходя из учета главнейших родов груза и их повагонных норм и задавшись нормой погрузки мелочных грузов. Полученную таким образом среднюю теоретическую нагрузку нужно помножить на некоторый коэффициент, близкий к единице.

Стандарт среднего веса поезда Гангардт устанавливает, исходя из стандартной нагрузки груженого вагона, полного использования тяговой силы для поездов из груженных вагонов, а для поездов из порожних вагонов полную допускаемую длину поезда. Ввиду же неиспользования тяговой силы сборными поездами вводится коэффициент, равный от 0,8 до 0,9.

Для определения стандарта оборота вагона и суточного пробега Гангардт прибегает к известной формуле оборота И. И. Васильева, причем не скрывает, что такое определение стандарта является очень сложным, так как требует даже хронометражных наблюдений.

Наконец, стандарт суточного пробега паровоза Гангардт определяет следующим образом. Берет обычную формулу потребности паровозов на пару поездов. Определяет для каждого участка стандарты коммерческой скорости поезда, простоев паровоза на станции основного и оборотного депо, а затем и полную потребность паровозов на всю дорогу. Зная общий пробег всех паровозов в сутки, по разделении его на общее количество потребных паровозов, получает стандартный суточный пробег паровоза. Здесь автор также вводит коэффициент, равный 0,80.

Гангардт в результате своего исследования дал правильное заключение о непригодности существующих измерителей для оценки качества распорядительной деятельности. Но выход из положения он видит в установлении стандартов к этим измерителям. О таких стандартах, по самой своей природе весьма условных, и потому спорных, а кроме того, обязанных отражать в себе всю ту же совокупность факторов, внутренних и внешних, что и самые фактические измерители, наше суждение уже было высказано. Числовые же коэффициенты, предлагаемые Гангардтом, по самой своей природе не могут не быть произвольными.



В трудах того же XXIII съезда имеется доклад Г. К. Новака — „Недостатки существующей системы измерителей качества эксплуатации вагонного парка и средство к ее усовершенствованию“.

Новак приводит ряд статистических данных об обороте вагонов и о среднем суточном пробеге вагонов для всей сети, для некоторых дорог и для отделений Юго-западной железной дороги. Из этих цифр видно, что никакой закономерности в изменении величин этих измерителей нет. Напротив того, постоянно замечаются в них противоречия. „Целое поколение больших железнодорожных авторитетов, говорит Новак, все свои старания прикладывало к тому, чтобы усовершенствовать измеритель оборота. Каждый более или менее значительный автор считал необходимым обзавестись своей формулой оборота“. Но эти старания, по мнению Новака, не только не вносили ясности, но еще более запутывали вопрос. Он цитирует формулы оборота Белелюбского и И. И. Васильева и находит, что в них даже и „разчленения“ оборота на части в сущности не имеется, в особенности в формуле Васильева. Если же признать наличие такого разчленения, то неизвестно, как им пользоваться. Вообще пользование этими формулами и сложно и сопряжено с риском ошибок при собирании нужных материалов. Далее, ссылаясь на книжку „Оборот товарного вагона“ М. И. Васильева и других, Новак находит, что и идея стандартности к обороту вагона не применима. Положенный И. И. Васильевым в основу рационализации вагонного хозяйства принцип достижения максимума перевозочной продукции Новак считает также неправильным или, по крайней мере, устаревшим. Принцип этот получил право на господство в те времена, „когда почти каждый год то в том, то в другом месте возникали целые бедствия в виде так называемых хлебных залежей“. Далее Новак утверждает, что вагон, если иметь в виду расходы эксплуатации, „безусловно единицей расхода являться не может. Расходной же единицей в смысле эксплуатационном является вагон, использованный во времени и в пространстве, т.-е. вагоно или осе-километр. С этой единицей действительно имеют связь все так называемые эксплуатационные расходы и потому ее, и только ее, необходимо положить в основание системы измерителей“. Подвергнув анализу существующие измерители, Новак находит в них внутренние противоречия, главнейшей причиной которых является смешение в одну кучу вагонов груженых и порожних. Так средний суточный пробег груженого вагона увеличивается, т.-е. улучшается от уменьшения простоев груженых вагонов и от уменьшения времени их следования в поездах (т.-е. от увеличения коммерческой скорости). Суточный же пробег порожних вагонов тоже улучшается от улучшения коммерческой скорости, но увеличение его простоев представляет собою с точки зрения использования вагона явление нейтральное, так как качество использования вагона, с точки зрения принципа наименьшей затраты вагоно-километра пробега, от увеличения вагоно-часов порож-



него простоя не изменяется. Эти рассуждения заставляют Новака прийти к конечному выводу, что принцип построения новой системы измерителей работы вагонного парка требует отделения груженной части парка от порожней. Таким образом работа груженных будет погрузка + прием груженных. Работа порожних равна выгрузке + прием порожних.оборот груженных вагонов равен груженному пробегу, деленному на работу груженных. Аналогичен оборот порожних. Так же легко найдем и средний суточный пробег отдельно груженных и отдельно порожних. Переходя к внутреннему использованию вагона, Новак находит, что средняя нагрузка на ось не может быть измерителем качества использования, так как она существенно зависит от родов грузов. Здесь нужна стандартизация. Стандартом может служить норма повагонной нагрузки, а так как не для всех грузов такая норма имеется, то ее нужно установить для всех и тогда можно будет выводить коэффициент внутреннего использования вагона, как частное от деления суммы действительных нагрузок на ось на сумму повагонных норм на нее.

По поводу работы Новака необходимо отметить следующее.

1) Предложение о разделении учета вагонов на груженные и порожние заслуживает полного внимания.

2) При установлении внутренних противоречий в измерителях Новак полагает, что лишний простой порожних вагонов есть фактор нейтральный. Если вагонов — избыток, то — да. Если же их недостаток, то безусловно нет.

3) Утверждение, что с расходами эксплуатации связан только один измеритель — вагоно-осе-километр, с точки зрения формы сметы и отчета, может быть, и правильно, но по существу не верно. Еще Ломоносов в своих „Проблемах“ в 1910 г. устанавливал расход эксплуатации по содержанию вагоно-суток в простое. В позднейшем (XXII Съезд представителей Эксплоатации) развивал ту же идею и я.

4) Мнение об устарелости принципа совершения заданных количеств перевозок с минимальным количеством средств представляется каким-то недоразумением.

5) Суждение его о совершенной непригодности для количественной оценки утилизации вагонов формул Белелюбского и И. И. Васильева не обосновано.

Необходимость учитывать отдельно порожние и груженные вагоны доказывает в своем докладе и инж. М. И. Словиковский.

XXIII Съезд по докладам Гангардта, Новака и Словиковского вынес постановление о сохранении измерителей — оборот и средне-суточный пробег вагонов — как наиболее простых, естественных и достаточно показательных для оценки работ при сопоставлении их со стандартными, и о полезности расчленения работы вагона на работу в груженом и порожнем состоянии.

Непригодность для непосредственной оценки степени использования вагонного парка измерителей „оборот вагона“ и „суточный пробег



вагона“ заставил исследователей обратиться к методу расчленения времени оборота вагона на его главнейшие составные части. Первые сведения о таком методе мы встречаем в Трудах V СовеЩательного Съезда представителей движения в 1889 г., из которых видно, что на Московско-брестской железной дороге для расчета потребности в товарных вагонах определялось для каждого направления количество имеющих проследовать вагонов, продолжительность хода в поездах, сумма простоев на начальной, конечной и других станциях, а отсюда и продолжительность оборота по каждому направлению.

В 90-х годах департаментом железных дорог было установлено разложение затраты вагонов на процессы: 1) следование в поездах, 2) простой под нагрузкой, 3) тоже—под выгрузкой, 4) тоже—на депо-вской станции и 5) тоже—на сортировочной.

В 1906 году в Известиях собрания инженеров путей сообщения была помещена статья инж. С. П. Кульжинского об определении потребности в товарных вагонах, сущность которой была им изложена в Технике и Экономике путей сообщения в 1921 г. В ней Кульжинский, считая крайне важным для руководителей железнодорожного хозяйства иметь „измерители, позволяющие в любой момент быстро и объективно правильно оценивать качество эксплуатационного хозяйства на данной дороге или участке и сравнивать результаты работы данного участка или дороги с результатами работы других участков или дорог“, и находя неудовлетворительными существующие измерители „коммерческая скорость“ и „оборот вагона“, предлагает следующие измерители.

1) Степень использования товарного вагона Кульжинский определяет из рассмотрения 7 положений, в которых может быть вагон (обмен, нагрузка, выгрузка, внутренние узлы, в поездах, в избытке, в ремонте). Для каждой операции Кульжинский дает известную норму затраты времени (напр., на нагрузку, выгрузку и обмен—по суткам на вагон, в поездах—15 км/ч. на однопутной линии и т. д.) и для данных размеров работы определяет потребный вагонный парк. Отношение теоретической величины последнего к фактической является показателем качества работы вагонов.

Положение Кульжинского в принципе совершенно правильное, но при условии, что нормы или стандарты затраты времени на отдельные операции отнюдь не будут универсальными, а будут меняться во времени и пространстве в зависимости от различия условий места и времени. Заметим также, что показатель качества Кульжинского является показателем, комбинированным из 7 измерителей, вышеперечисленных. И, может быть, будет проще и нагляднее изучать каждый из этих 7 измерителей в отдельности.

2) Среднюю техническую скорость работы паровоза Кульжинский определяет как частное от деления числа сделанных за сутки поездок-километров на число затраченных на них паровозо-часов, считая в том



числе порожний пробег и двойную тягу, а равно и все простои с момента перехода паровоза из распоряжения Тяги в распоряжение Движения и до момента обратной передачи.

Едва ли предлагаемый измеритель имеет право на наименование „скорости“ и едва ли он может вытеснить привычный измеритель „коммерческую скорость“.

В 1922 г. в „Технике и экономике путей сообщения“ инж. В. Н. Белелюбским была приведена формула потребности в вагонах, основанная на учете трех их состояний — грузовые операции, простои на распорядительных станциях и следование в поездах. Формула эта была выведена Белелюбским еще в 1911 г. В формуле имеется коэффициент, зависящий от неравномерности движения по дням, который Белелюбский сперва (в 1922 г.) определяет, как отношение средней величины за 3 дня наибольшей работы дороги к средней величине работы в день за месяц. В дальнейшем (Г. Э. 1923 г.) Белелюбский определяет этот коэффициент по способу определения вероятной величины ошибки наблюдения. В этом отношении Белелюбский занимает другую позицию, чем Хальфин. Последний в своем труде „Влияние характеристики грузового потока на условия использования подвижного состава“. (Сборник ЛИИИС. Вып. 94, то же в курсе „Использование перевозочных средств“, 1928 г.) определенно говорит, что при неравномерной работе дороги по дням нужно рассчитывать парк не по средней, а по наибольшей работе, хотя бы он оказывался преувеличенным в другие дни. Так как вероятная ошибка всегда меньше наибольшей, то расчетный товарный парк по Белелюбскому получается меньше, чем по Хальфину. Но этот парк все еще остается преувеличенным, как увидим дальше.

В 1915 г. в журнале МПС появилось исследование инж. И. И. Васильева, в котором выведена формула оборота товарного вагона, основанная на расчленении этого оборота по главнейшим состояниям, в которых находится вагон, т.-е. по нахождению в организованных поездах и по простоям под грузовыми операциями, на депо-вских станциях, на сортировочных и в процессе обмена. Особенность формулы Васильева заключается в том, что, повидимому, в интересах удобства математического анализа в нее входят величины простоя не индивидуально по каждой распорядительной станции, а средние для всей дороги, отдельно по депо-вским и отдельно по сортировочным станциям. Из статьи проф. И. И. Васильева в трудах НТК за 1925 г. по тому же вопросу видно, что нормы простоев и коммерческую скорость он устанавливает хотя и средние для дороги, но вполне считаясь с местом и временем.

В 1921 г. в „Технике и Экономике путей сообщения“ напечатана статья инж. А. Н. Фролова „об определении потребности в товарных вагонах“, из которой видно, что в 1908 г. под влиянием работы С. Н. Кульжинского и исходя почти буквально из рассмотрения тех же состояний рабочего вагона, что и Кульжинский, он предложил тоже



формулу потребности в товарных вагонах, но применительно к условиям Московско-виндаво-рыбинской железной дороги, для чего предварительно по его программе было произведено двукратное анкетное обследование величин простоев, охватившее 7.200 вагонов. Главнейшим достоинством метода разложения работы вагонов на ее основные стадии Фролов считает то, что для отыскания значений числовых величин по каждому участку и по каждой распорядительной станции необходимо такое углубление во все подробности вагонного хозяйства дороги, которое не может остаться без благотворного влияния на последнее. Способ важен не только тем, что он скажет много или мало расходуется вагонов, но еще и тем, что, если расходуется больше, чем нужно, то он покажет, где именно происходит напрасная растрата вагонов, и покажет это непосредственно расходчику вагонов — начальнику отделения.

Кроме обследования простоев вагонов в 1907 — 1909 г.г. на Московско-виндаво-рыбинской ж. д. в 1926 г. было произведено подобное же обследование на Мурманской ж. д. Привожу результаты всех обследований в таблице 1-й. Из нее, между прочим, видно, что из 9 случаев увеличения работы в 8 случаях уменьшился простой. Поэтому можно утверждать, что чем больше работа, тем меньше простой, лишь бы работа не превосходила наличной пропускной способности перегонов и станций.

ТАБЛИЦА 1-я.

Наименование дороги	Число вагонов тоже на 100 км	До раз- грузки	При раз- грузке	После раз- грузки	Всего	Число вагонов тоже на 100 км	До наг- рузки	При на- грузке	После на- грузки	Всего	Число ваг. выгр. и нагр. одноврем.	Всего
<b>М. В. Р. Мо- сков. сеть</b>		ч—м	ч—м	ч—м	ч—м		ч—м	ч—м	ч—м	ч—м		ч—м
1 Анкета 1907.	$\frac{359}{34}$	20—22	6—08	21—57	48—44	$\frac{485}{45}$	16—32	5—48	17—57	40—22	102	53—04
2 Анкета 1908.	$\frac{776}{73}$	20—39	3—54	24—45	49—18	$\frac{655}{61}$	11—13	4—28	17—34	33—14	498	42—13
<b>М. В. Р. Петерб. сеть</b>												
1 Анкета . . .	$\frac{476}{31}$	14—19	4—31	32—07	50—57	$\frac{618}{41}$	35—38	5—22	22—42	64—23	163	55—49
2 Анкета . . .	$\frac{873}{57}$	12—30	2—27	14—13	28—20	$\frac{1675}{71}$	11—13	3—37	13—31	28—21	524	34—11
<b>Мурманск. ж. д.</b>		ч	ч	ч	ч		ч	ч	ч	ч		ч
Южный участок	$\frac{131}{19}$	12,4	3,6	10,6	26,6	$\frac{341}{48}$	17,2	5,3	13,8	36,3	45	56,0
Северный уча- сток . . . . .	$\frac{39}{4}$	52,9	22,2	47,7	93,7	$\frac{149}{15}$	101,4	8,1	32,1	141,6	6	78,8



В № 8. „Железнодорожного Дела“ 1929 г. помещена статья проф. В. А. Соковича — „Зависимость средне-суточного пробега товарного вагона от объективных условий“. Считая, что обычная формула оборота вагона, хотя и связывающая все отдельные фазы этого оборота, не отражает влияния соотношения перевозок в местном, прямом и транзитном сообщениях, Сокович выводит формулу суточного пробега, учитывающую как все операции, которым подвергается вагон, так и все сообщения, по которым он обращается. Формула получилась очень сложная. Для пользования ею нужны 8 разных видов отчетных сведений, но, по заявлению самого Соковича, 4 из них в отчетах совсем не имеются, 2 — имеются не всегда и лишь 2 — обеспечены. Таким образом большой труд, сделанный Соковичем, оказался довольно неблагоприятным.

В „Железнодорожном Деле“ 1930 года появилась статья В. М. Страхова — „Анализ величины средне-суточного пробега товарного вагона“. Страхов находит, что формула И. И. Васильева, хотя и правильно построена, но включает в себе неопределимые средневзвешенные расстояния между распорядительными и сортировочными станциями. Страхов предлагает свою формулу для среднесуточного пробега, расчлененную тоже по стадиям работы вагона — загрузки, выгрузки, простоев на распорядительных станциях и движения в поездах. Особенность метода Страхова заключается в учете суточного пробега отдельно для груженого вагона и отдельно для порожнего. Что касается самого разложения работы вагона, то Страхов еще более обезличивает простой на распорядительных станциях, чем Васильев, так как не отделяет даже станций только сменяющих паровозы от станций пересоставляющих поезда. Впрочем соответственную поправку в формулу Страхова внести нетрудно, пользуясь сравнительно простым его методом определения числа распорядительных станций. Формула Страхова, по его словам, имеет применение на дорогах Московского района. Как жаль, что автор не поделился данными о пробегах отдельно груженных и отдельно порожних вагонов этих дорог. Цифры, взятые с наугад, — живая вода для мертвых формул.

Как видно из циркуляров ЦУЖЕЛ, при назначении дорогам норм суточных пробегов, он пользуется тоже формулой суточного пробега с разложением его по обычным состояниям вагонов — под грузовыми операциями, на сортировочных станциях, на распорядительных и в поездах. Для каждого состояния задается стандартный измеритель (коммерческая скорость, простой поезда под нагрузкой и т. п.), при чем определяются средневзвешенные расстояния как между станциями сортировочными, так и между прочими распорядительными.

Так как простои на распорядительных станциях составляют наибольшую долю расхода вагонов при перевозках, то перейдем к изложению взглядов исследователей на так называемый безномерной учет простоя вагонов.



Одной из очень основательных работ по этому вопросу является помещенная в „Железнодорожном Деле“ 1914 г. статья инженера В. К. Калабановского — „Вывод новых формул учета простоя вагонов“.

Выразив алгебраически точный средний простой вагонов на станции при всевозможных комбинациях участвующих в этом простое вагонов, как-то: 1) оставшихся от прошлых суток  $\frac{1}{2}$  прибытие, 2) только прибывших, 3) только отправленных, 4) оставшихся от прошлых суток, 5) оставшихся на следующие сутки, 6) прибывших и отправленных, Калабановский предлагает форму журналы оборота вагонов, на основании которой безномерный учет дает для каждой из перечисленных комбинаций величины среднего простоя более или менее близкие к той, которую мог бы дать номерной учет. Но пользование этой формой требует большого внимания и аккуратности, на что при спешной работе дежурящих попеременно станционных агентов рассчитывать трудно. Калабановский неправильно считает формулу Рязанско-уральской ж. д. (ныне ЦУЖЕЛ) частным случаем формулы Черского, тогда как в действительности — наоборот.

Подробный анализ формул Черского и Рязанско-уральской ж. д. привел проф. В. В. Арнольд в трудах ИТК в 1925 г. Арнольд различает в зависимости от приема определения два вида среднего простоя — полный средний простой и средний простой за учитываемые сутки. Интерес может представлять только первая величина простоя, между тем употребляемые приемы, по мнению Арнольда, в большинстве случаев вращаются в сфере второго вида простоя или, в лучшем случае, некоего между ними промежуточного. Арнольд сначала останавливается на формуле Черского и указывает те частные случаи, когда она дает точные величины среднего простоя. Затем переходит к формуле Рязанско-уральской ж. д. и находит, что в одних случаях она „дает результаты большие, чем формула Черского, а следовательно, более близкие к истинному полному среднему простоя, чем последняя формула“. В других случаях „дает результаты меньшие, чем формула Черского, а следовательно, еще более далекие от истинного полного среднего простоя, чем последняя формула“, Арнольд полагает, что громадное большинство формул, применяемых дорогами, „как правило дает для среднего простоя явно преуменьшенные результаты“. Но если удлинить учитываемый период, то за исчисляемым по этим формулам средним простоем Арнольд признает достаточную точность. Однако он находит, что величина полного среднего простоя не может служить измерителем качества работы данной станции. Есть целый ряд причин, лежащих вне влияния распорядителя, напр., недостаточность прибытия для составления поезда, неготовность перегона к отправлению и т. д. Арнольд прав, когда утверждает, что формула Рязанско-уральской ж. д. занимается экстраполированием искомой величины. Но, прибавлю от себя, доля экстраполирования тем меньше, чем время среднего простоя.



меньше отчетного времени. Хотя экстраполирование вообще дает менее надежные результаты, чем интерполирование, но за невозможностью последнего, математика, как известно, не пренебрегает и первым. Что касается заключения Ариольда, что формула Рязанско-уральской ж. д. дает величины всегда меньшие истинного полного среднего простоя, то оно основано на недоразумении. Она может давать и меньше и больше. Корень недоразумения лежит в том, что при подстановке Ариольдом чисел в формулу были допущены два противоречивые предположения — неравенство остатков и равенство прибытия и отправления.

Проф. А. М. Фролов в „Экономике и Технике П. С.“ 1924 г. высказал противоположное опасение, что формула Рязанско-уральской ж. д. дает преувеличенные результаты. Взяв ее частный случай — отсутствие отправления — он замечает, что она при уменьшении прибытия может дать результат приближающийся к бесконечности. Поэтому он предлагает внести в формулу такие поправки, которые снижали бы ее результаты. То обстоятельство, что формула за сутки, когда нет ни прибытия, ни отправления, дает бесконечно большую величину простоя, ей в вину поставить нельзя. Если подобное положение вещей, когда вагоны находятся на станции и с нее не уходят, а другие на нее не приходят, является для нее постоянным, то что же другое должно сказать про эти вагоны, как не то, что пребывание их на станции постоянно, а на математическом языке „бесконечно долго“. Тут вина не формулы, а числового задания. Очевидно, не был тишчен отчетный период, а потому по одному дню нельзя было судить о других днях. Одно можно сказать, что чем отчетные сутки менее отличаются по характеру движения от соседних, тем формула Рязанско-уральской ж. д. дает более близкие к истине результаты, ибо в этом случае экстраполирование имеет под собой более твердую почву.

На XXII Съезде по эксплуатации В. С. Хальфиным сделан доклад о формулах учета простоя на станциях. Доклад этот вкратце излагает всю историю вопроса, все формулы и методы, предлагавшиеся для учета простоя. Хальфин после тщательного анализа приходит к заключению, что из всех формул безномерного учета наиболее надежные результаты дает старая формула Рязанско-уральская ж. д., ныне называемая формулой ЦУЖЕЛА. Искусными примерами Хальфин доказывает, что при суточном периоде определения простоя вагонов точный номерной учет может давать не меньшие курьезы, чем безномерной учет. При месячном периоде оба учета дают одинаково правильные результаты. В общем Хальфин считает, что безномерной учет простоя не может служить ни целям контроля продвижения грузов, ни целям оперативного контроля за работой и положением станции, но может служить целям общего контроля за утилизацией вагонов, а равно и давать материал для подсчета потребности парка вагонов. Доклад Хальфина о способах и о значении безномерного учета простоя вагонов на станциях является исчерпывающим вопросом.



Однако, в трудах IV Железнодорожного статистического съезда Ю. В. Казанский вновь поднимает старый спор. По мнению Казанского, формула Рязанско-уральской ж. д. „является теоретически неправильно построенной, так как дает средний простой прибывшего вагона, а не отправленного, и так как вносит поправку не в числитель, а в знаменатель. Практически эта формула даст менее точный результат, чем формула Черского“. Сам Казанский, ничего не меняя в существе, а, пользуясь общеизвестным балансом прибытия, отправления и остатков, переключает формулу Рязанско-уральской ж. д. с прибытия на отправление. Где быть поправке в числителе или в знаменателе—совершенно не важно. Важно, чтобы поправка действительно поправляла. Черский, а за ним и Казанский ( $t' = t'' = \frac{1}{2} t_{cp}$ ) придает остаткам более частное значение, чем формула Рязанско-уральской ж. д. Поэтому едва ли последняя может давать менее точные результаты.

Скажу несколько слов о так называемых тотальных измерителях.

На XXII Съезде по эксплуатации был доклад А. И. Велижанина, в котором он рассматривал ряд тотальных коэффициентов для оценки утилизации подвижного состава (Косяковского, Белелюбского, Фейгина, Извекова). Докладчик отнесся отрицательно к идее тотальных измерителей, как затемняющих многообразие сторон эксплуатационной деятельности. Исключением считает лишь измеритель Белелюбского (количество тонно-километр нетто на 1 рабочий вагон или брутто на паровоз), который не считает тотальным. Съезд тоже отнесся отрицательно к идее тотальных коэффициентов.

На том же съезде был доклад В. С. Хальфина об измерителях, в котором он относится также отрицательно к идее тотальных измерителей, считая, что таковым может быть лишь рубль. Если же тотальный измеритель будет не в рублях, то, например, хорошая работа вагона может в нем замаскировать плохую работу паровозов и наоборот. Поэтому Хальфин считает необходимым иметь два отдельных измерителя работы—для вагона и для паровоза. Он их берет так же, как и Белелюбский, тонно-километр нетто на вагоно-сутки и тонно-километр брутто на паровозо-сутки. Путем искусного подбора он приводит эти измерители к произведению 6 измерителей, при чем в конечном счете сравнивает действительную работу с той, которая имела бы место, когда, например, каждый наличный вагон, загруженный до полной подъемной силы, непрерывно двигался бы безо-всяких остановок с технической скоростью по расписанию. Аналогично и для паровоза. Такое использование подвижного состава является идеальным, практически недостижимым. Коэффициент его равен единице. Устанавливая же стандарты для каждого из 6 измерителей, получим стандартный коэффициент, равный некоторой дроби. Фактический же коэффициент будет, вообще говоря, меньше стандартного. Разница между стандартным и фактическим коэффициентом объясняется субъективными причинами. Разница между идеальным и стандартным коэффи-



циентом — объективными. По подсчетам Хальфина для 1925/26 г. коэффициент производительности рабочего вагона составлял около 0,08, а рабочего паровоза — 0,15. Вывод в общем очень красивый, но интересен более или менее каждый из 6 измерителей, а не их произведение. Последнее же получить может быть и любопытно, но выводов из него о качестве работы сделать нельзя: улучшение по одному измерителю и здесь может маскировать ухудшение по другому, может быть, гораздо более вескому при переводе в рубли.

Отметим, наконец, доклад Р. Р. Жирардые на XXII Съезде по эксплуатации — „Об измерителях утилизации подвижного состава в пассажирском движении“.

Жирардые касается только вопроса о вагонах, при чем под пассажирскими вагонами он подразумевает вагоны, как предназначенные для непосредственной перевозки пассажиров, так имеющие вспомогательное значение, как-то: багажные, рестораны, вагоны — отопленья, освещения. Жирардые рассматривает использование пассажирского вагона во времени, при чем изучаемой единицей, по условиям пассажирского движения, является не вагон, а состав. Оборот состава складывается из времени пробега между конечными пунктами туда и обратно и простоями на этих последних. Отношение времени пробега ко всему обороту является коэффициентом использования. Чем он ближе к единице, тем лучше использование. Если мы разделим расстояние оборота на время оборота, то получим средний суточный пробег состава. Так как составы имеют разное число вагонов, то, кроме величины оборота и суточного пробега состава, приходится интересоваться и оборотом и суточным пробегом вагона. Зная для каждого сообщения величину оборота, суточного пробега состава и число в нем вагонов, легко получить и соответственные измерители для вагона. Если искать средние величины по дороге измерителя составов или вагонов в совокупности как для местных сообщений, так и для беспересадочных, то можно получить цифры, искажающие действительную картину. Дело в том, что дороги, которые являются конечными для беспересадочного сообщения, несут на себе все бремя больших простоев составов в конечных пунктах на так называемых станциях оборота. Напротив того, дороги транзитного следования проездов беспересадочного сообщения совсем не отразят у себя этих простоев. Поэтому Жирардые считает необходимым, чтобы каждая дорога вела учет измерителей только по местному сообщению, а беспересадочное сообщение учитывалось бы особо дорогами первоначального формирования поездов. Также по своей исключительной особенности должно учитываться отдельно и пригородное сообщение. Жирардые произвел математический анализ формулы среднего суточного пробега состава, своим чрезмерно теоретическим уклоном как бы заслонивший остальную часть полезной работы им произведенной, а потому последняя не нашла того отклика на съезде, которого заслуживала.



В заключение приведем два новейших исследования, которые имели специальной целью выработку системы измерителей, а именно М. И. Васильева — „О системе измерителей утилизации железнодорожного подвижного состава“ („Железнодорожное Дело“ № 5 1929 г.) и Ю. В. Казанского — „Система измерителей использования подвижного состава“. (Там же и Бюллетень ЦСК 1928 г.).

Васильев сетует на чрезмерное размножение новых измерителей и утерю некоторых старых, имеющих жизненное значение. Под последними он имеет в виду среднюю нагрузку вагона в грузовом направлении, средний суточный пробег наличного вагона. Отнесение же измерителей к „рабочему“ вагону служит, по его мнению, лишь средством к прикрашиванию измерителей. Ненужными измерителями он считает коэффициент скорости, среднюю статистическую нагрузку вагона и „логически недопустимым“ признает средний суточный пробег порожнего вагона. Создателем математических приемов разработки вопросов железнодорожного движения он считает проф. Мясоедова-Иванова, в трудах которого можно найти „в более краткой, но и в более ясной форме почти все те же формулы оборота вагонов, расчленения этого оборота, стандартизации отдельных его частей и пр., которые многими приписываются современности“. Должен признаться, что из трудов проф. Мясоедова-Иванова я знаком только с его Курсом эксплуатации железных дорог (издание 1910 г.), в котором математической разработке вопросов движения посвящено 5 страниц, при чем расчет потребности в вагонах делается, исходя из следующего: 12 часов на нагрузку, 12 часов на передачу с дороги на дорогу, 12 часов на выгрузку, остальное время — следование в поезде со скоростью  $S$  верст в час. Далее Васильев выражает недовольство тем направлением, которое приняла у нас литературная разработка вопросов движения лет 20 тому назад с легкой руки инж. В. Н. Щегловитова и снискало „нелестную для нас известность за границей“, как о том Васильев сам слышал от редактора Railway Age. Как пример такой перегруженности математическими формулами, Васильев указывает на последнее издание курса Хальфина, где один перечень буквенных обозначений числом до 150 на трех алфавитах занимает 20 страниц. Не будучи сторонником этих обозначений, не могу все же пройти мимо несправедливого осуждения курса Хальфина. В деле так называемых эксплуатационных расчетов Хальфин остается непревзойденным. Они у него обычно и достаточно точны и очень просты, а следовательно доступны пониманию людей, знакомых лишь с элементарной алгеброй. Его курс пользуется большой и заслуженной популярностью.

Метод Васильева по установлению системы измерителей заключается в выработке формулы для определения потребного наличия вагонов или паровозов. Формула эта требует всего 5 измерителей: средняя нагрузка вагона в преобладающем направлении, средний



состав поезда в преобладающем направлении, средне-суточный пробег наличной единицы подвижного состава, коэффициент встречности и коэффициент непарности.

Если бы в эксплуатационном обиходе существовала какая-нибудь всеми признанная норма запаса подвижного состава, то расчет на наличный парк был бы понятен. Но при отсутствии такой нормы запаса, расчет на наличный парк мне не понятен.

В самом деле, представим себе две одинаковые во всех отношениях дороги. Обе они в сезон затишья в перевозках имеют одинаковый большой избыток порожняка. Но с одной дороги НКПС этот порожняк откомандировал, с другой — нет. Тогда при расчете на наличный парк при одинаковом качестве распоряжения одна дорога получит хорошие измерители, другая — плохие. Кому нужен такой учет?

Васильев полагает, что на основе его 5 измерителей можно смело планировать, регулировать, контролировать, оценивать и производить всевозможные расчеты по наличному подвижному составу. Но в дальнейшем он прибавляет к этим 5 измерителям еще 3 — коммерческую скорость поезда, число часов нахождения единицы в рабочем простое и число часов — в нерабочем. Затем к 8 основным измерителям Васильев прибавляет еще 10 дополнительных. Все остальные измерители являются, по его словам, простыми математическими выводами из первоначальных 18 измерителей. Все эти измерители классифицированы им по 4 группам: весовые, скоростные, временные и пространственные. В этой классификации измеритель, относящийся им к вагону или к паровозу считается за один, например, средний суточный пробег паровоза или вагона. Иногда считается за один — измеритель, относящийся к 5 различным явлениям, например, к грузу, к вагону, к пробегу груза, вагона, паровоза, что, конечно, является искусственным объединением измерителей. А потому в действительности в классификации Васильева для одного товарного движения нужно считать не 18 измерителей, а, вероятно, вдвое больше.

В системе Васильева нужно признать совершенно правильным выделение грузового направления. Большинство его измерителей являются общепринятыми, надобность в других, им приведенных, не разъяснена, некоторые, всеми признаваемые, отсутствуют, например, расчленение простоев.

Перехожу к работе Е. В. Казанского.

Так как вагон и паровоз являются основными механизмами для перевозочной работы железных дорог и так как производительность всякого механизма может быть определена количеством продукции, выполняемой в единицу времени, а при наличии механизмов различной мощности, производительность должна быть относима к единице мощности, то Казанский устанавливает следующие основные измерители:



I Раздел. А. Среднее в сутки число тонно-километров груза, приходящееся на 1 ось рабочего товарного вагона или точнее на 1 тонну подъемной силы товарных вагонов.

В. Среднее в сутки число пассажиро-километров на 1 ось пассажирского вагона (точнее на 1 предоставленное место).

С. Среднее в сутки число тонно-километров брутто, приходящееся соответственно на 1 товарный или пассажирский паровоз (точнее на 1 тонну тяговой силы).

Д. Среднее число тонно-километров брутто на 1 поезд-час.

II Раздел. Каждый из этих основных измерителей может быть представлен в виде произведения трех множителей, которые являются дополнительными измерителями. Такими измерителями, например, для товарного вагона будут: средний суточный пробег вагона, средняя нагрузка груженого вагона и отношение пробега груженных вагонов к общему. Аналогично и для других общих измерителей. Только для поездного измерителя нужно ввести поправку для одиночного паровоза, который рассматривается, как поезд. Эти дополнительные измерители нашей отчетностью учитываются. Их можно разбить еще и на новые измерители, которые Казанский называет показателями.

III Раздел. Так, например, суточный пробег товарного вагона может быть иллюстрирован показателями — оборот вагона по расстоянию, в частности груженный и порожний рейс. Далее — оборот по времени, который делится на простои под грузовыми операциями, на распорядительных станциях и на время следования в поездах. Эти показатели частью могут быть получены путем вычисления из данных статистики, например, оборот вагона по расстоянию и по времени, время следования в поездах, частью благодаря особому учету, например, простои на распорядительных станциях, частью путем особого обследования, например, простои под грузовыми операциями. Дополнительный измеритель средней нагрузки груженого вагона может быть освещен в качестве показателей — средней нагрузкой от повагонных грузов, тоже от сборных, по направлениям движения, по вагонам различной подъемной силы, по родам грузов и т. п.

Свои 3 основные измерители (вагоны товарные и пассажирские и паровозы) Казанский сводит к общему индексу, беря для него или среднее арифметическое из измерителей или среднее взвешенное, если представляется возможным оценить удельный вес каждого измерителя. По вопросу о том, к какому числу единиц нужно относить измерители, к рабочему или наличному, Казанский приводит веские мотивы в пользу отнесения измерителей к рабочему наличию.

Казанский вовсе не смотрит на свои измерители, как на измерители степени успешности распоряжением движения. Еще среди показателей III раздела, как отражающих влияние наименьшего числа факторов, можно найти такие, которые в значительной степени могут зависеть от руководителей движением. Но уже в дополнительных



измерителях (раздел II) улучшение одних может сопровождаться ухудшением других, а так как они неравноценны, то нужно стремиться не к наибольшим, а оптимальным значениям.

При этом он сомневается, чтобы было целесообразно задавать дорогам нормы по этим измерителям, так как это может связывать дороги при выборе оптимальных величин, препятствуя, например, снижению одного измерителя за счет другого более важного. Поэтому Казанский считает более правильным, чтобы предметом задания были измерители не II, а I раздела, т.-е. называемые им основными. Общий же индекс он считает более правильным давать в денежном выражении, т.-е. исчислять себестоимость перевозки. Но это дело, по его мнению, отдаленного будущего.

Переходя к общей оценке предложения Казанского, необходимо припомнить, что он берет те же тотальные измерители, которые фигурировали на XXI съезде от имени Белелюбского и в докладе Хальфина, но надо признать, что Казанский привел разложение этих измерителей весьма наглядное и практическое. Но если он прав, что задание дорогам норм измерителей II раздела может иногда их стеснять на пути наиболее целесообразного использования подвижного состава, то нельзя также закрывать глаза на то, что преподание норм измерителей I раздела тоже может быть чревато всякими неожиданностями. Например, 1-я дорога увеличила на 5% число тонно-километров на вагоно-осе-сутки, а 2-я дорога уменьшила их на 5%. Как будто бы 1-ю дорогу нужно поздравить, а 2-ю пожалеть. Но если первая при этом увеличила на 10% суточный пробег вагона и уменьшила на 5% нагрузку на ось, а 2-я дорога уменьшила на 10% суточный пробег вагона и увеличила на 5% нагрузку на ось, то я склонен был бы пересмотреть вопрос, какую дорогу хвалить, а какую корить.

Работа Казанского, как завершающая длинный ряд исследований по вопросу об измерителях, заслуживает очень большого внимания.

Закончив критический обзор исследований по вопросу о технико-эксплуатационных измерителях железнодорожной работы, перехожу к изложению основных предпосылок, необходимых для правильного пользования измерителями.

### Учет грузового направления.

Ни в одном из исследований, произведенных на протяжении почти трех десятков лет, мы не нашли признания, чтобы существующие измерители, несмотря на их обилие, позволяли давать оценку успешности распорядительной деятельности по эксплуатации подвижного состава. Одни из исследователей пытались создать новые измерители или новые комбинации из старых измерителей, продолжая



ворить в возможность с помощью их оценивать качество эксплуатационной распорядительной деятельности. Другие же признавали такую задачу непосильной, а потому ограничивались больше тем, что вскрывали то разнообразие факторов, которое стоит за тем или другим измерителем и которое делает суждения по ним о качестве эксплуатационно-распорядительной деятельности недостаточно обоснованными.

Нужно согласиться, что большая исследовательская работа, проведенная в области измерителей, не оставляет места для сомнений, что такого измерителя, судя по которому можно было бы безоговорочно признавать, что тот или другой Д, ДН или ДС распоряжается хорошо или плохо, не существует и едва ли в близком будущем он может создаться. Пользуясь сравнением Щегловитова, будем смотреть на измеритель, как на „барометр“ эксплуатационной „атмосферы“. Но, если кто-либо, понадеявшись на барометр, стоящий на „ясно“, вымокнет до костей под дождем, то пусть пеняет на себя, а не на барометр. Барометр показывает давление, а не погоду. Давление же есть лишь один из многочисленных факторов, определяющих погоду. Хотя кроме барометра в распоряжении научных исследователей имеются и другие чрезвычайно точные измерительные приборы, имеются всегда и самые свежие бесчисленные синоптические сведения, а погода все-таки, как известно, предсказывается из рук вон плохо. Но отсюда не следует, что барометры нужно выбрасывать вон. Оставим и мы наши барометры-измерители, но будем от них брать только то, что они способны дать. Если же этого мало, будем по мере наших сил и разумения их совершенствовать.

Прежде чем перейти к рассмотрению действующих измерителей, я считаю необходимым остановиться на двух очень важных сторонах статистического учета работы железных дорог. Обе были затронуты в критическом обзоре, но недостаточно. О них нужно говорить много и настойчиво, чтобы пробудить сознание их исключительной важности. Я имею в виду, прежде всего, первостепенную необходимость — разделения учета железнодорожной работы по грузовому и не-грузовому направлениям. Позволю себе сослаться на свою практику по управлению делами бывшего Петербургского порайонного комитета по перевозкам, отдельные штрихи из которой составили предмет популярного сообщения, сделанного мною в 1911 г. в актовом зале Института инженеров путей сообщения. Приводя некоторые цитаты из этого сообщения, как оно изложено в моей брошюре „Очерк основных приемов эксплуатации товарного подвижного состава на железных дорогах Петербургского района“, заранее прошу извинения, что буду говорить о самых элементарных вещах. Но почти 20-летний срок, прошедший со времени этого сообщения, учит, что эти старые истины, к сожалению, еще не потеряли прелести новизны.

„Задача правильного учета работы подвижного состава заключается в том, чтобы давать легкую и наглядную возможность убеж-



даться, что данным перевозкам действительно соответствует наименьший пробег подвижного состава. Посмотрим, насколько эта задача исполняется при существующей постановке учета работы подвижного состава.

На каждом участке дороги одно направление движения поездов называется четным, противоположное—нечетным. Какое назвать четным и какое нечетным—дело простой условности. Но раз название дано, оно сохраняется постоянным. Будучи условным, это название не характеризует никакой сущности явления. Это просто весьма удобный для обихода ярлык, навешанный на данное явление.

Направление движение имеет еще другое имя, характеризующее его сущность. Русские железные дороги суть дороги массовых перевозок по преимуществу. Потоки массовых грузов характеризуются постоянством направления: от пунктов крупного добывания или производства—к пунктам крупных переработок, потребления или экспорта. Вследствие сего дороги, которые лежат в направлении перевозок массовых грузов,—а таких большинство—характеризуются тем, что в одном направлении, так называемом грузовом, идет грузов более, чем в обратном—негрузовом. Однако, так как перевозка главного массового груза—хлеба—колеблется в больших пределах по временам года и по годам, то случается, что на тех или других участках преобладающий грузовой поток меняет свое направление. Из сказанного видно, что грузовое и негрузовое направления ничего не имеют общего с четным и нечетным направлениями. На одном участке грузовое направление может совпадать с четным, на другом—с нечетным. На одном и том же участке грузовое направление в один период совпадает с четным направлением, в другой—с нечетным. Наконец, даже на одном и том же участке может быть грузораздел, по одну сторону которого грузовое направление совпадает с четным, по другому с нечетным.

Массовый характер большинства перевозок оказывает громадное влияние на хозяйственно-эксплуатационную деятельность наших дорог. Вся работа подвижного состава обуславливается работой его в грузовом направлении. Те паровозы и вагоны, которые пришлось отправлять в грузовом направлении, волей-неволей приходится возвращать в негрузовом. Всякий излишний пробег в грузовом направлении вызывает такой же точно пробег в обратном направлении. Всякая ошибка в этом отношении, сделанная в грузовом направлении, на счете хозяйственно-эксплуатационном является помноженной на два. Всякое сбережение в свою очередь является сбережением удвоенным. Пробег подвижного состава в негрузовом направлении есть как бы эхо пробега в грузовом. Отсюда видно, что учет работы товарного подвижного состава есть по преимуществу учет работы его в грузовом направлении.

Для правильного суждения о работе паровозов, поездов и вагонов совершенно необходимо эту работу учитывать отдельно по направ-



лошим грузовому и негрузовому. Между тем, при существующей постановке учета пробег паровозов совсем не разделяется по направлениям. Кроме того, одиночный пробег показывается для всех родов движения (пассажирского, товарного, хозяйственного, передаточного) в общей сумме. Все сваливается в одну кучу. Нагрузка вагонов также не разделяется ни по направлениям грузовому и негрузовому, ни по отправлениям повагонным и сборным. Как будто вся статистика задумана не для освещения, а для затемнения дела. Складывать движение в грузовом и негрузовом направлении все равно, что складывать пуды и аршины. Сохраняя обозначение „четное“ и „нечетное“ для удобств административных, надлежит учет работы вести по направлениям грузовому и негрузовому. Движение должно исследоваться не в постоянных координатах нечетного и четного направлений, а в переменных координатах направлений грузового и негрузового.

. . . . . Когда мы обратились к дорогам района с просьбой доставить нам данные о работе подвижного состава за 1910 г. с разделением его вообще по направлениям грузовому и негрузовому, с разделением в частности одиночного пробега по родам, а вагонов с отправлениями повагонными и попудными, то мы встретили весьма раз-  
личное отношение дорог. Почти целиком исполнили наше пожелание обе сети М. В. Р. ж. д. Весьма многое дала Либаво-роменская ж. д. Пошли нам навстречу и Северные дороги. Но зато почти ничего мы не получили от Николаевской дороги и полный отказ последовал от Северо-западных и Риго-орловской ж. д., по причине неимения кредита на разработку просимых сведений“ (стр. 11 и 12 Очерка).

В отчете Спб. порайонного комитета за 1910 г. можно видеть для каждой из 7 дорог района и за каждый месяц разделение по направлениям грузовому и негрузовому: 1) пробега товарных поездов, 2) и 3) пробега товарных вагонов—отдельно груженных и отдельно порожних—в поездах пассажирских, 4) и 5) то же, в товарных, 6), 7), 8) и 9) то же цистерн, 10) и 11) среднего состава товарных поездов в вагонах с разделением на груженные и порожние, т.-е. одиннадцать весьма важных данных получили разделение по грузовому и негрузовому направлениям. Из приведенных в отчете цифр видно, между прочим, что в грузовом направлении следовало порожних вагонов по дорогам в пределах от 3% до 11%, а в среднем 8%. Для всех дорог выведены величина средней полезной работы одного наличного и одного рабочего вагона, колебавшаяся по дорогам в пределах 1:2, и величина средней полезной нагрузки паровоза, колебавшаяся в пределах 1:3. Но полезную нагрузку груженого вагона по грузовому и негрузовому направлению дали только 2 дороги, причем эта нагрузка оказалась в грузовом направлении более на 50%, чем в обратном. Начальники Движения, шедшие навстречу всем пожеланиям Порайонного комитета, поскольку последние могли быть вырабатываемы статистикой, находившейся в их ведении, были бес-



сильны получить данные, разработка которых ведалась службою сборов. Сведения о соотношении попутных и повагонных грузов были представлены только тремя дорогами выборочного характера, причем оказалось, что в негрузовом направлении мелочных грузов от  $1\frac{1}{2}$  до 3 раз более, чем в грузовом. Хотя приводимые мною цифры имеют только „историческое“ значение, но так как мы подобными данными вообще не избалованы, то они не потеряли интереса и поныне. Далее в том же отчете имеется по всем дорогам сравнение величины одиночного пробега с непарностью поездного пробега. Оказывается, что превышение первого над вторым колеблется по дорогам от  $6\%$  до  $500\%$ . И решительно неизвестно, на что были израсходованы эти одиночные пробеги. Одна из дорог, например, пыталась объяснить значительность одиночного пробега тем, что при падении перевозок в грузовом направлении идет усиленный пробег порожних в негрузовом для оплаты долгов, почему появляется одиночный пробег в грузовом направлении. Так как этот непроизводительный пробег обошелся дороге, примерно, в 50 тысяч рублей, то комитет запросил, на какую же сумму сэкономлено долгов, и не делался ли одиночный пробег для других целей. „После слабой попытки, читаем мы в Очерке, отстоять занятую позицию, честно и откровенно было заявлено, что для точного ответа на поставленный вопрос Управление дороги данными не обладает, но в целях лучшего выяснения правильности использования пробега паровозов, в текущем году установило регистрацию пробега одиночных паровозов по родам, направлениям и участкам. Лучшего финала мы не могли и желать. Стоило одной дороге попытаться из хаотической кучи одиночного пробега выделить пробег в грузовом направлении, как тотчас же силою вещей эта дорога, как в каменную стену, уперлась в необходимость вести учет пробега так, как мы этого требовали. Описанный случай был оглашен на одном из последних заседаний управления делами и произвел настолько сильное впечатление, что даже самые неговорчивые дороги дали обещание отныне вести рациональный учет паровозного пробега“ (стр. 13 и 14 Очерка).

Все то, что мною было высказано 19 лет тому назад о безусловной необходимости изучать использование подвижного состава с обязательным разделением по направлению грузовому и негрузовому, я целиком и безоговорочно поддерживаю и теперь. Без этого деления мы в области оценки использования подвижного состава будем бесысходно топтаться на месте, заниматься каким-то знахарством, серьезно воображая, что прилагаем к оценке работы научные методы.

Недзя не признать, что в самое последнее время наша статистика на пути признания принципа разделения учета железнодорожной работы по направлениям грузовому и негрузовому сделала очень крупные шаги. Предложенная в текущем году новая форма СК № 22 включает в себе очень много данных „по грузовому направлению“. Введена также развитая дифференциация данных по родам движения.



Но „история повторяется“. В последнем ежемесячном (за февраль) Бюллетене транспортной статистики есть даже графа „одиночное следование паровозов товарного движения в грузовом направлении“, но итога по ней для всей сети не имеется, так как 9 дорог из 22 (41%) не дали этих данных. Очевидно, такими пустяками не интересуются....

Если в отношении принципа разделения учета по грузовому и негрузовому направлению в области статистики дело обстоит довольно благополучно, то нельзя того же сказать про нормирование измерителей. Как мы видели выше (стр. 5), нормы нагрузки вагона даются по обоим направлениям в совокупности и без разделения на вагоны груженные и порожние. Такой измеритель существенно зависит от того обстоятельства, увеличивается или уменьшается грузовой поток в направлении обратном господствующему, т.-е. от фактора совершенно не зависящего от распорядителя движения. Между тем как измеритель „нагрузка груженого вагона в грузовом направлении“ уже является зависящим от распорядительных действий, а для перевозок потонных—зависящим в значительной доле от этих действий. Аналогичное имеет место по отношению измерителя „состав поезда в осях“. Порядок, нуждающийся в немедленном пересмотре.

### Учет одиночного пробега паровоза.

Когда следует по участку одиночный паровоз, то правила технической эксплуатации учат рассматривать его, как поезд. При прокладке на графике одиночный товарный паровоз также трактуется как поезд с ходовым временем, соответствующим его сопротивлению движению. Наша же статистика (вслед за германской) упорно не хочет признавать одиночный паровоз за поезд. Не признает его даже и тогда, когда к нему прицеплено некоторое количество вагонов (полтормозного участка). Это, видите ли, не поезд, а „непроизводительный пробег“. В результате важнейший измеритель—средний вес поезда—кроме дымовой завесы от совмещения грузового и негрузового направлений терпит еще и прямое искажение от неучета одиночного пробега в поездном движении. Благодаря этому неучету средний вес поезда в грузовом направлении показывается выше, чем он есть на самом деле, а в порожнем направлении прямо-таки вздувается, а как результат вздувается и средний вес поезда в обоих направлениях. Увеличение „непроизводительного пробега в одиночном следовании“, для которого всегда найдется хорошее оправдание—непарность движения—представляется вещью довольно невинной, на которую у нас как-то мало реагируют. А вот французы на этот счет, повидимому, иного взгляда. На их языке одиночный пробег (*haut le pied*) и бродяга—синонимы.

Кроме случаев происшествий с поездами или порчи паровозов, никаких других причин для следования одиночных паровозов в грузовом



направлении в товарном движении быть не должно. Если приходится в пассажирском движении перегонять одиночный паровоз в грузовом направлении, то и он должен быть использован для перемещения товарных вагонов общим весом брутто, равным весу пассажирского поезда. Расчеты Хальфина показали, что и возвращение на ночевку в депо паровозов из-под рабочих поездов с выгодой для дороги можно в большинстве случаев заменить оставлением их на месте работ. Словом, если одиночный пробег будет учитываться по родам движения и по направлениям грузовому и негрузовому, то паровозам „бродяжничать“ больше не придется.

Я предлагаю следующее. Пусть статистика, исчисляя средний вес поезда, попрежнему не считает одиночного пробега поездным. Но пусть параллельно с расчетом среднего веса поезда исчисляется средний вес нагрузки паровоза в линейном пробеге, при чем в этом пробеге будут считаться как паровозы, ведущие поезд одной, двойной, тройной и т. д. тягой, так и одиночные паровозы. И величине средней нагрузки не поезда, а паровоза будем придавать, как она и заслуживает, наибольшее значение. Фиксирование внимания на этом измерителе создает могучий стимул к использованию паровоза. Одиночный пробег вместо прежней ширмы для среднего веса поезда явится гирей, тянущей ко дну среднюю нагрузку паровоза. Тут уже будут приниматься все меры, чтобы без крайней надобности в грузовом направлении не бегали одиночные паровозы. В негрузовом направлении какой бы прием ни употребляли для возвращения лишних, из-за непарности движения, паровозов — во главе поездов, одиночной тягой, второю тягою или одиночным следованием — средний вес нагрузки на паровоз останется без изменения, и выбор приема возвращения паровоза будет подчинен соображениям не о фиктивном вздувании среднего веса поезда, а о реальных выгодах эксплуатации, которые в разных случаях могут требовать разных решений.

От этих двух основных предпосылок в ведении учета перехожу к обзору самих измерителей. Начну с товарного движения — вагонов, поездов и паровозов.

### Общий обзор измерителей.

**Оборот рабочего вагона.** Если подразумевать под оборотом вагона частное от деления числа вагонов в рабочем парке на работу дороги (сумма погруженных и принятых груженных), то нужно признать вполне справедливыми все нападки на этот измеритель, как совершенно непригодный не только для оценки качества распорядительных действий, связанных с оборотом, но и для самой общей оценки степени использования вагона во времени. Тем не менее, измеритель этот сохранить нужно. Распорядителю движения (и едва ли кому больше) он нужен потому, что дает, хотя и очень грубое, но чрез-



вычайно быстро получаемое первое приближение потребности количества товарных вагонов. При пользовании этим измерителем необходимо иметь в виду следующие два обстоятельства, которые я поясню на числовых примерах.

Пусть 20 апреля наша дорога имеет работу (погрузка + прием) в 1.000 вагонов и пусть оборот вагона считается в 5 суток. Значит ли это, что 20 числа расход вагонов у нас будет 5000 вагонов? Конечно, не значит. Будет израсходовано 5.000 вагоно-суток на протяжении времени оборота. Если же мы хотим знать, сколько будет израсходовано вагонов 20 апреля, мы должны найти среднюю работу за последние 5 дней (период оборота), т.-е. за 16—20 апреля. По этой средней и определяем потребный парк на 20-е число. Он может быть и меньше и больше 5.000 и, как случайность, равен последней цифре. Уже отсюда видно, что потребность в вагонах нельзя рассчитывать по работе отдельного дня, а следовательно, никак нельзя рассчитывать и по дню максимальной работы. Потребность в вагонах нужно рассчитывать по работе средней для периода, равного обороту вагона. Уже это одно обстоятельство выравнивает затраты вагоно-суток в связи с неравномерностью работы. Но есть еще и другие соображения, оказывающее влияние на потребный парк вагонов в связи с неравномерностью работы дороги по времени, на чем я считаю полезным остановиться.

Я рассмотрю тот пример, который приводит в своей работе, упомянутой выше, Белелюбский. Он брал работу Крымотдела за июль 1922 г., которая в сутки в среднем за месяц давала своей погрузки 64,9 вагонов и прием груженых 39,5, а всего 104,4 вагона. Для этой средней работы он вычислил нормальный оборот вагона без учета неравномерности в 4,3 дня, чему отвечает вагонный парк  $104,4 \times 4,3 = 449$ . Учитывая же неравномерность движения по способу исчисления наименьшей ошибки, он пришел к необходимости увеличить расчетный парк на 40%, т.-е. до 629 вагонов в сутки. В таблице 2-й приведены два варианта моих расчетов, исходящие из иных предположений. Для простоты оборот принимался в 4 суток. По первому варианту подобран такой парк, при котором вся заданная месячная работа закончена только 31 числа. Парк оказался равным 423 вагонам, что отвечает обороту  $423 : 104,4 = 4,05$ , т.-е. на 1% больше заданного оборота. Из графы 5-й видно, что при этом только 6 дней в месяц не было непогруженного остатка. В остальные дни он был и достигал максимума в 189 вагонов, т.-е. почти 3-суточной своей погрузки.

Второй вариант исчислен при парке, равном 512 вагонам (тоже подобрано ощупью), при котором непогруженного остатка не оказывается. Итак, при 4-суточном обороте у меня получился парк в 512 вагонов, у Белелюбского он был бы  $4 \times 104,4 \times 1,4 = 585$  вагонам, у Хальфина  $4 \times 230 = 920$  вагонам, или отношение парков  $100 : 114 : 180$ .



ТАБЛИЦА 2-я.

Число месяца	1-й В А Р И А Н Т					2-й В А Р И А Н Т				
	Грузов к отправлению ваг.	Имеется для них ваг.	Фактически отправлено ваг.	Непользо- вано ваг.	Непогружен- ный остаток ваг.	Грузов к от- правлению ваг.	Имеется для них ваг.	Фактически отправлено ваг.	Непользо- вано ваг.	Непогружен- ный остаток ваг.
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	95	423	95	328	0	95	512	95	417	0
2	71	328	71	257	0	71	417	71	346	0
3	113	257	113	144	0	113	346	113	233	0
4	143	144	143	1	0	143	233	143	90	0
5	145	95+1	96	—	49	145	95+90	145	40	0
6	104+49	71	71	—	82	104	71+40	104	7	0
7	49+82	113	113	—	18	49	113+7	49	71	0
8	118+18	143	136	7	0	118	143+71	118	96	0
9	171	96+7	103	—	68	171	145+96	171	70	0
10	143+68	71	71	—	140	143	104+70	143	31	0
11	40+140	113	113	—	67	40	49+31	40	40	0
12	156+67	136	136	—	87	156	118+40	156	2	0
13	81+87	103	103	—	65	81	171+2	81	92	0
14	125+65	71	71	—	119	125	143+92	125	110	0
15	119+119	113	113	—	125	119	40+110	119	31	0
16	85+125	136	136	—	74	85	156+31	85	102	0
17	97+74	103	103	—	68	97	81+102	97	86	0
18	95+68	71	71	—	92	95	125+86	95	116	0
19	116+92	113	113	—	95	116	119+116	116	119	0
20	181+95	136	136	—	140	181	85+119	181	23	0
21	80+140	103	103	—	113	80	97+23	80	40	0
22	98+113	71	71	—	144	98	95+40	98	37	0
23	64+144	113	113	—	95	64	116+37	64	89	0
24	230+95	136	136	—	189	230	181+89	230	40	0
25	61+189	103	103	—	147	61	80+40	61	56	0
26	59+147	71	71	—	135	59	98+56	59	95	0
27	45+135	113	113	—	67	45	64+95	45	114	0
28	109+67	136	136	—	40	109	230+114	109	225	0
29	121+40	103	103	—	58	121	61+225	121	175	0
30	35+58	71	71	—	22	35	59+175	35	199	0
31	88+22	113	110	3	0	88	45+199	88	156	0
Итого . .	3.237	—	3.237	734	—	3.237	—	3.237	2.580	—
В среднем	104,4	—	104,4	23,7	—	104,4	—	104,4	83,2	—



Все расчеты в таблице 2-й сделаны в предположении, что величина оборота постоянна для каждого суток в отдельности. Переработанное количество вагонов на 5-й день возвращается под погрузку или обмен.

Если работать по первому варианту, то клиентура перед лицом непогруженных остатков возопиет, что у ней из-за железных дорог срывается работа. Если работать по второму варианту, то по линии НКПС может раздаться клич, что дорога имеет плохой оборот, расходуя вагонов на 22% больше, чем нужно. Кто же прав, клиент или НКПС? Если вагонов имеется достаточно, то прав клиент. Если в вагонах недостаток, то прав НКПС. Этот пример наглядно показывает, что при условии недостатка вагонов и неравномерности предъявления грузов наличие непогруженного остатка может быть признаком не плохого распоряжения, а бережного и расчетливого расходования вагонов. Однако при неравномерной работе, как бы экономно мы ни расходовали вагоны, все же неиспользованные вагоны, повидимому, неизбежны.

Проделанный нами расчет в двух вариантах потребности в вагонах, с допущением залежей и без них наводит на следующие размышления. Обычно мы определяем понятие „оборот вагона“ как время от одной нагрузки вагона до другой. Вместе с тем мы считаем, что время этого оборота можно получить делением рабочего парка на работу (погрузка + прием). В нашем примере мы вели весь наш расчет, строго исходя из оборота в 4 суток. Но если разделить рабочий парк на работу, то мы получим суток в первом варианте  $423 : 104,4 = 4,05$ , во втором —  $512 : 104,4 = 4,9$ , у Белелюбского  $585 : 104,4 = 5,6$ . Отсюда логическое следствие, что время оборота вагона от нагрузки (или приема) до нагрузки (или приема) и частное от деления рабочего парка на работу — понятия далеко не тождественные. Первое понятие есть чистое время оборота, второе — время оборота со включением добавочного времени, зависящего от неиспользования вагонов вследствие неравномерности движения или избытка вагонов.

Если меня спросят, как же пользоваться подобными расчетами, когда не только распределение работы по дням неизвестно, но даже и величина средней суточной за месяц находится в области гаданий, то на это я отвечу, что я не имею в виду устанавливать какой-либо новый метод расчета, но лишь на примере освещаю одну грань работы дорог — ее неравномерность, которая встречает, как видно из литературы, различное отношение со стороны специалистов. Большинство из них (в том числе и я) совсем ее не учитывали, другие роль ее чрезмерно преувеличивали и наконец третьи (Белелюбский, а за ним и я) указали настоящее ее место.

В заключение добавлю, что было бы весьма полезно и едва-ли сложно учитывать отдельно оборот вагонов с потонными грузами.

**Суточный пробег вагонов.** Значение этого измерителя в общем схоже со значением оборота вагона. Если для получения числителя



и знаменателя оборота вагона достаточно одних сложений, то для суточного пробега приходится заниматься умножениями. Поэтому для быстрой, хотя и грубой, ориентировки этот измеритель менее удобен, чем предшествующий. Но зато он имеет преимущество несколько большей общности. Поясню это примером. Имеем две смежные дороги, на которых и оборот вагона и суточный его пробег одинаковы. Пусть эти дороги сливаются в одну. В зависимости от упразднения передаточных между ними станций суточный пробег вагона должен улучшиться, впрочем, весьма незначительно. Оборот же увеличится („ухудшится“) весьма значительно. Таким образом оборот вагона, завися от тех же факторов, как и суточный пробег, сверх того существенно зависит от конфигурации разделения сети между дорогами.

До сих пор мы говорили о суточном пробеге рабочего вагона вообще. Нужно ли разделять пробег этот — на пробег груженого вагона и на пробег порожнего? В критическом обзоре мы видели две крайние точки зрения: Новака, считающего такое разделение чуть ли не панацеей от всех бед, связанных с пользованием существующей отчетностью, и М. И. Васильева, считающего измеритель средне-суточный пробег порожнего вагона „статистически и логически недопустимым“. В вып. 104-м „Железнодорожный транспорт в 1927/28 г.“ уже имеются данные о суточном пробеге порожнего вагона. Так как последняя величина кроме соотношения выгрузки к сдаче груженых существенно зависит от длины рейса порожнего вагона, а этот рейс зависит от отношения порожнего пробега к общему, то для анализа явления мною составлен график № 6, на котором дороги расположены в порядке роста последнего отношения, которое изображается тонкой линией. Затем мною вычислено отношение суточного пробега порожнего вагона к суточному пробегу всякого вагона и нанесено на график жирной линией. Мы видим, что дороги под №№ 4, 7, 12, 14, 22 и 24 имеют чрезмерно низкую суточную скорость порожнего вагона, а дороги 5, 8, 16, 21 и 26 чрезмерно высокую. Остальные 15 дорог особенно не выделяются. На дорогах первой группы мы в праве были бы ожидать большой процент вагонов в запасе, а во второй группе — значительных залежей грузов. Кроме того, как мы знаем, порожние вагоны склонны застревать в порах неравномерности движения. Но вып. 104-й не дает никаких данных для суждения, почему на нашем графике получились такие высокие вершины и такие глубокие низины. Без упомянутых данных использовать новый измеритель едва ли представится возможным.

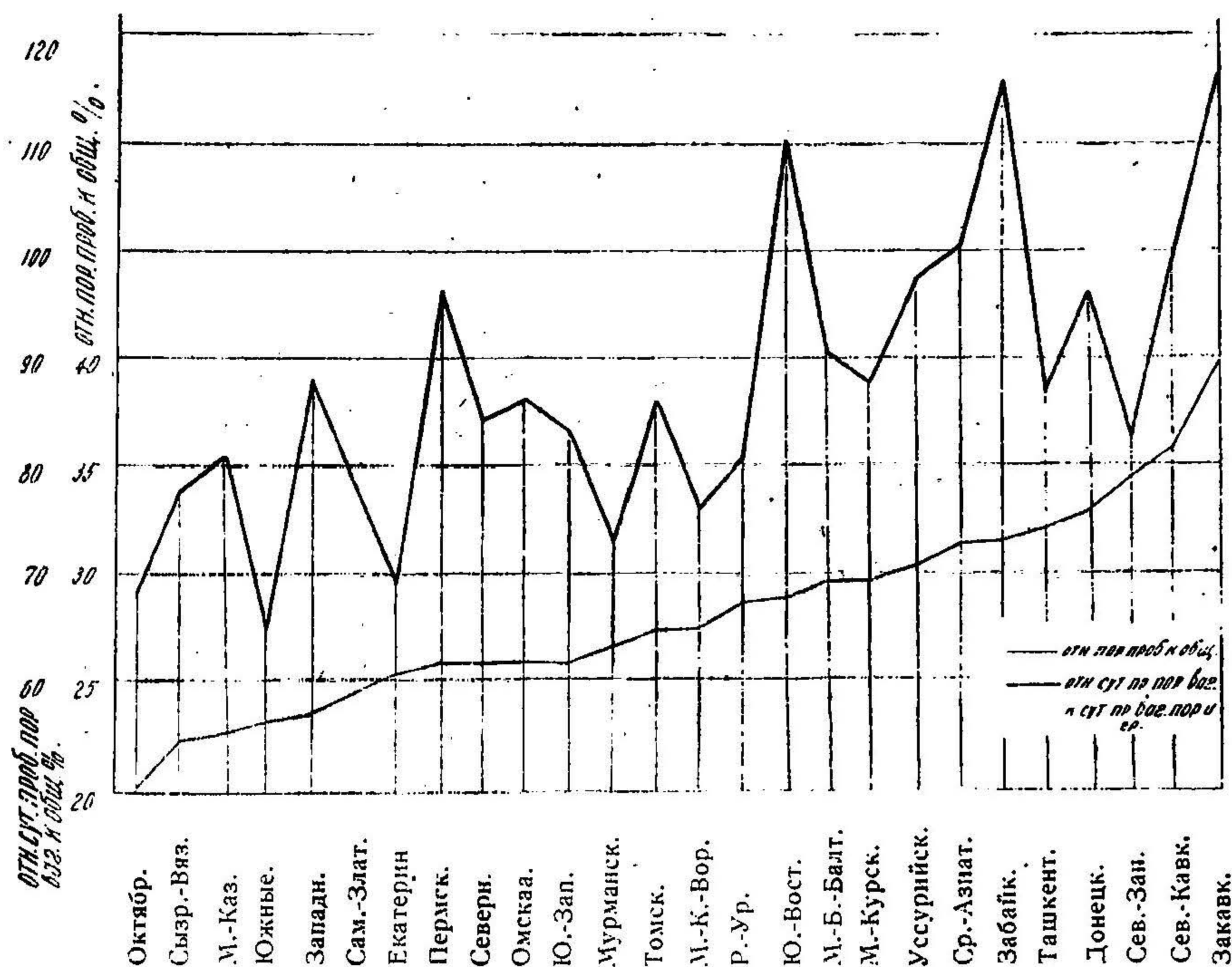
**Расход вагоно-дней по отдельным операциям.** Если ни оборот, ни суточный пробег вагона не может быть в своем первобытном виде надежным мерилем при оценке степени утилизации вагона, то каждый из них уже способен раскрыть многое, если их разложить на составные части, зависящие от тех состояний, в которых пребывает рабочий вагон. Повидимому, все сходятся, что этими состояниями



являются нахождения: 1) под грузовыми операциями, 2) в простоях на сортировочных станциях, 3) тоже, на дефовских и 4) в поездном движении. Некоторые прибавляют еще простой по обмену. Так как обмен производится обычно на сортировочных станциях, то самая процедура обмена и в прежнее время была небольшим накладным расходом к основному простоя на этой станции, а ныне с отменой технической приемки, выделением процедуры обмена можно и совсем пренебречь.

Нахождение под грузовыми операциями весьма значительно. Учет этих простоев систематически никогда не велся. Сколько-нибудь

График № 6. Коэффициенты пробега порожнего вагона в 1927/1928 г.



в больших размерах он был произведен лишь по инициативе отдельных дорог. Ныне ведется на станциях большого вагонооборота безномерной учет, а на прочих номерной. Как по тому, так и по другому способу учитывается общее время простоя под грузовыми операциями, без подразделения „до“, „во время“ и „после“ и без подразделения на нагрузку и выгрузку. Причины больших простоев под грузовыми операциями нам известны — односменность работы грузчиков и несовершенства прохождения сборных поездов через промежуточные станции с началом и концом рабочего дня. Здесь дело не столько в учете простоев, сколько в организационных мерах к его сокращению: двух- или даже трехсменная работа грузчиков на дефовских станциях боль-



шого грузооборота и лучшая проводка по участку сборных поездов. В негрузовом направлении можно было бы совсем отказаться от сборных поездов, приводя на промежуточные станции и уводя с них вагоны с такими поездами, которые свели бы к минимуму простой вагонов вне самой грузовой операции. Каждый отцепленный или прицепленный вагон при достаточной густоте движения сэкономит в среднем не менее 12 часов простоя. Правда, явится некоторая потеря в вагоно-часах в зависимости от того, что состав прямых поездов более состава сборных. По данным „Бюллетеня транспортной статистики“ за февраль 1930 г. видно, что вес брутто всякого товарного поезда по сети был 866 т, а сборного — 715 т. Следовательно, при весе вагона брутто 17 т состав всякого поезда был 51 вагон, а сборного — 42 вагона. Так как пробег сборных поездов составлял от общего товарного 17%, то отсюда можно вывести, что состав прямого имел 53 вагона или на 11 вагонов более сборного. По данным за 1925/26 г. о густоте движения число коммерческих станций на сети было 4.634. Депо-вских же станций было 686. Примем число промежуточных станций равным  $4634 - 686 = 3948$ . На каждую из них приходится эксплуатационной длины  $72622 : 3948 = 18,4$  км. Коммерческая скорость товарного поезда вообще была (II — 30 г.) 11,8 км/ч, а сборного 9,8 км/ч. Зная пробег тех и других, нетрудно найти коммерческую скорость прямого поезда — 12,3 км/ч. Расстояние в 18,4 км покрывается при  $V_k = 9,8$  км/ч в 1,88 часа, а при  $V_k = 12,3$  км/ч — в 1,50 часа. Следовательно, дополнительный простой сборного поезда на промежуточной станции равен 0,38 часа. Итак, прямой поезд при обслуживании одной промежуточной станции в среднем терял бы  $11 \times 0,38 =$  кругло 4 вагоно-часа<sup>1</sup>. Следовательно, выигрыш при отцепке или прицепке 1 вагона будет  $12 - 4 = 8$  вагоно-часов, 2 вагонов — 20 вагоно-часов, 4 ваг. — 44 вагоно-часов и т. д. На сортировочных и депо-вских станциях от нового порядка, повидимому, не будет ни выигрыша, ни проигрыша в вагоно-часах. Что касается поездо-часов, то с первого взгляда как будто бы в их сумме не должно произойти никаких изменений ни положительных, ни отрицательных. Но при различии коммерческих скоростей всегда возможны случаи обгонов медленного поезда более скорым с соответственным понижением общей коммерческой скорости и с уменьшением пропускной способности. При однообразной же коммерческой скорости оба эти отрицательные явления исключаются. К сожалению в грузовом направлении такая мера могла бы отразиться на составе поездов, так как в сборных поездах отцепка вагона на одной станции часто компенсируется прицепкой на другой, чего не будет, если каждая станция будет обслуживаться своим особым поездом. Поэтому прежде отмены системы сборных поездов в грузовом

<sup>1</sup>. В действительности дополнительный простой прямого поезда будет гораздо менее 0,38 часа, так как последняя величина обнимает двойную операцию (прицепку и отцепку), а иногда и обгон. Прямой же поезд совершает одиночную операцию.



направлении, нужно на каждом участке сперва изучить, не произойдет ли при этом снижение среднего веса поезда, какое именно, и будет ли оно вознаграждено сбережениями в вагонах.

Что касается простоев на сортировочных станциях, то безномерной учет без разделения его по назначениям составляемых поездов для контроля ничего не дает. Если, например, на станцию будет возложена обязанность специализировать новое назначение поездов, то это на ней вызовет увеличение простоев, а на других уменьшение. Это не вина первой и не заслуга вторых. Если, напротив того, станция нарушит возложенную на нее схему специализации, то от этого может уменьшиться простой на ней и увеличиться на других станциях. Здесь опять нельзя хвалить первую и порицать вторые. Наконец, возложение на дорогу организации маршрутных поездов может увеличить простой на сортировочных станциях по всей дороге и уменьшить его на других дорогах. Все это доказывает непригодность суммарного учета простоя на сортировочных для целей контроля. Он полезен только как материал для общих соображений о потребном вагонном парке. Может быть не было бы большою сложностью периодически одновременно с декадным учетом грузовых потоков производить безномерной учет на сортировочных станциях по отдельным назначениям работы станции. Все дело здесь в выработке особой для каждой сортировочной станции формы ведомости, заполнение которой в течение отдельных декад не стоило бы дорого.

Время нахождения рабочего вагона в поездном следовании зависит от коммерческой скорости поезда, о чем речь будет ниже.

Коснувшись разделения оборота и суточного пробега вагона по его операциям, я считаю необходимым остановиться на этом вопросе.

Идея проводить это разделение по линии оборота или суточного пробега с теоретической стороны не может вызывать никаких возражений. Единственный минус этого метода его чрезмерная теоретичность. Так, для него понадобилось вычислять средне-взвешенные расстояния между сортировочными, а равно и депо-скими станциями, т.-е. определять расстояния, не имеющие никакого реального значения. Я бы считал полезным спуститься с теоретических высот на землю и вести расчет по такой схеме. Имеем 5-е отделение №-ой дороги. За 20-е число месяца отделение погрузило 400 вагонов, выгрузило 300 вагонов, приняло груженых 950, сортировочная станция отделения сформировала поезда с 1.100 вагонами, пропустила без изменения состава 275 вагонов; 5 депо-ских станций пропустили 2.000 вагонов, по 1-му депо-скому участку длиной 120 км прошло 640 вагонов, по 2-му длиной 115 км — 720 вагонов, по 3-му длиной 110 км — 560 вагонов и по 4-му длиной 125 км — 480 вагонов.

Пусть в результате изучения условий работы отделения для него признаются посильными следующие нормы на вагон. На нагрузку—



28 часов, на выгрузку — 26 часов, на сортировочной станции при формировании поездов — 10 часов, при пропуске без пересоставления — 2 часа, то же на деповских станциях — 2 часа, коммерческая скорость на всех участках — 15 км. При этих нормах потребность в вагонах будет:  $[1400 \cdot 28 + 300 \cdot 26 + 1100 \cdot 10 + 275 \cdot 2 + 2000 \cdot 2 + (640 \cdot 120 + 720 \cdot 116 + 560 \cdot 110 + 480 \cdot 125) : 15] : 24 = 792 + 473 + 167 + 781 = 2213$ . В действительности же на отделении было 2650 вагонов или коэффициент парка — 1,20.

Чего не хватает для такой ежедневной проверки? В существующей отчетности все есть, кроме выделения на распорядительных станциях, сколько вагонов было в пересоставленных поездах и сколько в прошедших без пересоставления. Это выделение нужно будет завести. ДН может сравнить свои действительные расходы вагонов с нормативными даже по каждой из четырех рубрик отдельно (грузовые операции, сорт. и деповские станции и поезда), так как на 18 часов имеются в отчетности и эти данные. Правда, они не средние за сутки, а приуроченные к отчетному моменту. Но это, может быть, и не существенно. А если окажется существенным, то будет найдено и средство их корректировать. Такой метод контроля дает ДН возможность обнаруживать слабые места и приходить к ним на помощь. Здесь все ясно, просто и реально. Нужно только, чтобы нормы были также вполне реальны. Контроль этот является внутренним контролем дороги. Центр, если пожелает, может всегда найти возможность убедиться, что этот контроль действительно ведется и какие результаты дает. Для любителей же исчисления стандартных оборотов и суточных пробегов вот они:

$$\frac{2213}{400 + 950} = 1,7 \text{ сут. и } 1781 \cdot 15 \cdot 24 : 2213 = 127 \text{ км.}$$

Тут уже все „взвешено“, хотя и не все синхронично.

**Отношение пробега груженого к общему** есть показатель, в большей своей части зависящий от характера грузовых потоков. Для того чтобы обнаружить, не зависит ли он и от распорядительных действий, нужно пробег вагонов груженных и порожних делить по направлениям грузовому и негрузовому и по родам вагонов. Первое обязательно всегда, второе по сложности может быть только выборочно. Нормальное положение — равенство вагоно-осе-километров по направлениям грузовому и негрузовому. Если в негрузовом направлении общее число вагоно-осе-километров оказывается больше, чем в грузовом, то это может быть или в результате регулировки (командировки) или самотека. В последнем случае можно опасаться излишнего пробега. При положении обратном, т.-е. при общем пробеге в негрузовом направлении меньшем, чем в грузовом, и, если это не есть результат сознательной регулировки, значит положение нуждается в регулировке. Встречный же пробег вагонов одного рода есть явление,



вероятно, столь редкое, что из-за него даже выборочного учета пробега по родам вагонов устанавливать не следует. Исключением могут быть участки с неустойчивым грузовым направлением. Тут расходы и по систематическому учету могут оправдаться. Отмечу еще случай, когда распорядитель движения сознательно увеличивает пробег порожняка: уплотнение мелочных грузов в порожнем направлении.<sup>1</sup>

**Полезная нагрузка на ось рабочего вагона.** Этот измеритель должен исчисляться в следующих видах: 1) нагрузка на ось груженого вагона в грузовом направлении, 2) тоже груженого и порожнего вагона, 3) нагрузка на ось груженого вагона в негрузовом направлении и 4) тоже груженого и порожнего вагона.

Величина этого измерителя в грузовом направлении является важнейшим фактором в утилизации всего железнодорожного механизма. Чем больше нагрузка на ось вагона в грузовом направлении, тем менее нужно затрат на изготовление вагонов и расходов на их эксплуатацию, тем меньше нужно затрат на изготовление паровозов и расходов на их эксплуатацию, тем меньше нужно затрат на пропускную способность и на ее эксплуатацию. Есть из-за чего потрудиться статистике и вырабатывать цифры по загрузке вагона более живые, чем ныне. Да и самый контроль за использованием подъемной силы вагона нуждается в каких-то особых мерах. Инж. А. К. Шелиговский в своем капитальном труде „Использование подвижного состава железных дорог. 1913 г.“ указывает, что на М. В. Р. ж. д. для такого контроля оказалось достаточным прибавить в путевом журнале две графы: „наименование груза“ и „вес груза“. Из статьи Казанского видно, что в целях синхроничности технических и грузовых данных тоже предполагалось аналогичное пополнение путевых журналов. Но ввиду совершившегося объединения маршрута машиниста и путевого журнала с изъятием перечисления вагонов по номерам нужно искать иных путей для поменения этих сведений. Можно, например, пополнить этими двумя графами натурные листы или прибегнуть к вагонным листам. Где бы то ни было, но контроль над использованием вагона по весу в грузовом направлении вести необходимо. Здесь дело идет о главнейшем в вопросе об измерителях. Каждый груженный вагон, в котором при следовании его в грузовом направлении окажется нагрузки менее установленной

1. Признание мною нормальным положением равенства пробега по направлениям встретило то возражение, что при обезличенном парке, планировании и регулировке работы парка такое равенство может являться лишь частным случаем. Не отрицая последнего, я все же не могу считать нормальным положением неравенство пробега по направлениям. Что нужно для поддержания равенства пробега? Нужна равномерность движения во времени. Нужно ли стремиться к такой равномерности? Да, нужно, ибо она существенно уменьшает себестоимость перевозок. Как можно подходить к этой равномерности? В порядке правильной планировки перевозок. Итак что ж нужно называть „нормальным“ положением, то ли положение, когда перевозки предъявляются и совершаются планомерно, или то, когда вследствие малоудовлетворительного планирования или нарушения планов порожняк то и дело приходится перебрасывать из одного района в другой? Необходимость такой переброски должна быть не правилом, а исключением.



нормы, должен быть предметом расследования, безразлично, с мелочным или повагонным он грузом. За клиентом тоже нужно смотреть, хорошо ли он использует доверенный ему вагон. Кроме сравнения действительной нагрузки с установленной, необходимо время от времени проверять и правильность самой нормы нагрузки, изучая целесообразность укрупнки грузов, прессовки волокнистых и т. п.

**Количество полезных тонно-километров на ось вагона в сутки.** Это есть общий как бы тотальный измеритель использования вагона, равнодействующая всех сил, действующих на эксплуатационную судьбу вагона, сил, приложенных как изнутри железной дороги, так и извне ее.

Величина этого измерителя весьма интересна, как конечное сальдо общего баланса. И, повидимому, прав Казанский, указывая, что, может быть, было бы правильнее, если бы центр, который уже много лет делает ставку на децентрализацию, удовлетворился установлением нормы лишь по общему измерителю, предоставив местам, полнота власти которых предполагается растущей, право маневрирования „составляющими“ измерителями в зависимости от тех условий, которые на местах виднее.

При сравнении общего измерителя по дорогам или на одной и той же дороге по годам нужно относить его не только к оси, но и к тонне подъемной силы. Мы имели, например, до войны такие цифры изменения подъемной силы на ось вагона и степень ее использования (табл. 3).

ТАБЛИЦА 3-я.

ГОДЫ	Подъемная сила в тоннах	Тара	Нагрузка	Процент от подъемной силы
1	2	3	4	5
1898	5,78	3,21	2,87	50
1902	5,94	3,30	2,86	48
1913	7,45	3,49	3,68	49

Из таблицы видно, что нагрузка росла почти параллельно росту подъемной силы. Так как вместимость вагона с ростом подъемной силы почти не увеличивалась, то из параллельного роста можно заключить о более интенсивном использовании вагона. К сожалению, в моем распоряжении нет соответственных цифр для рассматриваемого общего измерителя ни довоенных, ни современных.

**Вагоны вне перевозок.** Таковыми вагонами являются: 1) отставленные в запас, 2) под жильем и складами и 3) больные. По каждой



такой рубрике следует вести процентный показатель от общего числа вагонов. В особенности этот показатель важен для больных вагонов. По нему мы можем судить, удовлетворяет ли постановка ремонта требованию сгущать ремонт в периоды затишья в перевозках. Зная процент вагонов вне перевозок, легко переходить от измерителей рабочего вагона к измерителям наличного, если бы это было нужно.

**Коммерческая скорость поезда.** Термин „коммерческая скорость“ — неудачливый и вызывает справедливое недовольствие. Имеются и предложения об его замене. Пишущий эти строки тоже когда-то против него ратовал, заменяя его даже в отчетах Порайонного комитета другим более, по его мнению, подходящим, но потом успокоился. Если солнце продолжает „восходить“ и „заходить“, то почему же скорости поезда не продолжать называться „коммерческой“. Ведь это — термин международный, а мы в нашей железнодорожной терминологии не избалованы терминами, принятыми всеми странами. Если термин „коммерческая скорость“ неудачен, то нужно проводить его изменение в международном масштабе, а не сепаратно.

Так как коммерческая скорость есть функция технической скорости на перегонах и простоев на станциях, то отношение коммерческой скорости к технической, или так называемый коэффициент скорости является очень интересным показателем, распределяющим роли между двумя различными комплексами факторов. С одной стороны — профиль, вес поезда, мощность паровоза, его состояние, род топлива, искусство машиниста, погода, конструкция и состояние пути (предупреждения), с другой — взаимное расположение станций, степень заполнения графика, снабжение паровоза, осмотр поезда, маневры по прицепке и отцепке, отгрузка и нагрузка, занятость перегона, пропуск пассажирских поездов. Если расписание поездов составлено правильно, т.-е. с учетом имеющихся средств, но без насильствования таковых, то фактическая коммерческая скорость должна быть равна коммерческой скорости по расписанию. К сожалению учет товарного движения сравнения этих двух скоростей или времен хода не дает. Для пассажирских поездов мы знаем, что они опаздывают в среднем, примерно, на 2% от времени, назначенного по расписанию. Этого наиболее наглядного показателя для товарных поездов мы не имеем. В самом деле, не так интересно знать, какой процент поездов идет по расписанию или иначе какой процент поездов опаздывает, как интересно знать, на сколько же процентов они опаздывают. Могут все 100% поездов опоздать, но дать совершенно несущественное среднее опоздание, например, 2%. В другом случае могут опоздать только 50% поездов, а среднее опоздание от расписания для всех 100% будет 10%. Ясно, что во втором случае движение было куда хуже и дороже, чем в первом.

Коммерческая скорость исчисляется с момента отправления поезда со станции смены паровоза до момента прибытия на следующую станцию смены паровоза. С развитием специализации поездов стано-



вится интересным определять коммерческую скорость не только поезда, но и состава от станции его формирования до станции расформирования. И наконец, не безынтересна коммерческая скорость вагона от станции погрузки до станции выгрузки. Но если для состава подобное выборочное определение легко может быть сделано по натурным листкам или по журналам маршрутных поездов, то для вагонов пришлось бы делать особое обследование.

**Полный вес поезда (брутто).** На основании соображений, приведенных выше, это есть измеритель использования не паровоза, а густоты движения. Поэтому его можно было бы и не дифференцировать. Однако для получения материала для вывода измерителя использования паровоза можно указывать средний вес поезда отдельно по направлениям грузовому и негрузовому и отдельно для сборных поездов. Необходимо также давать показатель „число вагоно-осей в поезде“, учитывая его отдельно по направлениям, так как этим характеризуется фактическая непарность движения.

**Число полезных тонно-километров на поезде - сутки.** Этот общий измеритель, являющийся функцией коммерческой скорости поезда и среднего полезного его веса, без труда получается и представляет известный интерес.

**Работа поездных бригад** есть сложная функция коммерческой скорости поездов и норм, установленных положением о рабочем дне и отдыхе. Для освещения утилизации бригад необходимо давать: 1) соотношение между фактическим средним числом рабочих часов в месяц и установленной нормой и 2) процентную долю часов полезной работы в пути между станцией смены от общего числа часов фактической работы.

**Оборот паровоза.** Оборот паровоза различают двойкий: тяговой — между двумя последовательными отправлениями со станции основного депо и движеньский — от прохождения через контрольный столбик основного депо при отпавлении и до прохождения через него же после возвращения. Тот или другой оборот слагается из времени следования с поездом, зависящего от коммерческой скорости поезда, и простоев на конечных деповских станциях. При обезличенной езде простои зависят от снабжения паровоза, его текущего ремонта, готовности бригад, поезда и перегона. При исчислении продолжительности оборота паровоза время, расходуемое на промывку, равное от 1 до 2 суток, обычно разверстывается на все сделанные от промывки до промывки обороты. Такое исчисление еще могло быть оправдано при так называемой хозяйской езде, при которой во время промывки бригада продолжала числиться при паровозе и даже принимала некоторое участие в промывке. При обезличенной же езде, как ныне, лишать понятие „оборот паровоза“ его реальности, вводя какие-то пропорциональные, весьма крупные надбавки от времени промывки, совершенно нецелесообразно. Тогда уже для последователь-



ности нужно бы вводить подобные надбавки и в связи с подъемкой и средним ремонтом паровоза. Нужно принять как основное положение, что, если паровоз по причине промывки или какого-либо вида ремонта не мог быть в течение суток в работе, то в эти сутки он не имеет права числиться в работе, а должен показываться в промывке или ремонте. А так как ныне промывку используют на планово-предупредительный ремонт, то нужно показывать все промываемые паровозы в ремонте. Еще лучше, если принять переход паровозов из здоровых в больные по Перекрестову, т.-е. по вполне точному моменту перехода. Оборот паровоза имеет аналогию с оборотом вагона, но для оборота паровоза сравнительно меньшую роль играют независящие от дороги факторы. В сущности все последние факторы сосредоточены главным образом в коммерческой скорости и в густоте и неравномерности движения. Последняя особенно портит измеритель „оборот паровоза“. Так как развертывание и свертывание бригад требуют и значительного времени и расходов, то оно не может идти строго в ногу с меняющейся то в ту, то в другую сторону густотой движения. Так как со слиянием Движения и Тяги не приходится разыскивать „виновных“ между разными службами, то оборот паровоза является для распорядителя движением измерителем более показательным, чем аналогичный измеритель „оборот вагона“.

Если разделить число поездо-часов в сутки на число участвующих в этих поездах паровозов одиночной тяги, то получим, сколько часов в сутки паровоз был вне депо-ских станций, т.-е. был в полезной работе. Такой показатель некогда был установлен Спб. порайонным комитетом. Уменьшение этого показателя служит сигналом избытка рабочих паровозов. Поэтому я рекомендовал бы введение этого показателя полезной работы взамен более сложного и менее точного показателя СК № 22 от контрольного пункта до контрольного пункта.

**Суточный пробег паровоза.** В масштабе участка измеритель „оборот паровоза“ дает материалы не только для контроля над распорядительной деятельностью, но и для определения потребности в паровозах. В масштабе же дороги более показателен суточный пробег паровоза, со всеми теми оговорками, которые сделаны для оборота паровоза.

**Вспомогательный пробег паровоза.** Вспомогательный пробег делится на вспомогательный линейный и на станционный или маневровый. Под вспомогательным линейным паровозом будем подразумевать вторую (или вообще кратную) тягу во главе или в хвосте (толкач) и одиночный пробег. Для характеристики будем определять отношение вспомогательного линейного пробега к общему пробегу, при чем в общем пробеге товарного движения учитывается лишь тот маневровый пробег, который вызывается нуждами товарного движения. Размеры маневрового пробега будем характеризовать также отношением к общему пробегу паровозов в товарном движении. Тоже относится и к одиночной



тяге, причем под ней подразумевается и кратная тяга в порожнем направлении.

Маневровый пробег и его производительность, повидимому, придется продолжать исчислять из условной часовой скорости, уточняя ее по местным условиям, и из количества переработанных в час вагонов. Более точные измерения этой производительности возможны только путем специальных обследований каждой отдельной станции.

**Использование тяговой силы паровоза.** Этим измерителем является число тонн брутто (нагрузка и тара вагона), как частное от деления перевезенных в поездах тонно-километров брутто на паровозо-километры в поездном и вспомогательном для поездов пробеге с обязательным разделением на направления — грузовое и негрузовое. Этот измеритель в грузовом направлении является важнейшим в области паровозного хозяйства. Сравнивая фактическое число тонн брутто с предельным возможным при данном профиле и данной серии паровоза, получим коэффициент использования тяговой силы паровоза. Наибольшее влияние на этот коэффициент оказывают сборные поезда, средний вес которых в зависимости от конфигурации грузовых потоков может значительно отставать от веса прочих товарных поездов. Чем меньше густота движения на дороге, тем понижающее влияние сборных поездов больше. Наконец следует учитывать и влияние погоды путем исчисления взвешенных процентов снижения составов.

**Число полезных тонно-километров на 1 паровоз в сутки.** Это есть общий измеритель использования паровоза. В отличие от Хальфина, Белелюбского и Казанского я отношу этот измеритель к полезной (нетто) работе, а не к полной (брутто). Я думаю, что указанные исследователи, останавливаясь на брутто, соблазнились возможностью обобщить этот измеритель для пассажирского и товарного движения. Мною же руководят другие соображения. В весе брутто одна часть — полезный груз, другая — вес тары или мертвый груз. Первого — чем больше, тем лучше, второго — чем больше, тем хуже. Поэтому при увеличении измерителя брутто неизвестно, произошло ли улучшение или ухудшение дела. Ведь в конечном счете железнодорожный механизм должен дать транспортную продукцию, а таковой вес вагонной тары отнюдь не может быть.

**Паровозы вне перевозок.** К ним относятся паровозы: 1) отставленные в запас и 2) больные. По первой рубрике определяется процент от общего количества паровозов. По второй — тоже, но отдельно для паровозов в текущем и планово-предупредительном ремонте и отдельно для всех других видов ремонта.

**Пассажирское движение.** При всей ответственности его с точки зрения безопасности, быстроты, срочности и удобства, оно является в некоторых отношениях более простым объектом эксплуатации, чем товарное. Пассажирские поезда на графике занимают привилегированное положение и товарные должны им уступать дорогу ценою



каких угодно задержек, назначенные по расписанию в постоянное обращение пассажирские поезда должны быть в ходу безотносительно степени их заполнения. Все это скорее упрощает дело постановки пассажирского движения, требуя для него не столько повседневной искусной тактики, как для товарного, сколько правильной стратегии.

В системе измерителей пассажирского движения принцип грузового направления, в общем, отпадает, хотя в отдельных случаях приходится считаться с преобладающим направлением пассажирского потока.

**Оборот составов.** Каждая дорога определяет время оборота составов своих местных поездов с расчленением на время следования и на простой в конечных пунктах. Считаясь с особенностями пассажирского движения, приходится идти и на большие простои составов в пунктах оборота, в особенности в беспересадочных сообщениях. Так как этот простой мало зависит от времени следования, то коэффициент оборота, равный отношению полезного времени (следования) к полному времени, можно выводить, можно и не выводить. Оборот беспересадочных сообщений исчисляет дорога первоначального формирования состава для всего расстояния оборота. Затем полученный общий оборот можно распределить по дорогам следования, в части пробега по действительному времени следования, а в части простоев на конечных станциях — пропорционально первым величинам. Так как кроме вагонов, находящихся в составах данного сообщения, есть еще резервные, предназначенные, или для замены заболевшего или для случайного пополнения этих составов, то от времени оборота состава можно перейти ко времени оборота вагона, умножением первого на коэффициент, равный частному от деления суммы числа вагонов в составах данного сообщения и числа резервных на число вагонов только в составах.

Суточный пробег состава и вагона аналогичен предыдущему.

**Населенность на ось вагона.** Очень важный измеритель использования вагона и нуждается в более точной постановке учета, чем ныне. Эта главная сфера, где распорядитель движения может влиять на использование пассажирского подвижного состава.

**Число пассажиро-километров на ось вагона в сутки.** Общий измеритель, не нуждающийся в пояснении.

**Коммерческая скорость поезда.** В отличие от товарного движения коммерческая скорость определяется в местном сообщении конечными станциями, в беспересадочном — между конечными станциями каждой отдельной дороги. Коэффициент скорости здесь также необходим. Для контроля над соблюдением расписания, кроме процентного отношения фактического времени хода и хода по расписанию, полезны и показатели абсолютных величин вагонов в тех же пределах.



Среднее число пассажиров в поезде — важный измеритель, не требующий пояснения. В дополнение к нему показываются процент занятых мест к предоставленным и среднее число осей в поезде.

Оборот паровоза и суточный его пробег — аналогичны измерителям в товарном движении.

Использование тяговой силы паровоза. Этот важнейший измеритель в области паровозного хозяйства исчисляется так же, как и в товарном движении.

Число пассажиро-километров на 1 паровоз в сутки. Общий измеритель, не нуждающийся в пояснении.

Пригородное движение. Обороты составов и паровозов, коммерческая скорость поездов, простой на станциях оборота, населенность на ось вагона и на целый поезд — все имеет свое значение и для пригородного движения, но этого одного недостаточно. Неравномерность пассажирского потока здесь изменяется не только по сезонам и дням, но и по часам дня. Для правильного обслуживания этого потока необходимо детальное его изучение. Статистика проданных билетов говорит очень мало, так как есть билеты обратные, месячные, сезонные и годовые. Учет, производимый кондукторскими бригадами, как глазомерный, тоже недостаточен. Необходим учет хотя бы выборочный, но производимый по периодам обязательно специальными наблюдателями, регистрирующими число, часы, назначение и цель поездок. Этот учет позволяет во-время перейти к зонному графику, дающему при соблюдении интересов пассажиров сбережение в пробеге подвижного состава и в его количестве. При электрифицированном движении этот учет дает материал для правильного оперирования секциями поезда в интересах как пассажиров, так и дороги.

Хозяйственное движение. Измерители в нем те же, что и в товарном, но ввиду сравнительно меньшего количественного значения, можно ограничиться и меньшим числом основных измерителей. Но зато здесь нужен учет, показывающий, что хозяйственное движение пользуется сезонами затишья коммерческих перевозок, что хозяйственные грузы направляются по возможности в негрузовом направлении и что для идущих в грузовом дальность пробега — возможно малая.

Густота движения. Так как степень заполнения пропускной способности имеет существенное влияние на коммерческую скорость товарных поездов, а через нее и на остальные измерители использования подвижного состава во времени, то периодический учет густоты движения необходим. Он должен вестись в фактических парах поездов, в числах вагонов, в числах полных и полезных тонно километрах в сутки, по направлениям грузовому и негрузовому, и сравниваться с имеющейся пропускной способностью в тех же единицах.

Схема техническо-эксплуатационных измерителей. Для наглядности свожу вышеописанные измерители в части товарного движения в общую



схему. На ней фигурируют почти исключительно общепринятые измерители. Добавлены только в поездных измерителях показатель опозданий (отношение фактического хода к ходу по расписаниям) и в паровозных — показатель полезной работы (число часов в сутки). Показатели эти легко получаются и много говорят. В вагонных измерителях вместо простоев по месту (сортировочные и депоовские станции) указаны простои по характеру операций (пересоставление поездов, смена паровозов), что при развитии специализации поездов более правильно.

Если мы задумаемся в приведенные на схеме измерители, то мы заметим в измерителях вагонов и паровозов внешнее сходство, но внутреннее различие. Так, если в нагрузке вагона признать на 20% зависимость от внутренних факторов и на 80% от внешних, то в нагрузке паровоза, вероятно, получится обратная зависимость — 80% от внутренних и 20% от внешних. Что касается II раздела измерителей, то отношение пробега вагонов груженных и всяких тоже очень мало можно признать зависящим от внутренних факторов, между тем как отношение линейного пробега паровозов к общему только в доле маневрового пробега, входящего в делитель, может зависеть от внешних факторов. Прочий же пробег целиком есть дело методов эксплуатации. По разделу III положение аналогичное. Суточный пробег существенно зависит от длины оборота. Но по вагону эта длина почти совершенно не зависит от дороги, а по паровозу она есть функция устройства (расстояние между депо) и методов эксплуатации (так называемые плечи).

Существенные черты моей схемы заключаются в настойчивом, где следует, напоминании о принципе выделения грузового направления, а равно и в установлении нового измерителя „нагрузка паровоза“ с указанием настоящего места измерителю — „нагрузка поезда“. Название измерителей, „основные“, „общие“ и т. п. у меня объясняются соображениями, не раз мною в этой работе высказанными, о предпочтительности фиксировать больше внимания на измерителе-множителе, чем на измерителе-произведении. От индекса, представляющего равнодействующую из общих измерителей вагона, поезда и паровоза, воздерживаюсь. Слишком он условен. Для взвешивания каждого общего измерителя едва ли у нас найдутся достаточно надежные весы. Другое дело, если бы удалось перевести эти измерители в денежное выражение. Но это дело более или менее отдаленного будущего.

**Заключение:** 1. Таких измерителей работы железной дороги, по которым можно было бы безошибочно судить об успешности технико-эксплуатационной деятельности железнодорожных агентов, пока еще не существует.

2. Каждый из имеющих применение измерителей зависит от большего или меньшего числа факторов не только внутренних, но и внешних для железной дороги.



3. Составлять более или менее достоверное суждение о качестве технико-эксплуатационной деятельности агентов можно лишь на основании целого комплекса измерителей, факторов и показателей, расшифровка которых требует основательного знакомства не только с сущностью технико-эксплуатационного процесса вообще, но и со всей обстановкой, в которой он протекает на данной дороге и за данное время.

4. Цикл анализа измерителей не должен замыкаться одними вопросами об успешности или неуспешности деятельности агентов, но от измерителей нужно брать все, что они могут дать и за пределами этих вопросов. Если комплекс измерителей свидетельствует о неуспешности работы, то нужно уточнить, где и отчего она происходит и как ее устранить.

5. Целесоответственные измерители предполагают надлежащую постановку отчетности. Существующая форма отчетности нуждается в существенных поправках и дополнениях.

6. Хотя в существующей форме учета товарного движения принцип выделения грузового направления нашел себе достаточное выражение, но дороги, повидимому, не прониклись еще сознанием важности этого принципа. Доказательством служит отсутствие на многих дорогах учета одиночного пробега по грузовому направлению, несмотря на всю нетерпимость такого пробега.

7. Установление норм нагрузки вагона и состава поезда по обоим направлениям в совокупности также свидетельствует о недооценке крупного значения принципа выделения грузового направления и потому такое нормирование вместо освещения общего положения может его затемнить.

8. Для оценки использования паровоза в поездной работе должен быть установлен новый измеритель: число тонно километров брутто, приходящееся на 1 паровозо-километр в линейном пробеге, т.-е., считая и кратную тягу и одиночный пробег, отдельно (в товарном движении) по направлениям грузовому и обратному и отдельно для поездов прямых и сборных. Соответственно этим измерителям должны вырабатываться и коэффициенты использования мощности паровоза.

9. Средний вес брутто товарного поезда есть лишь количественный измеритель густоты движения. Для этой цели достаточно учитывать его в обоих направлениях в совокупности.

10. В целях выявления избытка вагонов в рабочем товарном парке необходимо продолжать вести учет суточного пробега отдельно груженых и порожних с добавлением данных, указанных на стр. 37.

11. Имея в виду громадный удельный вес в области эксплуатации измерителя „средней нагрузки товарного вагона“, необходимо завести по горячим следам контроль, выявляющий каждый товарный вагон с нагрузкой в грузовом направлении менее установленной для данного рода груза.



Схема измерителей в товарном движении

		Вагоны (по их роду)	Поезда	Паровозы
Раздел I	Основной измеритель	Полезная нагрузка груженого вагона а) в грузовом направлении б) „ обоих „ (P) То же для гружен. и порожн. ваг.	Полная (брутто) нагрузка поезда а) всякого в грузовом направл. б) „ „ обоих „ (Q') в) сборного в грузовом	Полная нагрузка линейного паровоза а) в грузовом направлении б) обоих „ (Q'')
	Его факторы	Полезная нагрузка от повагон. грузов в грузовом направлении Полезная нагрузка от прочих грузов в грузовом направлении		Коэффициент нагрузки в грузовом направлении всякими поездами Коэффициент нагрузки в грузовом направлении сборными поездами
	Показатель		Число вагоно-осей в грузов. направл. „ „ „ негруз. „	
Раздел II	Основной измеритель	Отношение пробега гружен. к общ. а) в грузовом направлении б) в обоих „ (α)	Отношение полезн. нагруз. к полной (β)	Отношение линейного пробега к общему (γ)
	Его факторы	Рейс груженого вагона „ от нагрузки до нагрузки		
	Показатель			Отнош. ведомог. пробега к общему „ маневр. „ „ „ „ одяноч. „ в груз. напр. „ „ „ „ обоих „
Раздел III	Основной измеритель	Суточный пробег а) всякого вагона (S') б) груженого вагона в) порожнего „	Коммерческая скорость (V <sub>k</sub> )	Суточный пробег всякого паровоза (S'') „ „ линейного „
	Его факторы	Простой под грузовыми операциями „ при пересоставлении поездов „ „ смене паровозов Следование в поездах	Техническая скорость	Простой на станциях основного депо „ „ „ оборотного „ Следование в поездах
	Показатель	Оборот	Коэффициент скорости Соотношение времени хода фактич. и по расписанию.	Оборот Число часов в сутки полезной работы
Разд. IV	Общий измеритель	Полезные тонно-километры на вагоно- сутки (B) $B = \alpha S'P$	Полезные тонно-километры на поезде- сутки (Π) $\Pi = 24 \beta V_k Q'$	Полезные тонно-километры на паро- возо-сутки (Л) $L = \gamma S'' \beta Q''$
Разд. V	Показатель состояния парка	0/0 от наличия в запасе 0/0 „ „ „ ремонте 0/0 „ „ „ под жильем и складами 0/0 „ „ „ в раб. пп.		0/0 от наличия в запасе 0/0 „ „ „ текущ. и план-пред. рем. 0/0 „ „ „ прочих видах

Примечание. Грузовое направление отдельного рода вагона может не совпадать с общим грузовым направлением.



12. При установлении стандартов для измерителей нужно всегда помнить, что стандарт не есть недостижимый идеал, а лишь образец для исполнения.

13. При установлении стандартов для использования товарных вагонов во времени целесообразнее вести учет вагоно-дней непосредственно по операциям, не прибегая к формулам оборота и суточного пробега. Такой учет явится орудием не только контроля, но и воздействия на лучшее использование вагонов.

14. При пользовании измерителями, кроме сравнения их с установленными нормами или стандартами, необходимо вести сравнение отчетного месяца с предшествующим и с одноименными месяцами прошлого года.

---



## Коэффициент издержек, как универсальная характеристика работы дороги.

### I. Коэффициент издержек для оперативных характеристик работы дороги.

Оценка хозяйственной деятельности отдельных районов и дирекций железных дорог в области перевозочной работы обычно делается на основании численных значений измерителей, достигнутых этими органами. Однако оценка затрудняется, если одни из измерителей дают рост, а другие — снижение. Между тем характер работы железных дорог по самому своему существу таков, что изменение организации движения влияет на различные измерители именно в противоположных направлениях; так увеличение *веса* поезда может вызвать частичное снижение технической *скорости*, улучшение оборота *вагонов* может повлиять на про-  
бег *паровозов* и т. п. Поэтому оценка совместного изменения ряда измерителей при рассмотрении каждого отдельно представляет значительные затруднения. Различные авторы стремились преодолеть эти трудности, выдвигая предложения о тотальных, или универсальных, коэффициентах оценки деятельности дороги, при чем строили свои коэффициенты путем сочетания различных, наиболее характерных технических измерителей работы дороги, объединяемых в одно целое посредством тех или иных арифметических действий.

Среди довольно многочисленных проектов тотальных коэффициентов надо считать сравнительно удачным метод Бюро экономики северо-американских железных дорог, основанный на индексном способе оценки. Установив для хорошо подобранного перечня измерителей изменения их в виде индексов по сравнению с предыдущим периодом работы дороги, Бюро экономики объединяет эти индексы в виде произведения, которое и должно выражать результаты совместного влияния всех измерителей.

Главным недостатком всех тотальных измерителей является то, что они не выражают никакого реального понятия. Число, которое получается в результате ряда арифметических действий, лишено физического значения из-за разнородности объединяемых величин.

Наиболее простым и убедительным показателем хозяйственности работы дороги надо считать себестоимость перевозки на анализируемом участке. Однако в этом бесспорно тотальном показателе есть то не-



удобство, что он отражает в себе не только обстановку работы, создающуюся вследствие той или иной степени хозяйственности ведения дела, но нераздельно и всю совокупность местных условий, связанных с ценами, уровнем зарплаты, климатом и тому подобными обстоятельствами. Кроме того из числа объективных причин, влияющих на себестоимость, часть вовсе не зависит от воли руководителей предприятия, как-то: густота движения, количество обратных грузов и т. п. Таким образом себестоимость перевозки, отражая сразу всю совокупность факторов, влияющих на издержки, не дает возможности судить в отдельности о последствиях мероприятий, проведенных администрацией по их инициативе и в результате их хозяйственной деятельности. Если мы зададимся целью иметь характеристику, позволяющую выявить раздельно каждую из причин, влияющих на себестоимость, и именно влияние численных значений измерителей по перевозочной работе, итоговая себестоимость нас удовлетворить не может.

Предлагаемый ниже прием позволяет достаточно ярко выразить совокупное влияние на результаты эксплуатации любых по нашему выбору обстоятельств, которые имеют место при работе дороги.

За последние годы благодаря работам последователей моей школы на основе разработанного мною метода анализа эксплуатационных расходов удалось подробно изучить влияние различных обстоятельств на себестоимость перевозки.

Для каждой из независимых характеристик эксплуатационной работы дороги может быть определен коэффициент влияния этой характеристики на издержки перевозки. Коэффициент этот будет выражать, как изменяются издержки, если численное значение характеристики увеличится или уменьшится. Например, исследовательскими работами установлено, что изменение эквивалентного подъема, связанного с издержками соотношением прямой зависимости, способно влиять на 14% от расходов эксплуатации; иначе говоря, увеличение эквивалентного подъема в два раза даст повышение расхода эксплуатации в среднем на 14%.

Зная численное значение измерителей на данной дороге и относительное их отличие от сетевых значений, мы можем определить расходную характеристику наблюдаемых на дороге условий эксплуатации. Если, например, эквивалентный подъем на дороге на 10% ниже сетевого и если, как мы уже знаем, эквивалентный подъем способен влиять на 14% всех расходов, это десятипроцентное снижение подъема должно дать 1,4% понижения себестоимости против сетевой. Поэтому для приведения средней сетевой себестоимости к дорожной следует сетевую себестоимость уменьшить на 1,4%.

Если мы имеем ряд измерителей, отличающихся по своим значениям от сетевых, и по каждому известен коэффициент влияния на издержки, а следовательно, известно и изменение издержек при



имеющемся отклонении измерителя, то не будет трудно найти и величину возможного совместного их влияния на издержки. Последняя величина и решает задачу.

Для того чтобы предыдущее было более понятно, поясним это численным примером.

Допустим, что мы имеем три характеристики работы дороги и относящиеся к ним данные, приведенные в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1.

Наименование измерителя	Значение измерителя	
	На дороге	На сети
Средняя нагрузка оси груз. вагона тов. парка, тонн .	7,0	6,3
Средний состав поезда в тов. движении, осей . . .	110,0	100,0
Средняя коммерческая скорость, километров/час. .	12,0	13,0

Коэффициенты влияния на эксплуатационные расходы согласно исследовательским работам, произведенным за последние годы, можно принимать для:

нагрузки груженого вагона . . . 45%  
состава товарного поезда . . . 25%  
коммерческой скорости . . . 10%

Эти коэффициенты выражают собою долю расходов, изменяющуюся при изменении измерителя, при чем по всем измерителям — обратно пропорционально изменению измерителей.

Относительное отличие дорожных измерителей от сетевых составляет

для нагрузки  $\frac{7 \cdot 100}{6,3} = 111\%$  . . . . увеличение + 11%

для составов поездов  $\frac{110 \cdot 100}{100} = 110\%$  . . . . увеличение + 10%

для коммерческой скорости  $\frac{12 \cdot 100}{13} = 92\%$  . . . . уменьшение — 8%

Зная коэффициент влияния на расходы и относительное отличие измерителей, можем найти для каждого измерителя характеристику его влияния на расходы.

Расходы могут быть связаны с измерителями или прямой зависимостью (с увеличением измерителя расходы возрастают) или обратной зависимостью (с ростом измерителя расходы падают).

В первом случае изменение (приращение) расходов при изменении измерителя находится по простой формуле:

$$\Delta = nx,$$



где  $n$  — коэффициент влияния на расходы,  $k$  — относительное приращение измерителя с соответствующим знаком.

Во втором случае зависимость несколько сложнее.

По формуле, выведенной Н. А. Морщихиным <sup>1</sup>

$$\Delta = \frac{-nk}{1+k}.$$

Для нашего случая имеем для всех трех измерителей обратную зависимость:

$$\text{для нагрузки } \Delta_1 = \frac{-45 \cdot 0,11}{1 + 0,11} = -4,46\%$$

$$\text{для состава поезда } \Delta_2 = \frac{-25 \cdot 0,10}{1 + 0,10} = -2,27\%$$

$$\text{для коммерческой скорости } \Delta_3 = \frac{+10 \cdot 0,08}{1 + 0,08} = +0,87\%.$$

Каждая из этих расходных характеристик дороги выражает то, насколько достигнутый на дороге измеритель повлиял на снижение или рост себестоимости против той, которая была бы на дороге при средне-сетевых значениях измерителей.

Совокупное воздействие на себестоимость всех достигнутых измерителей может быть выражено произведением:

$$E = \sum_1^m (1 \mp \Delta).$$

В частности возникает вопрос, следует ли брать произведение  $\sum_1^m (1 \mp \Delta)$ , или алгебраическую сумму  $\sum_1^m (\mp \Delta)$ ; решение этого вопроса зависит от рода связи между характеристиками и само по себе является довольно сложной проблемой. Не останавливаясь на рассмотрении этого вопроса <sup>2</sup>, отметим, что для изучаемой задачи выбор того или другого вида зависимости не имеет существенного значения; мы останавливаемся на формуле  $E = \sum_1^m (1 \mp \Delta)$ , которой и будем пользоваться.

В таком случае имеем:

$$E = 0,9554 \cdot 0,9773 \cdot 1,0087 = 0,942.$$

<sup>1</sup>) „Железнодорожное Дело“ 1928 г., № 8.

<sup>2</sup>) Проблема эта подробно изучена Н. А. Морщихиным; согласно его выводам, если анализируемые факторы действуют каждый на разные группы эксплуатационных расходов, то надо брать  $\sum_1^m (\mp \Delta)$ ; если же анализируемые факторы влияют на одни и те же расходы, то к  $\sum_1^m (\mp \Delta)$  надо добавлять поправочный член, который должен учитывать это взаимное влияние.

Пользование же формулой  $\sum_1^m (1 \mp \Delta)$  дает в общем случае некоторую ошибку, хотя результат в большинстве случаев получается и более правильный, чем при пользовании формулой  $\sum_1^m (\mp \Delta)$ . См. Н. А. Морщихин. „Влияние длины и профиля линии на эксплуатационные расходы железных дорог“, статья в настоящем сборнике.



Полученный нами коэффициент издержек 0,94 может быть принят, как универсальная характеристика работы дороги, выражающая то влияние, которое достигнутые технические измерители оказали на снижение дорожной себестоимости.

Если на коэффициент издержек умножить средне-сетевое значение себестоимости, мы получим ту себестоимость, которая должна была бы быть на сети, если бы на ней значения трех изученных характеристик были бы равны дорожным.

Изложенное и является основой предлагаемого метода оценки работы дороги.

Если достаточно полно подобрать перечень измерителей, которые характеризуют качество эксплуатации дороги, то коэффициент издержек будет хорошо отражать собою оперативно-хозяйственные достижения распорядителей дела. Допустим теперь, что мы добавили в перечень измерителей все сколько-нибудь важные характеристики, отражающиеся на расходах, хотя бы они и не зависели от администраторов и работников предприятия. Если мы для этого перечня определим коэффициент издержек и умножим на него сетевую себестоимость, то мы должны получить величину себестоимости, которая будет настолько близка к фактической дорожной величине, насколько полно мы сумели выбрать в перечень характеристик действительно все обстоятельства, отличающие данную дирекцию от сети.

На практике исчерпать все обстоятельства, конечно совершенно не возможно; всегда останутся вне учета индивидуальные особенности руководителей предприятия и работников дороги. Однако подсчет коэффициента издержек на основании полного перечня характеристик представляет собою интерес в том отношении, что он дает возможность расчета предположительной величины дорожной себестоимости перевозки при средне-сетевых условиях хозяйственности ведения дела.

Эта последняя величина позволяет удобно сопоставлять работу разных дорог и делать выводы о всех обстоятельствах, определяющих условия эксплуатации.<sup>1</sup>

Таким образом применение коэффициента издержек открывает сравнительно широкие возможности.

Однако для полной оценки этих возможностей необходимо ясно представлять себе, что коэффициент издержек, как и всякий другой тотальный измеритель, по самой своей сущности может являться лишь зеркалом происходящих на дороге явлений, а не характеристикой хозяйственности работы ее администраторов. В самом деле, представим себе две дороги: одну построенную по весьма совершенным техническим условиям, с пологими подъемами, мощным подвижным составом,

<sup>1</sup> Для этой последней цели более удобно приводить фактическую дорожную себестоимость к расчетной средней сети. Таким образом, если в первом случае мы имеем—(факт. сетевая себестоимость)  $\times$  коэф. издержек = (расчетная дорожная себестоимость), то для сравнения работы дорог удобнее находить расчетную сетевую себестоимость, которая равна: (фактической дорожной себестоимости): коэффициент издержек.



равными станциями и т. п., другую — в гористой местности, с крутыми подъемами, слабым верхним строением, тесными станциями и т. п. Если мы сопоставим оперативные измерители — составы поездов, скорости движения, простой подвижного состава, — то естественно, что на первой дороге мы увидим их более совершенными, и всякий тотальный коэффициент отразит именно это обстоятельство; такое же положение мы будем иметь и с коэффициентом издержек. Между тем может быть поставлен вопрос не только о том, насколько совершенны измерители первой дороги, но и о том, в какой степени они отражают те возможности, которые были предоставлены дороге ее мощным оборудованием. Может оказаться, что вторая дорога, имеющая худший коэффициент издержек, достигла большего в смысле использования резервов и всех своих возможностей, чем первая. Ответа на этот вопрос ни коэффициент издержек, ни какой тотальный коэффициент не даст, если вычислить его обычно применяемым приемом, путем сопоставления характеристик дороги изучаемой и средних сетевых. Таким образом коэффициент издержек, основанный на сопоставлении дорожных и средне-сетевых характеристик, показывает — безотносительно к возможности достигнуть численной величины того или другого измерителя — насколько в отношении экономичности совершенны или несовершенны измерители, осуществляемые на дороге. Для ответа же на вопрос, в какой степени использованы возможности, представляемые типом и оборудованием дороги, необходимо исчислять коэффициент издержек на основе конечного сопоставления характеристик не с сетевыми, а с дорожно-стандартными характеристиками. Об этом подробнее будет сказано ниже.

Изложенный выше прием оценки оперативно-хозяйственной стороны деятельности дороги может быть применен к совокупности любых измерителей и характеристик. Однако, если поставить задачей охватить все основные обстоятельства, могущие отражаться на себестоимости, то мы только в сравнительно слабой степени будем в состоянии видоизменять состав характеристик. В этом случае задача подбора характеристик сведется к использованию формул математической зависимости между измерителями, которые мы считаем влияющими на расходы (поездо-км, ваг. осе-км, паровозо-км и т. п.) и независимыми характеристиками, определяющими эти измерители (нагрузка вагона, состав поезда, коммерческая скорость и т. п.). Исходя из измерителей, которые помещены ниже в табл. 2, возможно помощью общеизвестных эксплуатационных зависимостей между этими измерителями и характеристиками, установить перечень характеристик, влияющих на каждый из измерителей, а затем и полный перечень характеристик, влияющих на всю совокупность измерителей табл. 2. Этот полный перечень и будет основой для изучения величины коэффициента издержек. Как сказано при выработке этого перечня возможность выбора характеристик весьма ограничена, но все же она имеется; возможность эта



с одной стороны связывается с полнотой перечня, а с другой стороны вызывается относительной свободой выбора характеристик, имеющих однородное по своему существу влияние на расходы. В той степени, в какой остается свобода выбора характеристик, подбор их и взаимное согласование является весьма существенным, и коэффициент издержек будет тем более показателен, чем удачнее подобраны характеристики. При этом весьма желательно составить таким образом набор характеристик, чтобы с одной стороны они наиболее полно отражали работу дороги во взаимно противодействующих особенностях использования подвижного состава, а с другой являлись, насколько это будет возможно, независимыми друг от друга. Первое обстоятельство понятно само собой, что же касается второго, то введение измерителей вытекающих один из другого загромождает формулу коэффициента издержек, понижает степень ее чувствительности и может повлечь за собою переоценку влияния на расходы. Кроме того при введении измерителей, характеризующих одно и то же явление и покрывающих друг друга (напр. коммерческая скорость и суточный пробег) при установлении коэффициентов влияния, надо следить за тем, чтобы лишь однажды учесть расходы, зависящие от характеристик. Это весьма важно, чтобы не переоценить влияние того или другого обстоятельства.

На основании изучения формул связи измерителей и характеристик я считаю целесообразным предложить нижеприведенный перечень характеристик, достаточно полно по моему мнению отражающих главнейшие стороны хозяйства дорог и использование ее перевозочных средств. Характеристики эти, общим числом 15, относятся по отдельности к каждому виду движения.

#### А. По товарному движению:

1. Средняя нагрузка оси груженого товарного вагона в грузовом направлении.
2. Средний состав в осях груженных вагонов поездов товарного движения в грузовом направлении.
3. Процент общего пробега паровозов в товарном движении к поезвному.
4. Суточный пробег во главе поездов паровоза товарного парка, находящегося в распоряжении дорог (без запаса правления).
5. Суточный пробег товарного вагона парка, находящегося в распоряжении дорог (без неприкосновенного запаса).
6. Коммерческая скорость товарных поездов.
7. Расход топлива на единицу механической работы в товарных поездах в обоих направлениях.
8. Процент общего пробега суммы — коммерческих грузов по своей дороге + хозяйственных грузов в коммерческих и рабочих поездах по своей и чужим дорогам — к пробегу коммерческих грузов по своей дороге.



9. Процент паровозов товарного парка в распоряжении дорог (без запаса) к рабочему парку.

10. Процент вагонов товарного парка в распоряжении дорог (без запаса) к тому же парку, но без ремонта.

#### Б. По пассажирскому движению.

11. Средний состав поездов пассажирского движения в осях всех вагонов.

12. Расход топлива на единицу механической работы в пассажирских поездах в обоих направлениях.

13. Суточный пробег во главе поездов паровоза пассажирского парка, находящегося в распоряжении дорог (без запаса).

14. Суточный пробег вагона пассажирского парка в распоряжении дорог (без запаса).

15. Процент паровозов пассажирского парка в распоряжении дорог (без запаса) к рабочему.

Из перечисленных характеристик большинство являются обычными измерителями работы дорог. Четвертая и тринадцатая характеристики по паровозам и пятая и четырнадцатая по вагонам принимаются мною для парков в распоряжении дорог; до последних лет суточный пробег определяется в официальной статистике для парков, эксплуатируемых в поездах, между тем как по моему мнению более показательно для характеристики использования парка относить пробег в поездах ко всему рабочему парку, а не только используемому в поездах.

Восьмая характеристика, подсчет которой стал возможен благодаря введению новых данных в отчетность, показывает использование хозяйственных перевозок дорогой; правда, не всегда эти перевозки могут быть сокращены дорогой по ее желанию, однако объем всех хозяйственных перевозок все же весьма показательный измеритель.

Введение в качестве характеристики расхода топлива на единицу механической работы должно отразить топливный режим дороги. В настоящее время отнесение израсходованного топлива к механической работе невозможно за отсутствием соответствующего учета; временно можно использовать вместо механической работы *т-км* брутто, хотя, конечно, при этом будет некоторая погрешность: различие в профилях должно дать различные расходы топлива на 1 *т-км* брутто, тогда как применение механической работы должно в значительной степени выравнивать расходы на единицу.

Десятая и пятнадцатая характеристики должны отразить тяговое хозяйство дорог в отношении длительности ремонта подвижного состава.

Весь приведенный перечень характеристик включает в себе по преимуществу измерители оперативного характера. Однако почти нет оперативных измерителей, для которых не имела бы места зависимость



их от экономической или географической обстановки. Поэтому совершенство того или другого измерителя на отдельных дорогах нельзя без особого рассмотрения относить на счет качества работы дирекции.

Из числа экономико-географических и физико-географических обстоятельств или из них непосредственно вытекающих оказывают влияние на приведенные измерители главным образом следующие четыре независимых характеристики работы дороги: 1) соотношение дальности пробега грузов по дороге и по сети, 2) соотношение погрузки средствами дороги к общему числу отправленных грузов, 3) род (удельный вес) перевозимых грузов и 4) тяговая характеристика профиля. Под влиянием различий в этих последних характеристиках, независимо от воли администраторов, в некоторой степени изменяются все ранее перечисленные характеристики. Средняя дальность пробега грузов влияет на пятую и десятую характеристики, размер погрузки средствами дороги влияет на третью и четвертую характеристики (маневры), от рода груза зависит нагрузка вагона — первая характеристика, — профиль влияет на вторую, седьмую, одиннадцатую и двенадцатую характеристики. Процент хозяйственных грузов — восьмая характеристика — кроме распорядительности администрации зависит и от расположения дороги по отношению к производящим центрам (напр. невыгодное положение Забайкальской жел. дор.). Несколько более самостоятельное положение занимает только 6-я, 9-я, 10-я, 13-я, 14-я и 15-я характеристики, но большинство из них не относятся к измерителям первостепенного значения. Все это указывает, насколько осторожно надо делать выводы из абсолютных числовых значений каких бы то ни было измерителей, даже и в том случае, когда они, как вышеприведенные, относятся к категории оперативно-народно-хозяйственных.

Если поставить вопрос о расширенном перечне характеристик, влияющих на себестоимость, то к приведенной группе надо прибавить еще группу общих, народно-хозяйственных и строительных характеристик, уже не зависящих от администрации дороги. К ним надо отнести главным образом следующие:

16. Соотношение густоты движения грузов в груженом направлении по дороге и сети.

17. Соотношение густоты движения грузов в порожнем направлении по дороге и сети.

18. Соотношение дальности пробега грузов по дороге к средневзвешенной расчетной по всем дорогам.<sup>1</sup>

19. Соотношение собственной погрузки средствами дороги к общему числу отправленных грузов.

<sup>1</sup> Эта характеристика определяет размер расходов дороги на начальную и конечную операции с грузами. При установлении коэффициента влияния следует учесть, что размер маневровой работы уже принят нами во внимание в характеристике третьей.



20. Соотношение среднего заполнения вагонов пассажирами на дороге и на сети.<sup>1</sup>

21. Соотношение уровня средней дорожной зарплаты и средней сетевой.

22. Соотношение уровней цен на материалы (индексов) дорожного и сетевого.

23. Соотношение средних эквивалентных подъемов на дороге и на сети.

Влиянием на себестоимость этих характеристик в дополнение к вышеперечисленным и объясняется отклонение дорожных значений себестоимости от сетевых; однако для оценки оперативных мероприятий эти характеристики — кстати сказать весьма сильно влияющие на себестоимость — не должны быть принимаемы во внимание.

Таким образом, если мы имеем в виду оценку эксплуатационно-оперативной деятельности дороги, мы должны пользоваться перечнем оперативно-народно-хозяйственных характеристик, подобных указанному на стр. 7. Однако не следует упускать из вида, как уже сказано, что весь предложенный на стр. 7 перечень является лишь одним из возможных и может быть дополнен теми или другими измерителями; сущность предлагаемого мною метода остается без перемены, какие бы измерители не включить в основной перечень.

После того, как список характеристик работы дороги оказывается установленным, необходимо определить коэффициент влияния этих характеристик на издержки. Это может быть сделано без труда при помощи метода анализа удельных весов расходов, неоднократно излагавшегося в литературе.<sup>2</sup> Значительная часть коэффициентов влияния для намеченных выше измерителей уже определена разными авторами и особенно Н. А. Морщихиным в его работах.<sup>3</sup>

Однако в настоящем случае для определения коэффициента издержек, как универсальной характеристики работы дороги, необходимо внести в выведенные ранее цифры некоторые изменения.

Если до настоящего времени выводились коэффициенты влияния отдельных обстоятельств или каких-либо характеристик на расходы эксплуатации, то вполне естественно, что при этом принимались во внимание эксплуатационные расходы в том их составе, как они в действительности производились железными дорогами. А между тем в этих расходах совершенно недостаточное отражение находит себе такое важное, особенно для настоящего времени, обстоятельство, как

<sup>1</sup> Эта величина выводится на основании сравнения числа занятых пассажирами и предоставленных мест на дороге и на сети; при отсутствии таких данных можно ограничиться сравнением населенности пассажирских вагонов на дороге и на сети.

<sup>2</sup> См. Е. Михальцев. „Издержки железнодорожной перевозки“, 1927, а также сборник под редакцией Е. Михальцева „Себестоимость перевозочных операций на железных дорогах“ части I и II, 1930 г.

<sup>3</sup> См. Н. А. Морщихин. „О зависимости себестоимости перевозки от эксплуатационных измерителей“, „Железнодорожное дело“, 1928, № 8, и его же статьи в настоящем сборнике и в сборнике „Себестоимость перевозочных операций на железных дорогах“.



быстрота использования подвижного состава. Какое бы идеальное использование паровозов и вагонов в смысле сокращения простоев мы ни осуществили, это может отразиться только на расходах по ремонтам, зависящим от времени (конвенционном осмотре вагонов), в их доле, падающей на полезный пробег. Правда, если мы будем рассматривать не только расходы эксплуатации, но вместе с ними и реновацию и расходы расширенного воспроизводства, мы сможем учесть работу подвижного состава. Но учет этих элементов себестоимости, и особенно последнего, не всегда оказывается удобным, особенно при анализе текущей эксплуатационной работы: встречаются, в частности, возражения в отношении учета расходов расширенного воспроизводства, которые по мнению некоторых лиц при оценке технической работы не должны приниматься во внимание. Как мне приходилось неоднократно высказывать, в общем случае при решении технико-экономических задач учет всех трех элементов расходов безусловно необходим, при чем для случая включения расходов расширенного воспроизводства можно пользоваться термином „пол-себестоимость“ или этот термин вообще может быть заменен каким-либо иным. Но нельзя отрицать, что при анализе замена расходов эксплуатации суммой *трех элементов* годовых расходов, включая расходы на расширенное воспроизводство по неподвижному имуществу, снижает *визуальность* реальности ущерба, наносимого железной дороге тем или иным мероприятием. Реальность же *расходов эксплуатации* чувствуется каждым работником транспорта, и влияние на эту часть железнодорожного бюджета обычно воспринимается, как действительное денежно осязаемое последствие ведения дела.

Между тем, если расходы на расширенное воспроизводство по всему основному имуществу дороги и могут кому-нибудь казаться не вполне реальным расходом, то в отношении подвижного состава необходимость непрерывно держать на учете этот расход чувствуется особенно ярко. Допустим, что весь подвижной состав железных дорог не только формально числился бы в распоряжении центра, но сдавался бы дорогам, хотя бы и безденежно, в аренду. Если бы цена аренды соответствовала расходам на реновацию и расширенное воспроизводство, дороги за пользование подвижным составом заносили бы в отчет суммы денег, которые были бы тем больше, чем хуже было бы использование подвижного состава и чем больше был бы „арендуемый у государства“ парк. Вовсе не имея в виду предлагать завести в действительности такой порядок, я считаю весьма удобным для целей исчисления коэффициента издержек учесть в дополнение к действительным эксплуатационным расходам условно высчитанные расходы со стороны дороги за пользование подвижным составом, как бы за его аренду у государства.

При таком калькуляционном приеме всякая задержка в использовании вагона и паровоза будет немедленно вызывать сигнал со сто-



роны расходов, что особенно важно при исчислении коэффициента издержек, вывод которого является целью настоящей работы.

Поэтому при определении коэффициента издержек я считаю более удобным устанавливать коэффициенты влияния разных обстоятельств не в отношении расходов эксплуатации, а в отношении суммы этих расходов и стоимости условной аренды подвижного состава, установленной на основе величины отчислений на реновацию и на расширенное воспроизводство. При этом вопрос об использовании вагонов и паровозов для нас в настоящее время настолько важен, что даже при чрезмерной оценке „аренды“ мы не переоценим выгод или убытков от хорошей или плохой эксплуатации подвижного состава, осуществляемой той или другой дорогой.

Поведем дальнейший расчет на основе данных 1926/27 г., так как отчеты последующих лет не позволяют вести подробного изучения эксплуатационных расходов. Величина эксплуатационного расхода по этому году за вычетом безденежных расходов составляла 1.307 милл. рублей. Подсчитаем расходы на условную оплату используемого подвижного состава. Будем принимать во внимание в отношении паровозов весь рабочий парк или операционный без запаса, а в отношении вагонов — парк в распоряжении дорог, но без неприкосновенного запаса. Исчислим расход на условную аренду в следующих предположениях: процент на расширенное воспроизводство — 6% с нового имущества, процент на реновацию для паровозов — 2,86%, для пассажирских вагонов — 4% и товарных — 0,86%; цену паровозов примем в 75.000 рублей, пассажирских вагонов в 25.000 рублей и товарных вагонов в 3.300 рублей.

При этих предположениях получим на „аренду“ подвижного состава сверх эксплуатационных расходов 217,75 милл. рублей, или к основному эксплуатационному расходу 16,62%. Если распределить высчитанные расходы между измерителями — часовыми и километровыми — пассажирских и товарных паровозов и вагонов, то получим: <sup>1</sup>

на пасс. паровозо-часы . . . . .	0,74%	на товарн. паровозо-часы . . . . .	3,31%
„ „ паровозо-километры . . . . .	0,35%	„ „ паровозо-километры . . . . .	1,58%
„ „ ваг. осе-часы . . . . .	2,87%	„ „ ваг. осе-часы . . . . .	6,34%
„ „ ваг. осе-километры . . . . .	1,05%	„ „ ваг. осе-километры . . . . .	0,42%

Присоединим эти проценты к тем, которые оказались связанными с измерителями по основной массе эксплуатационного расхода. В таком случае мы найдем распределение между измерителями суммы действительного эксплуатационного расхода и условного расхода на аренду подвижного состава.

Этот расход я и считаю более удобным учитывать при выводе коэффициента издержек.

<sup>1</sup> В отношении паровозов расходы связаны: по накоплению с часами, по реновации с пробегом; в отношении вагонов: по накоплению с часами, а по реновации частью с часами ( $\frac{1}{3}$  для пассажирских, а  $\frac{1}{2}$  для товарных), частью с пробегом.



Если взять за основу процентное разделение расходов на измерители, приведенное в сборнике „Себестоимость перевозочных операций на железных дорогах“ (стр. 86) для 1926/27 г., то после присоединения к ним выведенных процентов расходов на подвижной состав получим следующие данные:

ТАБЛИЦА 2.

## Распределение расходов по измерителям.

НАИМЕНОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ, ОТ КОТОРЫХ ЗАВИСИТ РАСХОД	На пассажирские измерители	На товарные измерители
	приходится в процентах, если за 100% принять расход в отдель- ности по соответствующему виду перевозок	
1. Постоянная доля . . . . .	25,8	26,0
2. Тонно-километры нетто . . . . .	3,6	3,7
3. Поездо-километры . . . . .	7,9	5,4
4. Вагонные осе-километры . . . . .	12,7	8,1
5. Паровозо-километры . . . . .	8,2	8,8
6. Человеко-часы в поездах . . . . .	6,1	4,2
7. Вагонные осе-часы (наличные) . . . . .	12,2	10,4
8. Человеко-часы на паровозе . . . . .	4,3	6,1
9. Паровозо-часы (рабочие) . . . . .	4,9	7,1
10. Тонно-метры работы составов брутто . . . . .	12,2	16,0
11. Тонны, погруженные и выгруженные дорогой . . . . .	—	2,0
12. Число отправленных пассажиров . . . . .	2,1	—
13. Число переработанных товарных отправок . . . . .	—	2,2
	100	100

Если за 100% принять общую сумму расходов в том их соединении, как указано выше, то на пассажирские перевозки придется 28,2%, а на товарные—71,8%.

Обратимся теперь к выводу коэффициентов влияния предлагаемых выше характеристик на издержки перевозки. Применяя метод анализа удельных весов расходов, мы весьма просто установим эти коэффициенты влияния. Для каждого коэффициента сначала вычисляются изменения всех приведенных в таблице 2 измерителей при изменении численного значения изучаемой характеристики, а затем определяется и изменение издержек.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Подробности расчета см. в моей книге „Издержки железнодорожной перевозки“ или в упомянутом сборнике „Себестоимость перевозочных операций на железных дорогах“.



Не останавливаясь подробно на выводе коэффициентов влияния, которые неоднократно подробно выводились в специальных монографиях и журнальных статьях моих, Н. А. Морщихина, А. С. Чудова, проф. И. И. Васильева, А. М. Бабицкого и других авторов, я приведу краткую таблицу расчета характеристик работы, которые указаны на стр. 7, и для того условного состава издержек, который я принимаю за основу расчета (см. табл. 3). В таблице 3-ей помещены для каждой из принятых характеристик доли расхода, связанные с основными эксплуатационными измерителями и изменяющиеся при изменении численного значения характеристики. Путем суммирования этих долей определяются величины коэффициентов влияния для каждой характеристики.

Приведенные данные относятся к характеристикам, которые названы мною оперативно-народно-хозяйственными. Для характеристик второй группы — общих народно-хозяйственных и строительных, коэффициенты влияния получаются следующие:

16. Густота движения грузов в груженом направлении . . .	90%	<sup>1</sup>
17. Густота движения в порожнем направлении . . . . .	27%	<sup>1</sup>
18. Соотношение дальности пробега грузов дорожной и средне-взвешенной по всем дорогам . . . . .	12%	
19. Степень погрузки средствами дороги . . . . .	4%	
20. Соотношение населенности пассажирских вагонов на дороге и на сеги . . . . .	30%	
21. Соотношение зарплаты дорожной и сетевой . . . . .	58%	
22. Соотношение индексов на материалы и топливо . . . . .	29%	
23. Средний эквивалентный подъем на дороге . . . . .	14%	

Первые четыре характеристики относятся к товарному движению, пятая — к пассажирскому, а последние три — ко всему грузообороту; при этом коэффициенты влияния даны соответственно по каждому виду движения (т.е. от густоты движения оказываются зависящими 90% расхода, приходящегося на товарное движение).

Имея коэффициенты влияния и численные значения характеристик сетевых и дорожных, мы можем определить коэффициент издержек для изучаемой дороги, пользуясь теми формулами, которые были приведены в начале настоящей работы. <sup>2</sup>

Коэффициенты взяты по данным Н. А. Морщихина, приведенным в его работе „Себестоимость перевозки в прямом и обратном направлениях“, напечатанной в сборнике „Себестоимость перевозочных операций“, часть II.

<sup>2</sup> Следует иметь в виду, что численные величины коэффициентов влияния, приведенные выше, установлены в предположении, что будет учтена совместно вся совокупность характеристик, помещенных в таблице. Если рассматривать изолированно, например, нагрузку вагона то нельзя не учесть как непосредственное следствие изменение состава; поэтому коэффициент влияния для изолированно изучаемых факторов должен быть определен с учетом изменения всех характеристик, которые изменятся по величине при изменении изучаемого фактора. Поэтому пользоваться коэффициентами стр. 15 без их изменения можно только при совместном учете перечисленных там характеристик.



**ТАБЛИЦА 3.**  
Расчет коэффициентов влияния.

НАИМЕНОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК <sup>1</sup>	Наименование измерителей, которым пропорциональны издержки												Величина коэффициента влияния	
	Постоянные расходы	Тонно-километры нетто	Поездо-километры	Ваг. осе-километры	Паровоз-километры	Человеко-часы в поездах	Вагонные осе-часы	Человеко-часы на паровозе	Паровоз-часы	Механич. работа	Тонны, погр. и выгруз.	Переработ. отправки	Расчетная	Округленная
<b>А. Товарное движение.</b>														
1. Нагрузка груженого товарного вагона . . .	—	—	2,7	8,1	8,8	4,2	10,4	6,1	7,1	8,0	—	2,2	57,6	58
2. Состав товарного поезда . . . . .	—	—	2,7	—	8,8	4,2	—	6,1	7,1	—	—	—	28,9	29
3. Процент общего пробега паровозов к поезвному . . . . .	—	—	—	—	8,8	—	—	6,1	7,1	—	—	—	22,0	22
4. Суточный пробег товарного паровоза наличного парка . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	7,1 · 1,20	—	—	—	8,5	9
5. Суточный пробег товарного вагона наличного парка . . . . .	—	—	—	—	—	—	10,4	—	—	—	—	—	10,4	10
6. Коммерческая скорость товарн. поездов . . . . .	—	—	—	—	—	4,2	—	6,1	—	—	—	—	10,3	10
7. Расход топлива на единицу механ. работы товарн. поездов . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11,8	—	—	11,8	12
8. Процент всех перевозок к коммерческим перевозкам . . . . .	—	—	—	8,1	8,8	4,2	10,4	6,1	7,1	16,0	2,0	2,2	64,9	65
9. Соотношение наличного и рабочего товарн. паровозного парка . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	7,1 · 1,2	—	—	—	8,5	9
10. Соотношение товарного вагонного наличного парка к тому же парку, но безремонта . . . . .	—	—	—	—	—	—	10,4	—	—	—	—	—	10,4	10
<b>Б. Пассажирское движение.</b>														
11. Состав пассажирских поездов . . . . .	—	—	4,0	—	8,2	6,1	—	4,3	4,9	—	—	—	28,5	29
12. Расход топлива на единицу механ. работы пассаж. поездов . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12,2	—	—	12,2	12
13. Суточный пробег пассаж. паровоза наличного парка . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	4,9 · 1,2	—	—	—	5,8	6
14. Суточный пробег пассаж. вагона наличного парка . . . . .	—	—	—	—	—	—	12,2	—	—	—	—	—	12,2	12
15. Соотношение наличного и рабочего пассаж. паровозного парка . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	4,9 · 1,2	—	—	—	5,8	6

<sup>1</sup> Наименования характеристик приведены сокращенные; точные и полные названия см. на стр. 7.



ТАБЛИЦА 4.

## Влияние характеристик на издержки.

Наименование данных	Сеть	Запад- ные	М.-Вел.- Балтий- ская	Октябрь- ская	Донец- ские	Екате- ринин- ская	Закав- казские	Омская
<b>I. Оперативно-нар- хозяйственные ха- рактеристики</b>								
<i>А. По товарному движению</i>								
1. Ср. нагр. оси гружен. тов. ва- гона, <i>т</i> . . . . .	12,48	12,40	12,38	11,30	14,56	15,56	10,98	12,58
$1+k$ . . . . .	—	0,995	0,991	0,906	1,167	1,247	0,879	1,008
Прирост издер- жек—58 $k : (1+k)$ .	—	+0,3	+0,53	+6,02	—8,47	11,41	+7,98	—0,47
2. Ср. состав в осях груз. вагон. в груз. направл. $1+k$ . . . . .	81,4	61,7	67,9	90,7	94,8	82,6	91,3	84,6
$1+k$ . . . . .	—	0,758	0,834	1,114	1,165	1,015	1,121	1,039
Прирост издер- жек—29 $k : (1+k)$ .	—	+9,26	+5,77	—2,97	—4,11	—0,45	—3,14	—1,09
3. Процент общ. проб. паров. к поездн. тов. движ. $1+k$ . . . . .	163,3	157,5	180,8	188,3	180,8	174,2	190,4	138,0
$1+k$ . . . . .	—	0,965	1,106	1,154	1,107	1,067	1,166	0,845
Прирост издер- жек 22 $k$ . . . . .	—	—0,77	+2,33	+3,39	+2,35	+1,47	+3,65	—3,41
4. Суточн. проб. тов. паров. налич. парка, <i>км</i> . . . . .	134,3	142,4	128,5	127,0	125,5	124,8	103,6	143,2
$1+k$ . . . . .	—	1,06	0,957	0,946	0,934	0,929	0,771	1,066
Прирост издер- жек—9 $k : (1+k)$ .	—	—0,51	+0,40	+0,54	+0,64	+0,69	+2,67	—0,56
5. Суточн. проб. тов. ваг. налич. парка, <i>км</i> . . . . .	81,2	82,5	63,8	65,1	67,6	56,2	78,8	112,3
$1+k$ . . . . .	—	1,016	0,787	0,802	0,834	0,692	0,972	1,383
Прирост издер- жек—10 $k : (1+k)$ .	—	—0,16	+2,71	+2,34	+1,98	+4,45	+0,29	—2,77
6. Коммерч. ско- рость товарн. по- ездов, <i>км</i> . . . . .	14,1	17,2	15,3	18,8	12,5	13,4	12,1	14,1
$1+k$ . . . . .	—	1,220	1,085	1,333	0,886	0,950	0,857	1,000
Прирост издер- жек—10 $k : (1+k)$ .	—	—1,80	—0,79	—2,50	+1,29	+0,53	+1,67	0
8. Процент всех перевозок к ком- мерческому . . . . .	112,9	116,8	122,0	111,7	104,3	106,4	113,3	117,4
$1+k$ . . . . .	—	1,034	1,080	0,989	0,925	0,943	1,003	1,039
Прирост издер- жек 65 $k$ . . . . .	—	+2,21	+5,20	—0,72	—4,88	—3,71	+0,20	+2,54
9. Соотношен. на- личн. и рабочего								



Продолж. табл. 4.

Наименование данных	Сеть	Запад- ные	М.-Бел.- Балтий- ская	Октябрь- ская	Донец- кие	Екате- ринин- ская	Закав- казские	Омская
товари. паровоз- ного парка, в про- центах . . . . .	134,1	128,7	145,2	135,1	121,3	140,1	133,1	139,0
1+к . . . . .	—	0,959	1,083	1,007	0,904	1,044	0,993	1,036
Прирост издер- жек 9 к . . . . .	—	-0,37	+0,75	-0,06	-0,86	+0,40	-0,06	+0,32
10. Соотнош. товар- ных вагонов на- личного парка к тому же парку, но без ремонта, в процентах . . .	108,6	112,8	107,2	106,9	107,1	107,1	106,8	120,2
1+к . . . . .	—	1,039	0,987	0,984	0,985	0,985	0,983	1,106
Прирост издер- жек 10 к . . . . .	—	+0,39	-0,13	-0,16	-0,15	-0,15	-1,17	+1,06
<i>Б. По пассажир- скому движению</i>								
11. Средний состав пасс. поезда в осях . . . . .	37,7	34,2	31,1	39,1	37,2	36,8	38,6	39,0
1+к . . . . .	—	0,907	0,823	1,036	0,987	0,976	1,024	1,034
Прирост издер- жек—29 к : (1+к).	—	+2,97	+6,24	-1,01	+0,38	+0,71	-0,68	-0,95
13. Суточн. пробег пасс. паров. над. парка, км . . . .	170,6	187,8	161,0	176,1	160,0	143,9	127,6	203,0
1+к . . . . .	—	1,097	0,944	1,032	0,938	0,843	0,748	1,189
Прирост издер- жек—6 к : (1+к).	—	-0,53	+0,36	0,19	+0,40	+1,12	+2,02	-0,95
14. Суточн. проб. пасс. ваг. налич. парка, км . . . .	283,3	232,6	230,4	204,3	326,5	246,0	324,6	462,7
1+к . . . . .	—	0,821	0,827	0,722	1,151	0,868	1,145	1,634
Прирост издер- жек—12 к : (1+к).	—	+2,62	+2,51	+4,62	-1,57	+1,82	-1,52	-4,66
15. Соотношен. на- личн. и рабочего пассаж. паровоз- ного парка, в процентах . . . .	136,6	144,6	147,6	128,3	114,7	156,5	141,9	126,4
1+к . . . . .	—	1,058	1,080	0,939	0,839	1,145	1,038	0,925
Прирост издер- жек 6 к . . . . .	—	+0,35	+0,48	-0,37	-0,97	+0,87	0,23	-0,45
<b>II. Народно-хозяй- ственные характе- ристики</b>								
18. Дальности про- бегов груза до- рожная и средняя по сети, км . . . .	382	212	198	201	216	216	469	746
1+к . . . . .	—	0,56	0,52	0,53	0,56	0,56	1,23	1,95
Прирост издер- жек—12 к : (1+к).	—	+9,5	+11,0	+10,6	+9,5	+9,5	-2,3	-5,84



Наименование данных	Сеть	Запад- ные	М.-Бел- Балтий- ская	Октябрь- ская	Донец- кие	Екате- ринин- ская	Закав- казские	Омская
20. Населенность пассажирских ва- гонов, человек на ось . . . . .	5,2	4,0	5,0	5,4	6,0	5,5	4,5	5,0
1+κ . . . . .	—	0,77	0,96	1,04	1,15	1,06	0,86	0,96
Прирост издер- жек—30κ:(1+κ).	—	+9,0	+1,3	—1,1	—3,9	—1,7	+4,9	+1,2
21. Средний месяч- ный заработок работников экс- плуатации, рубли .	70,21	65,75	66,44	83,28	67,78	71,39	85,88	62,95
1+κ . . . . .	—	0,936	0,946	1,186	0,965	1,016	1,223	0,896
Прирост издер- жек 58 κ . . . . .	—	—3,70	—3,13	+10,78	—2,03	+1,85	+12,95	—5,18

Так как в вышеприведенных перечнях имеются и товарные и пассажирские характеристики, следует определить отдельно коэффициенты издержек по каждому виду движения и затем вычислить средний взвешенный коэффициент на основании долей расхода, приходящихся по изучаемой дороге на каждый вид перевозок. Если, например, для данной дороги 73% падает на товарные перевозки, 27% — на пассажирские, а коэффициенты издержек — соответственно  $a_1$  и  $a_2$ , то средний взвешенный коэффициент будет

$$0,73a_1 + 0,27a_2$$

Учет влияния уровня зарплаты и материалов и эквивалентного подъема, если было бы желательно внести поправку за счет этих факторов, следует делать после того, как вычислен средне-взвешенный коэффициент издержек.

Хотя коэффициенты влияния и определены нами по 1926/27 г., мы можем применить их к любым годам ближайшего пятилетия, рассматривая их как известного рода *постоянные*, мало меняющиеся по периодам.

Такова техника исчисления коэффициента издержек при любом составе характеристик работы дороги.

Хотя выше и были приведены характеристики не только оперативного, но и народно-хозяйственного типа, тем не менее при исчислении основного коэффициента издержек нет надобности применять расширенный перечень характеристик. Поскольку нас интересует степень совершенства измерителей, достигнутых на дороге в ее оперативной работе, можно густоту движения, переработанные грузы, ин-



дексы зарплаты и материалов, эквивалентный подъем на дороге и другие характеристики оставить для основного варианта коэффициента издержек без рассмотрения.

В качестве практического применения всего изложенного вычислим коэффициенты издержек для дорог сети 1927/28 г. При этом для семи дорог сети приведем полученные при подсчете результаты.

Вычислим коэффициенты издержек для тех оперативно-народно-хозяйственных характеристик, которые помещаются в отчетности. В таблице 4 приведены характеристики по дорогам сети и вычислены процентные соотношения этих характеристик с сетевыми. Пользуясь коэффициентами влияния, определяем коэффициенты издержек для каждой характеристики; перемножая эти последние отдельно для пассажирского, отдельно для товарного движения и беря средне-взвешенные величины по обоим видам перевозок, находим общий коэффициент издержек для каждой дороги (см. таблицу 5).

Результаты исчисления коэффициента издержек для всех дорог сети помещены в таблице 6.

Положительный смысл вычисления предлагаемого коэффициента издержек заключается в том, что благодаря ему мы получаем возможность совместной оценки дорог по тому перечню характеристик, который будет признан наиболее полным и отчетливым с точки зрения отражения в нем всех особенностей работы каждой дороги.

Мы видим, что дороги сети, расположенные в порядке последовательного роста коэффициента издержек, дают для 1927/28 года колебания коэффициента от 0,91 (Донецкая) до 1,17 (Сызр.-Вяз. и Ряз.-Урал.). Более *низкие коэффициенты* издержек относятся к более совершенным измерителям, дающим и более *низкие издержки*, более высокие коэффициенты наоборот.

Если при сравнительно многочисленных характеристиках дорог мы обычно затрудняемся отдать себе отчет, какая дорога в совокупности дала более совершенные результаты эксплуатации по ее измерителям, то помощью коэффициента издержек мы наглядно видим, какие дороги идут в голове списка и какие имеют худшие значения измерителей. Другое преимущество коэффициента издержек заключается в том, что здесь каждая дорога характеризуется своими собственными отчетными данными, ни в какой степени не зависящими от случайного воздействия размера работы для соседней дороги. Между тем до настоящего времени, при отсутствии в отчетах дорог взаимной увязки расходов и работы, приходится для суждения о дороге в отношении денежных результатов ее работы судить по цифрам себестоимости, включающим в себе расходы для других дорог (напр. при прямом пассажирском сообщении).

Однако приведенный порядок исчисления индекса не будет характеризовать в совокупности использования тех возможностей, которые дорога имеет для достижения наиболее совершенных измерителей.



ТАБЛИЦА 5.

Исчисление коэффициентов издержек для основного и расширенного перечня характеристик

Наименование железных дорог	Коэффициент издержек для операт.-народно-хозяйственных характеристик 1—6, 8—11, 13—15			Коэффициент издержек для расширенного перечня характеристик оператив- ных и экономико-геогра- фических
	Коэффициенты для товарного и пассаж. движения	Доля тонно- км и пассаж. км во всем движении	Коэффициент издержек (основной)	
1. Западные	Тов. движ. $1,003 \times 1,093 \times 0,992 \times 0,995 \times 0,998 \times 0,982 \times 1,022 \times 0,996 \times 1,004 = 1,088$ Пасс. движ. $1,030 \times 0,995 \times 1,026 \times 1,004 = 1,056$	0,77 0,23	$1,088 \times 0,77 + 1,056 \times 0,23 = 0,837 + 0,243 = 1,08$	$(0,837 \times 1,27 \times 1,10 + 0,243 \times 1,09) \times 0,963 = (1,168 + 0,268) \times 0,963 = 1,436 \times 0,963 = 1,38$
2 М.-Б.-Балтий- ская	Тов. движ. $1,005 \times 1,058 \times 1,023 \times 1,004 \times 1,027 \times 0,992 \times 1,052 \times 1,008 \times 0,999 = 1,178$ Пасс. движ. $1,062 \times 1,004 \times 1,025 \times 1,005 = 1,100$	0,69 0,31	$1,178 \times 0,69 + 1,10 \times 0,31 = 0,813 + 0,341 = 1,15$	$(0,813 \times 1,26 \times 1,11 + 0,341 \times 1,01) \times 0,969 = 1,472 \times 0,969 = 1,42$
3. Октябрьская	Тов. движ. $1,060 \times 0,970 \times 1,034 \times 1,005 \times 1,023 \times 0,975 \times 0,993 \times 1,001 \times 0,998 = 1,052$ Пасс. движ. $0,990 \times 0,998 \times 1,046 \times 0,996 = 1,029$	0,68 0,32	$1,052 \times 0,68 + 1,029 \times 0,32 = 0,716 + 0,329 = 1,05$	$(0,716 \times 0,74 \times 1,11 + 0,329 \times 0,99) \times 1,108 = 0,914 \times 1,108 = 1,01$
4. Донецкие	Тов. движ. $0,915 \times 0,969 \times 1,024 \times 1,006 \times 1,020 \times 1,013 \times 0,951 \times 0,991 \times 0,998 = 0,878$ Пасс. движ. $1,004 \times 1,004 \times 0,984 \times 0,990 = 0,982$	0,86 0,14	$0,878 \times 0,86 + 0,982 \times 0,14 = 0,755 + 0,137 = 0,89$	$(0,755 \times 0,82 \times 1,10 + 0,137 \times 0,96) \times 0,980 = 0,812 \times 0,980 = 0,81$
5. Екатеринбургская	Тов. движ. $0,886 \times 0,995 \times 1,015 \times 1,007 \times 1,045 \times 1,005 \times 0,963 \times 1,001 \times 0,998 = 0,926$ Пасс. движ. $1,007 \times 1,011 \times 1,018 \times 1,009 = 1,045$	0,89 0,11	$0,926 \times 0,89 + 1,045 \times 0,11 = 0,824 + 0,115 = 0,94$	$(0,824 \times 0,78 \times 1,10 + 0,115 \times 0,98) \times 1,019 = 0,818 \times 1,009 = 0,84$
6. Закавказские	Тов. движ. $1,080 \times 0,969 \times 1,037 \times 1,027 \times 1,003 \times 1,017 \times 1,002 \times 0,999 \times 0,988 = 1,124$ Пасс. движ. $0,993 \times 1,020 \times 0,985 \times 1,002 = 0,996$	0,76 0,24	$1,124 \times 0,76 + 0,996 \times 0,24 = 0,855 + 0,239 = 1,09$	$(0,855 \times 1,16 \times 0,98 + 0,239 \times 1,05) \times 1,130 = 1,120 \times 1,13 = 1,27$
7. Омская	Тов. движ. $0,995 \times 0,989 \times 0,966 \times 0,994 \times 0,972 \times 1,000 \times 1,025 \times 1,003 \times 1,011 = 0,955$ Пасс. движ. $0,990 \times 0,990 \times 0,953 \times 0,995 = 0,926$	0,87 0,13	$0,955 \times 0,87 + 0,926 \times 0,13 = 0,831 + 0,120 = 0,95$	$(0,831 \times 0,98 \times 0,98 + 0,12 \times 1,01) \times 0,940 = 0,879 \times 0,940 = 0,83$



ТАБЛИЦА 6.

Коэффициенты издержек (основного типа) для различных дорог по 1927/28 г.

№№ по поряд.	Наименование дорог	Коэффициент издер- жек
1	Донецкие . . . . .	0,91
2	Северо-Кавказские . . . . .	0,93
3	Екатерининская . . . . .	0,94
4	М.-Киево-Воронежская . . . . .	0,94
5	Омская . . . . .	0,94
6	Южные . . . . .	0,94
7	Северные . . . . .	0,97
8	Северо-Западные . . . . .	0,98
9	М.-Казанская . . . . .	0,98
10	Ташкентская . . . . .	0,99
11	Юго-Восточные . . . . .	0,99
12	М.-Курская и М.-Окружная . . . . .	1,04
13	Томская . . . . .	1,04
14	Октябрьская . . . . .	1,05
15	Мурманская . . . . .	1,06
16	Западные . . . . .	1,08
17	Пермская . . . . .	1,08
18	Закавказские . . . . .	1,09
19	Самаро-Златоустовская . . . . .	1,09
20	Средне-Азиатская . . . . .	1,09
21	Юго-Западные . . . . .	1,09
22	Уссурийская . . . . .	1,10
23	Забайкальская . . . . .	1,12
24	М.-Вел.-Балтийская . . . . .	1,15
25	Сызрано-Вяземская . . . . .	1,17
26	Рязано-Уральская . . . . .	1,17

Для этой цели необходимо обратиться к сравнению характеристик, достигнутых дорогой, с характеристиками, определенными по плану или исчисленными, как стандартные. Здесь надо отметить, что такого рода анализ лишь тогда окажется успешным, если плановые задания по измерителям будут устанавливаться на основании правильных технически обоснованных расчетов; только тогда они действительно явятся стандартами, сравнение с которыми обнаружит качество работы дороги. При таком сравнении, при условии правильного установления стандартов, может быть в значительной степени ослаблена и зависимость характеристик от экономической обстановки, которая сообщает боль-



министру предложенных ранее характеристик не столько оперативный, сколько оперативно-народно-хозяйственный характер. Коэффициенты издержек, исчисленные в сопоставлении со стандартными характеристиками, будут ярко характеризовать, насколько дорогой использованы возможности улучшения своей работы.

Столь же удобным, как и при сравнении со стандартами, может быть применение коэффициента издержек при сравнении дорожных данных по годам. При этом надо только иметь в виду так же, как и при сравнении со стандартами, что выведенные для отдельных характеристик коэффициенты влияния всегда должны привязываться к среднесетевым величинам; будет неправильно, если мы за основу будем принимать случайное значение характеристики по данной дороге за какой-либо предшествующий год. В этом случае следует поступать таким образом: приняв за основу сетевые значения характеристик для каждого из сравниваемых годов, следует найти коэффициенты издержек по изучаемой дороге по сравнению со средней сетевой для каждого года (напр. 1,20 и 1,10) и поделить полученные величины ( $1,10 : 1,20 = 0,916$ ); затем, определив коэффициент издержек по сети от года к году (напр. 0,95), поделить найденные величины ( $0,916 : 0,95 = 0,955$ ). Подобным же образом при сравнении с планом или стандартом следует найти коэффициенты издержек по сравнению с сетевыми характеристиками для фактических данных дороги и для плановых, а затем делить первые на вторые; это частное будет определять коэффициент издержек при сопоставлении со стандартным заданием.

Таким образом коэффициент издержек, исчисленный на основе оперативных и оперативно-народно-хозяйственных характеристик, может строиться на сравнении с 1) сетевыми, 2) стандартно-плановыми и 3) дорожными характеристиками предшествующих лет.

## II. Коэффициент издержек для полного перечня характеристик работы дороги.

Перейдем теперь к вопросу об использовании *расширенного* перечня характеристик, включающего в себе, кроме оперативных, и народно-хозяйственные показатели. Исчислением коэффициента издержек, основанного на расширенном перечне характеристик, мы во многом уточним изучение издержек перевозки. Эта работа имеет то значение, что мы должны при этом получить коэффициент издержек, который будет основываться на полном, по возможности, перечне характеристик, определяющих издержки. При практическом разрешении нашей задачи в числовых данных нам придется, однако, при подборе характеристик из числа ранее названных ограничиться лишь той частью характеристик, которые имеются в отчетности: густотой движения в прямом и обратном направлениях, дальностью пробега грузов, населенностью пассажирских вагонов и средней месячной зарплатой. Индексы на



материалы, размер погрузочных работ средствами дороги и характеристики профиля учесть в настоящее время невозможно из-за их отсутствия в отчетности.

Выберем из отчетности эти данные для тех же 7 дорог, которые раньше были обработаны, и определим изменение расходов сначала из-за густоты движения, а затем из-за зарплаты. После этого можем

ТАБЛИЦА 7.

Влияние густоты движения в прямом и обратном направлениях на расходы эксплуатации.

№№ по порядку	Наименование данных	Сеть	Западная	М.-Б.-Б	Окт.	Донецк.	Екатер.	Закавказ.	Омская
1	Густота движения грузов в грузен. направлени. (тыс. тонн) . . . . .	766,0	294,7	485,6	987,2	1.978,5	1.080,2	1.079,4	1.032,0
2	$(1+\kappa_1)$ . . . . .	1,0	0,385	0,634	1,288	2,582	1,411	1,409	1,347
3	90 $(1+\kappa_1)$ . . . . .	90	34,6	57,0	116,0	232,0	127,0	127,0	122,0
4	Густота движения грузов в порожнем направлении (тыс. тонн.) . .	350,0	240,2	213,1	774,6	664,2	679,3	182,8	363,7
5	$(1+\kappa_2)$ . . . . .	1,0	0,686	0,609	2,213	1,897	1,940	0,522	1,039
6	27 $(1+\kappa_2)$ . . . . .	27	18,5	16,4	59,6	51,3	52,4	14,1	28,1
7	Переменный расход: $90(1+\kappa_1)+27(1+\kappa_2)$ (в %) . . . . .	117	53,1	73,4	175,6	283,3	179,4	141,1	150,1
8	Постоянный расход (в проц.) . . . . .	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0
9	Весь расход (в проц.) . . . . .	200	136,1	156,4	258,6	366,3	262,4	224,1	233,1
10	Густота движения в обоих направлениях в относит. числах $(2+5)$ . . . . .	2,0	1,071	1,243	3,501	4,479	3,351	1,931	2,386
11	Расход на единицу в относит. числах $(9:10)$ . . . . .	100	127	126	74	82	78	116	98

вычислить и коэффициенты издержек. Соответствующие расчеты произведены в таблице 7 и последней колонке таблицы 5. Из таблицы 7 видно, что влияние на себестоимость густоты движения и распределения грузов по направлениям весьма сильное: так для Западных ж. д. влияние выражается величиной 1,27 и для Екатерининской ж. д. — 0,78. Так как величина прочих характеристик и в частности месячной зарплаты колеблется довольно значительно, то изменение коэффициента издержек для расширенного перечня характеристик по сравнению с основным оказывается весьма резким. При этом некоторые коэффициенты против прежних величин повышаются, а некоторые понижаются (табл. 5).

Подобным же образом вычислим коэффициенты издержек, основанные на расширенном перечне характеристик для всех дорог сети для



1927/28 г. (строка 5 табл. 8). Коэффициенты по своей абсолютной величине значительно дальше отходят от единицы, чем первоначально исчисленные основные коэффициенты. Они могли бы считаться достаточно полными, если бы нам удалось включить в них все намеченные нами характеристики. Однако отсутствие, как сказано выше, некоторых характеристик делает числовые значения коэффициентов недостаточно совершенными.

Если умножить величины коэффициентов издержек для расширенного перечня на сетевую себестоимость, мы должны получить величины, приближающиеся к дорожным себестоимостям. Однако, точных величин дорожных себестоимостей мы получить не можем и не должны, ибо 1) наш перечень, хотя он и достаточно полный, не может считаться исчерпывающим, и 2) на действительной величине себестоимости отражаются индивидуальные особенности дороги, главным образом, цены на материалы и топливо, продуктивность использования личного персонала, производительность труда работников и различные расходные ставки на одни и те же работы.

Сравним цифры, которые мы получим путем перемножения коэффициентов издержек и сетевой себестоимости, с действительно достигнутыми на дорогах.

Для этого нам прежде всего необходимо в соответствии с характером нашего расчета включить в величины эксплуатационной себестоимости оплату условной аренды подвижного состава. Приняв во внимание подвижной состав, имеющийся на каждой дороге за рассматриваемый период, мы вычислим его стоимость, определим, как пояснено выше, расход на условную аренду и добавим величину этого расхода к отчетной себестоимости.

Вычисленные таким образом величины помещены на строке 2 табл. 8. Там же определены величины типовой себестоимости на основе коэффициента издержек. Величины эти указывают, какова была бы сетевая себестоимость, если бы на сети имели место характеристики работы, которые свойственны дороге (строка 4 табл. 8).

Если разделить действительные себестоимости на исчисленные типовые, то получим величины, которые с некоторыми оговорками можно назвать коэффициентами потерь при эксплуатации. Эти величины, большие или меньшие единицы, выражают собою, в какой степени себестоимость, действительно осуществленная на дороге, отличается в результате индивидуальных для дороги обстоятельств от себестоимости, оправданной имеющимися на дороге измерителями.

Называя величины, помещенные в строке 5 табл. 8, коэффициентами потерь, я допускаю некоторую принципиальную неточность. Наименование это лишь тогда будет справедливо, если всякие обстоятельства, не зависящие от администратора, будут предварительно включены в коэффициент издержек и тем самым не отразятся на коэффициенте потерь. С этой точки зрения особенно неприятна невозможность в насто-



ТАБЛИЦА 8.

Себестоимость, исчисленная по коэффициенту издержек и действительная.

Наименование данных	Сеть	Западн.	М.-В.-Б	М.-Каз.	М.-К.-В.	М.-Кур.	Мурж.	Октябрь.	Перм.	Ряз.-Ур.	С.-Зд.	Сев.	С.-Зап.	С.-Вяз.	Юго-Вос.	Дон.	Екат.	Юго-Зап.	Южн.	Закав.	Северо- казах.	Средне- азиатск.	Ташк.	Забайк.	Омск.	Томск.	Уссур.
1. Эксплоат. себестоимость на 1 привед. т/км в коп. . . .	1,36	2,04	1,84	1,17	1,27	1,42	2,39	1,57	1,30	1,59	1,44	1,17	1,47	1,88	1,26	0,89	1,01	1,74	1,20	2,04	1,13	1,92	1,38	2,12	0,97	1,18	1,86
2. Эксплоат. себестоим. со включением ус- ловной аренды подв. состава на 1 прив. т/км в коп. . . . .	1,59	2,28	2,14	1,35	1,43	1,66	2,63	1,81	1,53	1,82	1,64	1,36	1,67	2,12	1,45	1,06	1,20	1,97	1,37	2,31	1,31	2,14	1,55	2,32	1,13	1,35	2,07
3. Коэффици- ент издержек для расширен- ного перечня операт.-вар.-хо- зяйств. и экон.- геогр. характ. .	—	1,38	1,42	0,92	0,91	0,97	1,73	1,01	1,07	1,27	0,96	0,93	1,28	1,33	0,87	0,81	0,83	1,33	0,88	1,27	0,79	1,64	1,03	1,72	0,83	0,99	1,61
4. Исчислен- ная типовая экспл. себестоим. (1,59 коп. × дан. 3 строки) . . .	—	2,19	2,26	1,46	1,44	1,54	2,75	1,61	1,70	2,02	1,52	1,48	2,04	2,12	1,38	1,28	1,32	2,12	1,40	2,02	1,26	2,60	1,64	2,73	1,32	1,57	2,56
5. Соотноше- ние действитель- ной себестоимос- ти и типовой (коэффициенты потерь при экс- плоат.) (2 : 4) .	—	1,04	0,95	0,93	0,99	1,08	0,96	1,12	0,90	0,90	1,08	0,92	0,82	1,00	1,05	0,83	0,91	0,93	0,98	1,15	1,04	0,82	0,95	0,85	0,86	0,86	0,81



ящее время включать в коэффициент издержек поправки на цены материалов и топлива.<sup>1</sup> Кроме того есть еще одно существенное обстоятельство: это во многих случаях несоответствие работы дороги и ее расходов, например при обслуживании одной дорогой прямых сообщений других дорог и при производстве ремонтов подвижного состава и вообще работы для чужих дорог. Однако называя содержание строки пятой коэффициентом потерь, я имею в виду не фактические цифры, вычисленные мною для 1927/28 г., которые имеют лишь иллюстративный характер, а то цифровое заполнение, которое может быть произведено при полном применении предложенных мною 23 характеристик или иных аналогично построенных, если кем-либо будет составлен более совершенный перечень.

К индивидуальным обстоятельствам, которые влияют на дорожную себестоимость и заставляют ее отклоняться от величины, исчисленной на основе коэффициента издержек, относятся главным образом следующие: 1) продуктивность использования работников, определяемая характером движения на дороге, степенью оборудования дороги механизмами и опытною администрации; 2) производительность труда, основанная в условиях СССР на сознании долга и дисциплины со стороны рабочих и служащих и 3) хозяйственность ведения дела администрацией. Для возможности исчисления коэффициента потерь для дороги, конечно, необходимо обеспечить предварительную калькуляционную увязку расходов и работы, исключая из расходов все те, которые произведены для других дорог, и напротив, прибавив те, которые падают фактически на чужие дороги, а вызываются работой данной дирекции. Существенным обстоятельством является также и взаимная увязка трех величин, которые должны соответствовать друг другу: работа данной дороги, ее наличный парк и выполняемый ею ремонт подвижного состава. Неувязка между этими величинами лишает реального и правильного значения ряд измерителей, принятых при исчислении коэффициента издержек, и тем самым косвенно отражается на точности получения коэффициента потерь.

Учитывая все перечисленные обстоятельства, мы можем обратиться к рассмотрению табл. 8, содержание которой во всяком случае, как уже сказано, надо рассматривать как методический пример, а не как характеристику хозяйственности отдельных наших дорог, тем более что и все цифры относятся к одному из устарелых уже отчетных годов — к 1927/28 г.

Как видно из таблицы, цифры последней строки или *больше*, или *меньше* единицы. Если бы при исчислении коэффициента издержек мы включили в него влияние всех предусмотренных в перечне характеристик, то численная величина коэффициента потерь заставляла бы сделать из него определенные выводы. Величины коэффициентов потерь,

<sup>1</sup> С 1931 г. исчисление индекса цен на материалы будет производиться по дорогам, и неудобство, о котором говорится в тексте, отпадет.



*большие* единицы приходится на те дороги, где эксплуатация обходится *дороже*, чем должна бы обходиться при средней сетевой интенсивности хозяйственного ведения дела. Величины коэффициентов *меньшие* единицы характеризуют более *удачную* эксплуатацию, чем осуществляется в среднем на сети. Как уже сказано, этих выводов нельзя безоговорочно сделать по дорогам, перечисленным в таблице, — однако, вряд ли возможно отрицать известную наклонность в 1927/28 г. к хорошим или недостаточно успешным результатам у дорог, имеющих коэффициенты потерь, соответственно меньшие или большие единицы. Отклонение от единицы колеблется в нашем примере от  $+0,15$  до  $-0,19$ , а в среднем составляет на одну дорогу от  $-7\%$  до  $-10\%$ . Анализ отклонений при более подробном изучении их причин должен производиться по каждой из дорог отдельно, и при этом в отношении приведенных в таблице цифр прежде всего надо обратиться к величинам продуктивности использования работников. Мною произведено сравнение с сетевыми величинами продуктивности использования работников в поездок-километрах на 1 работника для всех дорог, давших сильное отклонение коэффициента потерь от единицы.<sup>1</sup>

Оказалось, что для некоторых дорог величина коэффициента издержек удовлетворительно объясняется характеристикой продуктивности использования работников. Так на дорогах Московско-курской и Самаро-златоустовской, где коэффициенты потерь высокие — ниже и продуктивность работы, и, наоборот, дороги с низким коэффициентом потерь (Томская, Уссурийская и Омская) имеют и лучшие показатели использования работников; несколько менее ясно обстоит дело в отношении Северо-западных и Забайкальской железных дорог. Но, конечно, использование рабочей силы хотя и важнейший вопрос, однако не единственный, подлежащий изучению. Так, например несомненно, что на величины коэффициентов потерь табл. 8 оказали влияние цены на топливо и материалы. Не имея индекса на материалы, мы можем для дорог, давших особо сильное отклонение коэффициентов потерь от единицы, сравнить дорожные цены на топливо с сетевыми. Воспользовавшись данными за 1926/27 г. увидим, что при средней сетевой цене угля в 14 р. 05 коп. за тонну эта цена для последних четырех дорог табл. 8, давших коэффициенты потерь 0,85—0,81, составляла за тонну: для Забайкальской — 5 р. 32 к. для Омской — 11 р. 81 коп., для Томской — 5 р. 57 к. и для Уссурийской — 8 руб., т.-е. для всех дорог значительно ниже средней. Низкие коэффициенты потерь на Донецких и Еваторининской железных дорогах отчасти объясняются высоким процентом погрузки грузов средствами отправителя, что уменьшает расходы дороги. Для некоторых дорог, например для Омской, низкий

<sup>1</sup> См. график продуктивности работы железнодорожного персонала на стр. 24 исследования Е. В. Михальцева и Н. А. Морщихина „Себестоимость перевозки на проектируемых железных дорогах“. М. 1930.



коэффициент потерь объясняется неучетом в моей таблице эквивалентного подъема по дороге.

Нельзя при анализе упускать из вида также и влияния заполнения пропускной способности на расходы. Иногда для полной ясности в причинах величин расходов приходится отделять расходы на имущество от расходов на эксплуатацию и сопоставлять с другими дорогами только вторую группу расходов; так, например на дорогах двухпутных (Московско-курская, Октябрьская) сравнительная дороговизна тонно-километров вызывается в частности наличием оборудования, недостаточно загруженного имеющимся грузооборотом, но требующего расходов на его содержание и обслуживание.

Если рассматривать табл. 8 в целом и анализировать цифровые величины коэффициентов и себестоимости, в ней помещенные, то невольно возникает мысль о важности взаимной увязанности качества измерителей, достигнутых дорогой и расходами на эти достижения. Возможно представить себе дорогу, которая добилась прекрасной комбинации своих технических измерителей и, следовательно, низкого „коэффициента издержек“ (основного), однако себестоимость перевозки в целом у нее выше, чем оправдывается ее измерителями, и коэффициент потерь у нее выше единицы. Отсюда следует, что администрация достигла успехов в измерителях дорогой ценой, наймом лишних работников, выплатой сверхурочных и т. п. и успехи дороги по существу требуют еще изучения.

В этом случае предлагаемые мною коэффициенты издержек и потерь являются особенно применимыми, так как сравнение успешных измерителей и обычной себестоимости еще не решает вопроса: себестоимость тонно-километра может быть сравнительно низкой, однако ее снижение могло быть достигнуто, например большим грузооборотом, и заслуги администрации в этом не будет. Сопоставление же коэффициента издержек и коэффициента потерь покажет, в какой степени хорошие измерители сопровождаются экономным расходованием денежных средств.

В общем путем применения коэффициента издержек расширенного типа мы получаем возможность выяснить, в какой степени объяснимы и закономерны колебания себестоимости на разных дорогах, и подойти к изучению причин, вызывающих эти колебания.

Подведем итоги изложенному в настоящей работе:

1) Коэффициент издержек, вычисленный для выбранного перечня характеристик и измерителей, выражает степень совершенства работы дороги во всех тех отраслях, которые отражены в выбранном перечне.

2) При хорошо подобранном перечне измерителей коэффициент издержек является яркой характеристикой работы дороги, отражающей в совокупности все особенности эксплуатации данной дороги.

3) Поскольку почти не существует оперативных характеристик, которые не зависели бы от экономических и географических свойств



района дороги, числовая величина коэффициента издержек, весьма совершенно отражающая *качество* работы дороги, может только с оговорками рассматриваться как характеристика хозяйственности администрации и работников дороги.

4) Для последней цели удобным является пользование коэффициентом издержек, вычисленным на основе сравнения фактических характеристик работы дороги и стандартных, установленных техническим расчетом с принятием во внимание тягово-строительных (профиль, типы паровозов) и экономических (густота движения, количество обратных грузов, дальность пробега грузов, местная работа и т. п.) особенностей линии при средне-сетевых методах использования технических средств, которыми владеет дорога.

5) Коэффициент издержек, как логически правильно построенная характеристика, в которую заложено реальное ценностное понятие, благодаря своим свойствам отражать в числовом выражении качественные показатели работы дороги, может быть по справедливости назван универсальной характеристикой работы дороги.

6) При анализе эксплуатационных издержек перевозки желательно принимать во внимание группу расходов, вызываемых наличием у дороги определенного парка подвижного состава, при чем возможно применять калькуляционный прием в виде включения в расходы эксплуатации стоимости условной „аренды“ дорогой у государства подвижного состава. Стоимость этой „аренды“ может определяться объемом расходов реновационных и на расширенное воспроизводство, взятых для наличных парков паровозов и вагонов.

7) Для сравнения действительных издержек с теми, которые отвечают осуществленным на дороге измерителям, желательно исчислять коэффициент издержек, соответствующий расширенному перечню характеристик, заключающему в себе основные народно-хозяйственные и строительные факторы: густоту движения, уровень зарплаты, индекс на материалы, характеристику профиля и т. п.

8) Умножением средне-сетевой себестоимости на указанный в предыдущем пункте коэффициент издержек для расширенного перечня характеристик получается величина себестоимости, которая может быть названа типовой для дороги и которая является вытекающей из значений измерителей, достигнутых дорогой.

9) Путем сравнения действительной себестоимости и типовой может быть определена для данной дороги величина „коэффициента потерь“, выражающего степень интенсивности осуществления всем персоналом дороги успешности эксплуатации. Анализ коэффициента потерь способствует выяснению причин высокой или низкой величины себестоимости перевозок на дороге.

Проф. Е. Михальцев.



# Влияние длины и профиля линии на эксплуатационные расходы железных дорог.

## ГЛАВА I.

### Цели исследования.

Плановое начало, заложенное в основу развития всего народного хозяйства СССР, а в том числе и железнодорожного транспорта вызвало необходимость широкого применения экономической оценки отдельных сооружений, мероприятий и факторов, влияющих на себестоимость продукции.

Требования, предъявляемые к калькуляции себестоимости перевозок на железнодорожном транспорте, направлены по трем основным линиям: с одной стороны, калькуляция себестоимости должна дать данные о стоимости перевозок различных родов грузов, а также и пассажиров в различных условиях, необходимые для установления тарифов; с другой стороны, калькуляция себестоимости должна обслужить потребность промышленности в отношении определения себестоимости перевозок сырья и готовой продукции, необходимой для проектирования новых заводов и других промышленных предприятий; наконец, калькуляция себестоимости должна выработать методы оценки различных реконструктивных и рационализаторских мероприятий и отдельных факторов, влияющих на стоимость транспортной продукции.

Эти задачи, поставленные перед молодой еще наукой—калькуляцией себестоимости железнодорожных перевозок, вызвали небывалое до настоящего времени развитие этой науки, выразившееся в появлении целого ряда интересных и практически полезных работ по исследованию отдельных калькуляционных проблем. После сравнительно немногочисленных работ выполненных еще в довоенное время: А. Н. Фролова, Ю. В. Ломоносова, А. Васютинского, К. Н. Кашкина, появились труды Е. В. Михальцева, И. И. Васильева, В. А. Соковича, С. Н. Кульжинского, А. Е. Гибшмана, М. М. Протодиаконова и Б. М. Максимовича, П. Я. Гордеенко, Н. Г. Сидоренко, А. С. Чудова, М. Ф. Живописцева, А. М. Бабичкова, А. П. Александрова, В. Н. Батицкого, Е. В. Раабена, Л. Г. Бегама, М. М. Стогова и автора настоящего исследования.



Значительная часть этих трудов, произведенных различными методами, касалась влияния на эксплуатационные расходы и себестоимость перевозки строительных факторов. При этом отдельные исследователи ставили перед собою различные цели. Одни из них занимались определением абсолютной величины себестоимости на проектируемых железных дорогах в зависимости от тех условий, в которых будущей железнодорожной линии придется работать, и от тех характеристик профиля, подвижного состава и прочих строительных элементов, которыми будет обладать данная линия. К таким работам относятся труды: А. Е. Гибшмана — „Определение эксплуатационных расходов при проектировании новых железных дорог“, М. М. Протодиаконова — „Числовые характеристики топографических условий местности, исчисление эксплуатационных расходов и приложение их к экономике железных дорог“, Б. М. Максимовича и М. М. Протодиаконова — „Исследование эксплуатационных расходов железных дорог“, Е. В. Михальцева и Н. А. Морщихина — „Себестоимость перевозки на проектируемых железных дорогах“. Другой ряд исследователей ставил своей задачей определение влияния различных строительных факторов на эксплуатационные расходы для возможности сравнения между собою различных вариантов железнодорожных линий, отличающихся между собою теми или иными строительными факторами. К работам этой группы относятся труды: К. Н. Кашкина — „Экономика изысканий железных дорог“, третье переработанное издание которого вышло в 1927 г.<sup>1</sup>, В. А. Яцына — „Экономика постройки железных дорог“, А. М. Бабичкова — „Влияние характера профиля и мощности паровоза на стоимость железнодорожных перевозок“ и, наконец, указанный выше труд Б. М. Максимовича и М. М. Протодиаконова, авторы которого считают возможным применение выведенной ими формулы эксплуатационных расходов как для определения абсолютной величины себестоимости перевозок на проектируемой железнодорожной линии, так и для сравнения вариантов.

Целью настоящей работы является оценка влияния основных строительных элементов железнодорожной линии: длины и профиля ее, на эксплуатационные расходы. Таким образом, настоящее исследование примыкает ко второй группе перечисленных трудов, т.-е. к работам: К. Н. Кашкина, В. А. Яцына, А. М. Бабичкова, Б. М. Максимовича и М. М. Протодиаконова.

Необходимость в дополнительной разработке вопросов влияния длины и профиля линии на эксплуатационные расходы вызвана следующими соображениями.

Весьма ценный труд К. Н. Кашкина, основанный на методе Уэбба, явился по существу первым трудом, практически поставившим и разрешившим задачу о применении начал экономики в деле про-

<sup>1</sup> Первое издание вышло в 1914 году.



ектирования и сооружения железных дорог в наших условиях. Однако, выводы его нуждаются в пересмотре по двум причинам: с одной стороны, произведенные за последние годы детальные исследования природы эксплуатационных расходов показали, что распределение расходов в зависимости от различных факторов во многом совершенно иное, чем принятое К. Н. Кашкиным, в частности, влияние длины линии более значительно, чем принятое Уэббом и К. Н. Кашкиным; с другой стороны, метод применения полученных выводов нуждается в уточнении, в особенности в случаях одновременного изменения нескольких факторов.

Работа В. А. Яцына носит теоретический характер и представляет большие затруднения при практическом использовании. Этим и объясняется тот факт, что наряду с широким применением на практике работы К. Н. Кашкина применение исследования В. А. Яцына почти не встречается.

Работа А. М. Бабиčkова не касается влияния длины линии на эксплуатационные расходы. Произведенный автором анализ детального исследования влияния профиля, недостаточно полон, так как дает изменение себестоимости для трех предельных подъемов (4, 6, 9-тысячных) и четырех типов профиля (равнинный, средний, холмистый и горный). Значение этой ценной работы значительно возросло бы, если бы автором были даны результативные таблицы или графики для всех характеристик профиля: предельного подъема, эквивалентного сопротивления и скорости движения.

Формула эксплуатационных расходов, выведенная Б. М. Максимовичем и М. М. Протодиаконовым, также нуждается для практического ее применения в дополнительной разработке. Кроме того, приходится отметить, что непосредственное использование этой формулы вследствие самой природы ее построения в ряде случаев может привести к ошибочным выводам.

Определение влияния длины и профиля линии, являющееся основной задачей настоящей работы, может быть использовано для различных практических целей, например: при сравнении условий работы различных дорог и линий между собой и со средними условиями работы сети, для ориентировочных соображений о выгоде различных переустройств в масштабе всей сети и т. п.

Однако, приходится совершенно определенно указать, что использование данных о влиянии отдельных факторов на эксплуатационные расходы, выведенных для некоторых средних условий и относящихся к определенному году, для сравнения вариантов в отдельных конкретных условиях, может привести к неправильным заключениям. Совершенно очевидно, например, что влияние изменения длины линии на эксплуатационные расходы будет различным на дорогах с большой местной работой и на дорогах чисто транзитного характера. На дорогах с значительной местной работой большая группа расходов, падающая на начальную и конечную операции, не зависит от длины линии, вследствие чего влияние изменения длины на таких дорогах



будет сказываться значительно слабее, чем на дорогах с преобладающей транзитной работой. Подобно этому, и изменение профиля линии будет различно отражаться на эксплуатационных расходах на дорогах с различным характером работы. Для сравнения вариантов в отдельных частных случаях приходится обратиться к подсчету коэффициентов влияния отдельных факторов для тех дорог, для которых такое сравнение производится, или для дорог, находящихся в одинаковых условиях с ними, пользуясь подобным же методом подсчета.

Изложение этого метода является другой задачей настоящей работы. Необходимо признать, что только детальный анализ эксплуатационного расхода с рассмотрением отдельных составных долей расхода и зависимости их от отдельных измерителей позволяет установить достаточно надежные коэффициенты, выражающие степень влияния на расход отдельных факторов. Вследствие этого в предлагаемом исследовании довольно значительное место уделено освещению примененного метода работы, названного в дальнейшем „методом коэффициентов влияния“.

## ГЛАВА II.

### Метод коэффициентов влияния.

При решении задач на изменение эксплуатационных расходов при изменении различных факторов, на них влияющих, в настоящее время как в СССР, так и за границей наиболее часто применяются следующие методы: 1) метод непосредственного пользования эксплуатационным отчетом, 2) метод расчета по формулам, 3) метод проф. Михальцева, названный им методом анализа удельных весов расходов и 4) метод коэффициентов влияния.

Непосредственное пользование данными эксплуатационных отчетов представляется во многих случаях наиболее естественным. Этим методом главным образом и пользуются работники дирекций железных дорог, а отчасти и НКПС, при решении возникающих в процессе работы калькуляционных проблем. Метод этот можно назвать „натуральным“. Достоинства его в большей убедительности оперирования данными, непосредственно взятыми из отчета „печатными“ цифрами. Основным недостатком этого метода является ограниченные возможности его применения вследствие непригодности существующих форм отчетности для решения экономических калькуляционных проблем. Старая форма отчетности, перешедшая к нам от довоенного времени, разбивала эксплуатационные расходы на достаточно большое число — 116 очередных номеров, но вследствие иной целевой установки при распределении расходов не давала необходимых данных для анализа. Новая форма отчетности, выработанная комиссией т. Грунина и введенная с 1927/28 отчетного года, содержит всего 31 титул и почти вовсе не представляет возможности пользоваться отчетом для решения раз-



личных задач.<sup>1</sup> Специальной отчетности по себестоимости по образцу германских железных дорог у нас пока не существует. Вследствие этого непосредственное пользование цифрами нашего эксплуатационного отчета дает возможность решения сравнительно небольшого круга задач (изменение зарплаты различных категорий работников, выделенных отчетом в особую статью, изменение цен на материалы и т. д.). Вопросы, касающиеся влияния на эксплуатационные расходы различных условий и обстоятельств движения, вопросы, связанные с работой подвижного состава, а также с планом и профилем дороги, не поддаются решению простыми выборками из отчета и требуют специального его анализа.

Необходимость производства этого анализа приводит к пользованию одним из остальных трех методов, при чем различие между этими методами находится в зависимости от той формы, в которой выражены результаты этого анализа. Если результаты анализа облечь в математическую формулу, то пользование таким образом обработанными данными можно назвать методом формул. Если результаты анализа выразить в виде процентных долей расхода, падающего на тот или иной измеритель эксплуатационной работы дороги, то расчеты при помощи полученной таблицы приводят к методу анализа удельных весов. Если результаты анализа отчета в отношении некоторого факта расхода выразить в виде коэффициента, характеризующего влияние данного фактора на эксплуатационный расход, то дальнейшее оперирование с этими коэффициентами можно назвать методом коэффициентов влияния.

Каждый из перечисленных методов имеет свои преимущества и свои недостатки. На практике каждый из методов требует некоторого навыка.

Метод формул наиболее ясен и, как чисто математический, не требуют особых разъяснений. Он применен в отношении к эксплуатационным расходам в целом ряде трудов французских ученых: Перейр, Леруа и др., а из русских исследователей — проф. Ломоносовым, А. Л. Васютынским, проф. Фроловым, инж. Яцына, инж. Протодьяконовым и Максимовичем, инж. А. Е. Гибшманом, проф. Михальцевым совместно с автором настоящего труда и другими. Метод анализа удельных весов подробно описан в ряде трудов проф. Михальцева. Применение его на практике иллюстрируется рядом работ проф. И. И. Васильева, А. М. Габичкова, А. С. Чудова, автора настоящей работы и др. напечатанных в сборнике „Себестоимость перевозочных операций на железных дорогах.“ Метод коэффициентов влияния известен сравнительно менее. Применение его для оценки влияния строительных факторов на эксплуатационные расходы, произведенное впервые американцами, можно видеть из трудов К. Н. Кашкина. Коэффициенты влияния для некоторых эксплуатационных факторов опре-

<sup>1</sup> Вводимая с 1931 г. отчетность (т. назыв. транфинплан) предоставляет в отношении анализа значительно большие возможности, чем ранее существовавшая.



делены автором настоящей работы. Однако освещение сущности и особенностей применения метода коэффициентов влияния, необходимое для правильного его применения, до сих пор сделано не было, вследствие чего в дальнейшем метод этот вкратце разобран.

Эксплуатационный расход какого-либо предприятия, в том числе и железной дороги, складывается из ряда отдельных частных расходов; чем более глубоко производится изучение расхода, тем большее число отдельных расходов подлежит выделению в особые слагаемые. Таким образом наиболее естественным выражением для эксплуатационного расхода является представление его в виде суммы:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n \quad (1)$$

Для того чтобы изучить влияние какого-либо фактора, например: среднего состава поезда, предельного уклона, мощности паровоза и пр. на эксплуатационные расходы, необходимо в общем выражении эксплуатационного расхода (1) выделить группу расходов, зависящих от данного фактора и не зависящих от него, тогда получим выражение вида:

$$E = a + f(x) \quad (2)$$

где  $x$  — фактор, влияние которого на эксплуатационный расход изучается,

$a$  — сумма расходов независимых от  $x$ .

Наиболее распространенными видами функции  $f(x)$  являются следующие простейшие:

$$f(x) = bx \quad (3')$$

$$f(x) = \frac{b}{x} \quad (3'')$$

т.е. прямая и обратная пропорциональность члена зависящего от изучаемого фактора этому фактору.

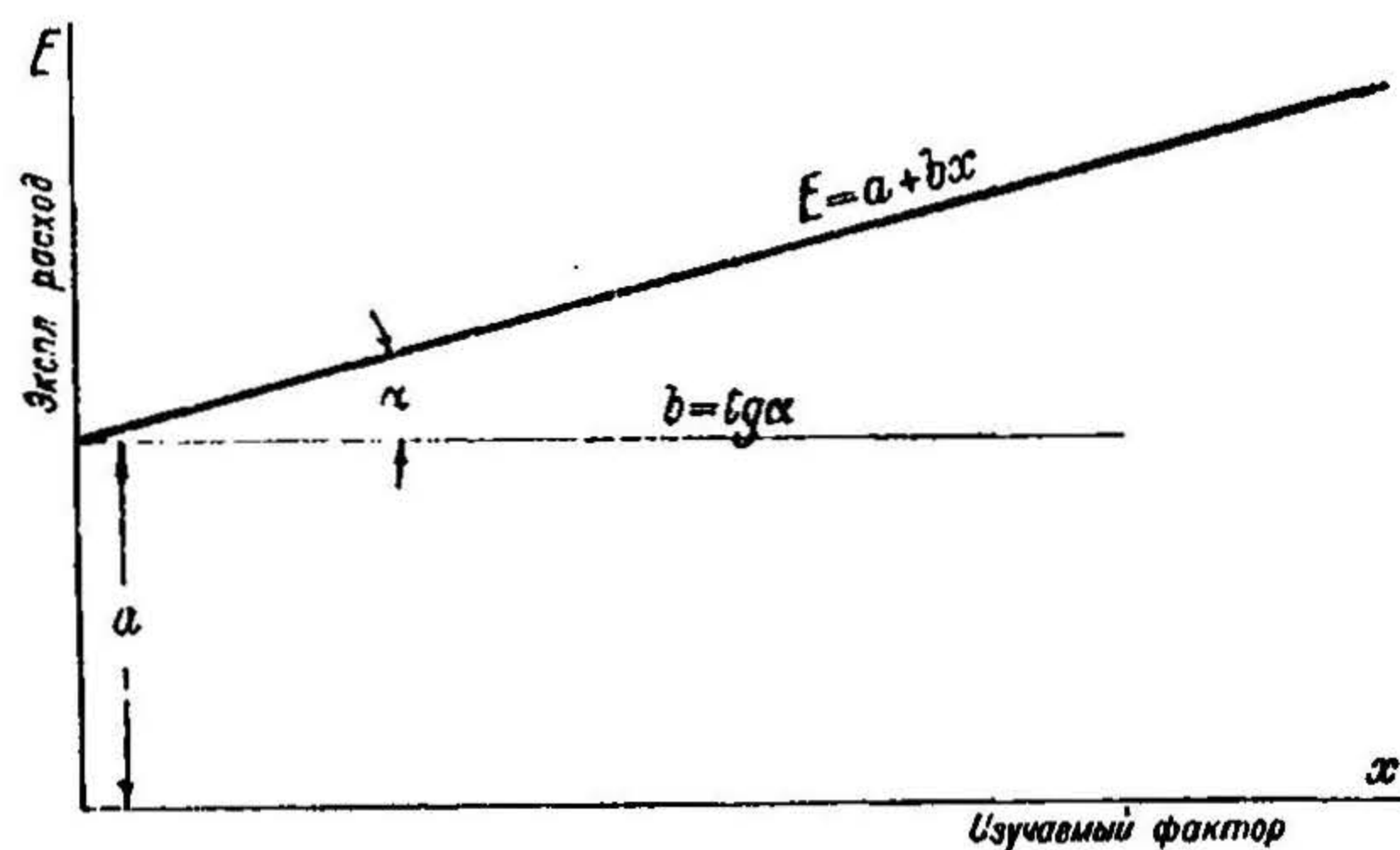
В этом случае выражение для эксплуатационного расхода принимает вид:

$$E = a + bx \quad (2')$$

$$E = a + \frac{b}{x} \quad (2'')$$

или

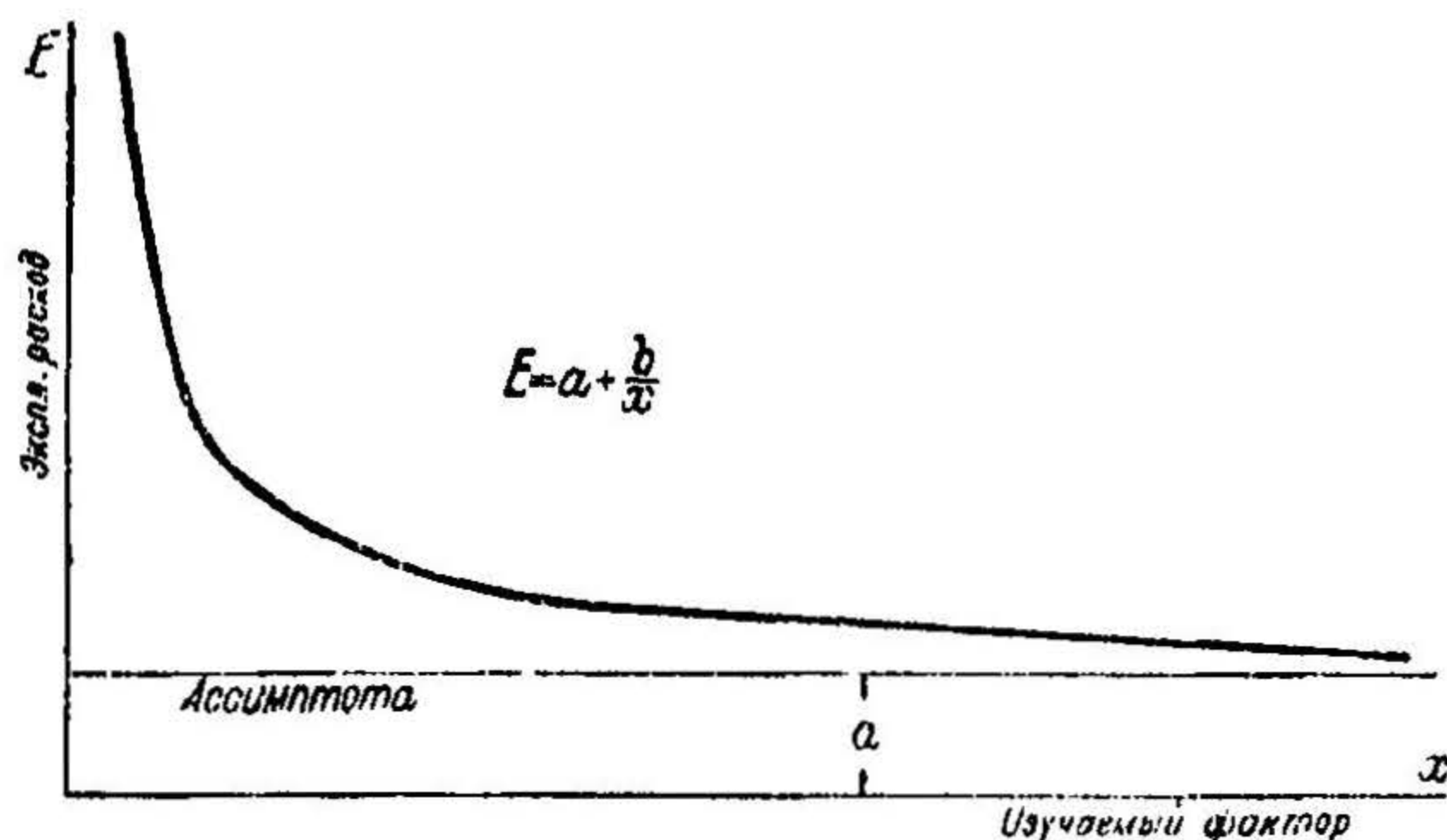
Графически зависимость эксплуатационного расхода от рассматриваемого фактора по уравнению (2') представится в виде прямой, а по уравнению (2'') в виде гиперболы (фиг. 1 и 2).



Фиг. 1.



Уравнение (2') и (2'') показывают, что для установления полной зависимости расхода от какого-либо фактора необходимо знать две величины:  $a$  — суммы расходов, не зависящих от изучаемого фактора и  $b$  коэффициента при члене, связанном с величиной этого фактора. Зная величины  $a$  и  $b$ , мы для каждого значения изучаемого фактора  $x$  будем получать определенное и единственное значение эксплуатационного расхода  $E$ .



Фиг. 2.

Примером такой зависимости может служить выведенная нами для средних условий сети железных дорог СССР в 1926/27 г. формула изменения эксплуатационной

себестоимости провоза 1 т при изменении дальности пробега ее (для расстояний перевозки, больших 240 км).

Формула эта имеет вид:

$$E = 175 + 0,973 /$$

и дает в копейках 1926/27 г. величину эксплуатационного расхода, падающего на одну тонну в зависимости от величины пробега этой тонны, —  $l$ . Коэффициентами, определяющими эту зависимость являются 175 — сумма расходов в копейках, не зависящих от дальности пробега тонны, 0,973 — расход, зависящий от дальности пробега, падающий на 1 тонно-километр в копейках.

Особенностями рассмотренного метода выражения зависимости расходов от изменяющихся факторов являются: 1) необходимость знать два коэффициента, характеризующие интересующую нас зависимость, т.-е. величины  $a$  и  $b$ , 2) возможность применения полученной зависимости только к определенному случаю, т.-е. к эксплуатационным расходам определенного года и определенной административной единицы (линии, дороге, группе дорог, сети).

Если применить выражение зависимости расходов от рассматриваемого фактора не в абсолютных, а в относительных числах, то возможно: 1) свести коэффициенты, характеризующие эту зависимость, к одному коэффициенту и 2) применять полученную формулу более широко, т.-е., установив, например, зависимость для определенного года, пользоваться ею для последующих или распространять зависимость, полученную для средних условий сети на отдельные дороги, и т. д. Эти преимущества установления зависимости между расходом

<sup>1</sup> См. Н. А. Морщихин — „Себестоимость перевозки в зависимости от дальности пробега груза“. Сборник „Себестоимость перевозочных операций на железных дорогах“. М. 1930, часть II.



не в абсолютных, а в относительных числах способствовали широкому распространению этого метода на американских железных дорогах, а также и на наших железных дорогах.

Математическая сторона этого приема весьма несложна. Предположим, что мы имеем зависимость между эксплуатационным расходом и рассматриваемым фактором в виде:

$$E = a + bx \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2').$$

Пусть величина рассматриваемого фактора  $x$  изменится на  $k$  долей единицы ( $k$  может быть как положительным, так и отрицательным), тогда для изменения эксплуатационного расхода вместо  $x$  в выражении (2') надо подставить величину:  $x + kx = x(1 + k)$ , после чего получим новую величину эксплуатационного расхода:

$$U_1 = a + bx \quad (1 + k).$$

Относительное приращение величины эксплуатационного расхода в долях от  $E$  будет равно:

$$\Delta = \frac{E_1 - E}{E} = \frac{bkx}{E} . . . . . (4)$$

причем это приращение  $\Delta$  может быть и положительным и отрицательным

Если обозначить величину  $\frac{bx}{E} = n$  (5), то получим следующее вы-

ражение для относительного изменения величины расхода  $K$ :

[illegible]

Уравнение (6') дает основную зависимость между изменением величин эксплуатационного расхода  $L'$  и рассматриваемого фактора  $x$ , связанных уравнением (2'). Выражение (6') показывает, что относительное изменение эксплуатационного расхода прекращению рассматриваемого фактора, умноженному на некоторый коэффициент  $n$ . Будем называть этот коэффициент  $n$  — коэффициентом влияния данного фактора на эксплуатационный расход, и рассматриваемый метод изучения изменения эксплуатационных расходов при изменении отдельных факторов методом коэффициентов влияния.

**Коэффициент влияния, как видно из уравнения:**

$$n = \frac{b.x}{F} \dots \dots \dots (5)$$

представляет собою долю эксплуатационных расходов, связанных с данным фактором.



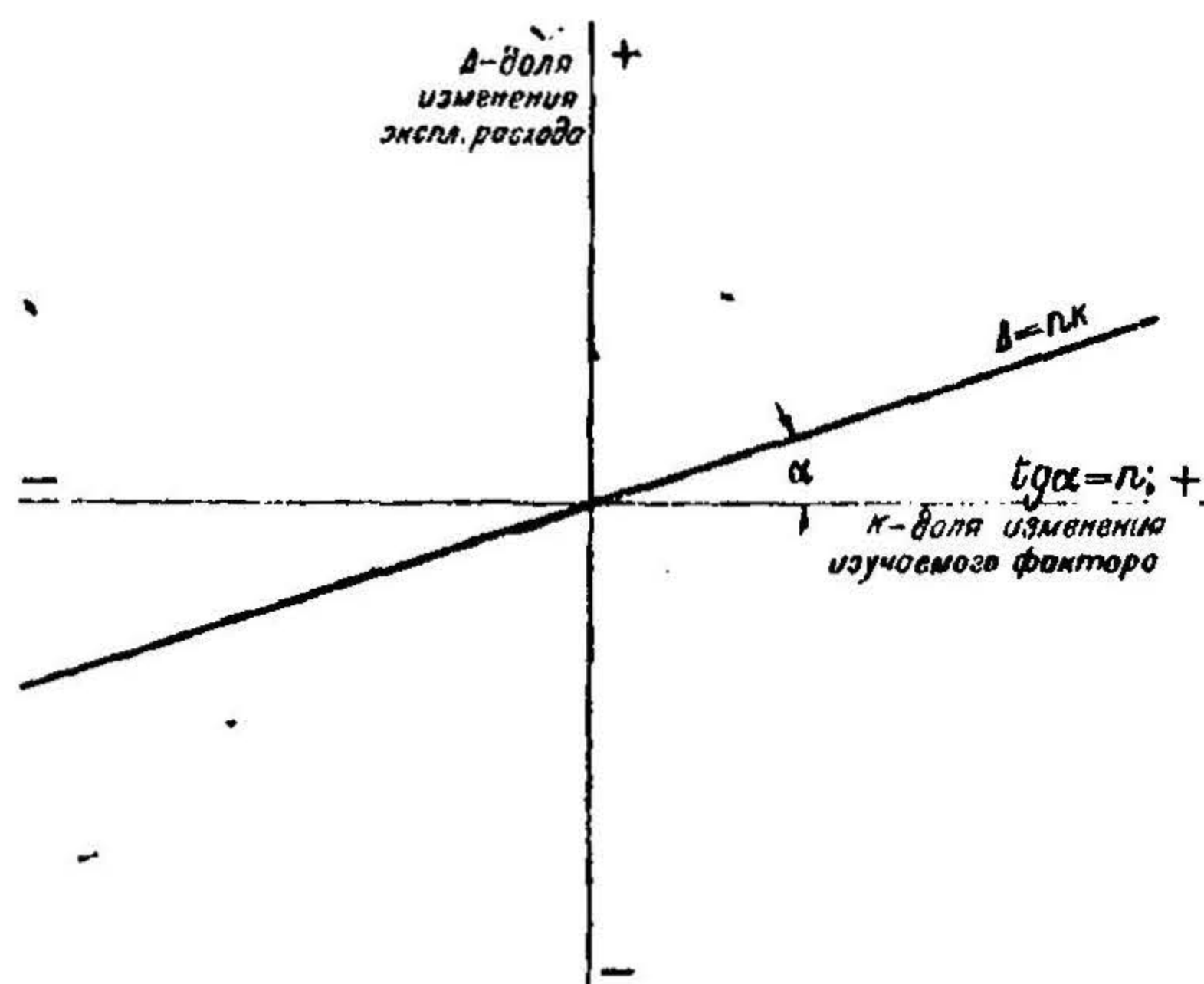
Предположим, например, что нам известно, что с поездными бригадами связано  $4,8\%$  эксплуатационных расходов. Известно, что расходы на поездные бригады зависят от среднего состава бригады и от средней заработной платы одного работника бригады. Изучая, например, влияние на эксплуатационные расходы среднего состава поездной бригады, мы должны принять коэффициент влияния для этого фактора равным  $0,048$ , так как  $0,048$  от всего эксплуатационного расхода связано (прямо пропорционально) со средним составом поездных бригад. Имея коэффициент влияния для изучаемого фактора среднего состава поездных бригад, можно, пользуясь формулой (6), учитывать изменение эксплуатационных расходов при изменении среднего состава поездных бригад. Например, при возрастании среднего состава поездных бригад на  $50\%$  по формуле (6) получаем:

$$\Delta = +0,048 \cdot 0,50 = +0,024,$$

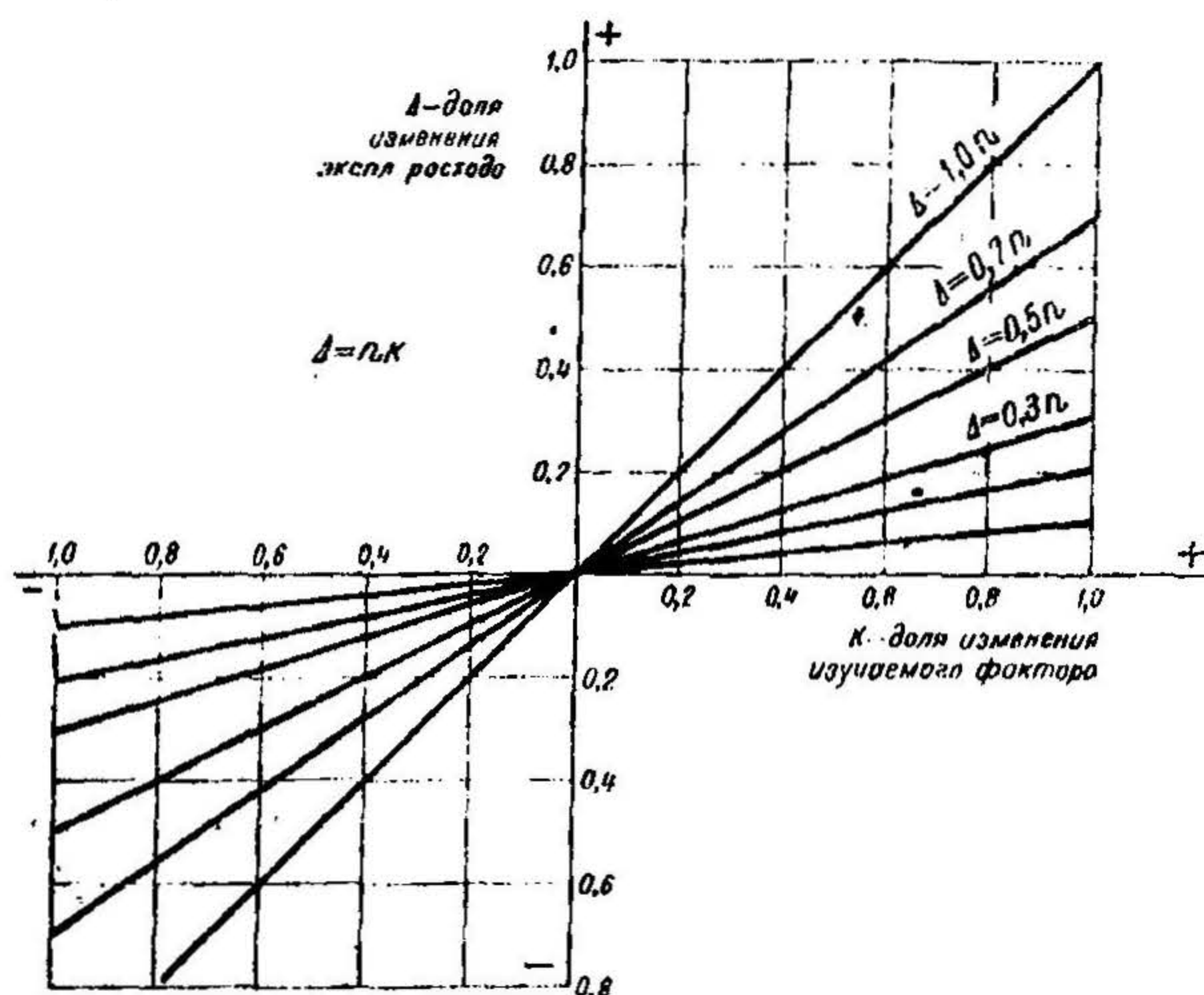
т.-е. эксплуатационный расход возрастает на  $2,4\%$ . При снижении среднего состава поездных бригад на  $20\%$ , по формуле (6) получим

$$\Delta = -0,048 \cdot 0,20 = -0,0096,$$

т.-е. эксплуатационный расход снизится на  $0,96\%$ , а кругло—на  $1\%$ .



Фиг. 3.



Фиг. 4.

Графически изменение эксплуатационных расходов при изменении данного фактора представится прямой линией, наклонной к оси абсцисс под углом, тангенс которого равен коэффициенту влияния  $n$ . Тогда очевидно, что для какого-либо значения абсциссы  $k$ , представляющей относительное изменение рассматриваемого фактора, получим изменение расхода, равное:

$$\Delta = nk \dots \dots \dots (6').$$

При изменении коэффициента влияния наклон этой прямой изменится. Поэтому в общем случае для решения задач по уравнению (6')



при разных величинах коэффициента влияния можно пользоваться диаграммой с нанесенным на нее пучком прямых (фиг. 4).

Вместо диаграммы можно пользоваться таблицей типа таблицы 1, в которой для избежания дробей изменение факторов и эксплуатационного расхода выражено в процентах.

ТАБЛИЦА 1.

Относительное изменение эксплуатационных расходов (в процентах) при изменении отдельных факторов для различных коэффициентов влияния (для факторов, находящихся в прямой зависимости с эксплуатационным расходом).

Коэффициент влияния $n$	Изменение факторов (в процентах) $k$														
	возрастание факторов							0	убывание факторов						
	+100	+75	+50	+40	+30	+20	+10		-10	-20	-30	-40	-50	-75	-100
1,00	100	75	50	40	30	20	10	0	10	20	30	40	50	75	100
0,95	95	71,25	47,5	38	28,5	19	9,5	0	9,5	19	28,5	38	47,5	71,25	95
0,90	90	67,5	45	36	27	18	9	0	9	18	27	36	45	67,5	90
0,85	85	63,75	42,5	34	25,5	17	8,5	0	8,5	17	25,5	34	42,5	63,75	85
0,80	80	60	40	32	24	16	8	0	8	16	24	32	40	60	80
0,75	75	56,25	37,5	30	22,5	15	7,5	0	7,5	15	22,5	30	37,5	56,25	75
0,70	70	52,5	35	28	21	14	7	0	7	14	21	28	35	52,5	70
0,65	65	48,75	32,5	26	19,5	13	6,5	0	6,5	13	19,5	26	32,5	48,75	65
0,60	60	45	30	24	18	12	6	0	6	12	18	24	30	45	60
0,55	55	41,25	27,5	22	16,5	11	5,5	0	5,5	11	16,5	22	27,5	41,25	55
0,50	50	37,5	25	20	15	10	5	0	5	10	15	20	25	37,5	50
0,45	45	33,75	22,5	18	13,5	9	4,5	0	4,5	9	13,5	18	22,5	33,75	45
0,40	40	30	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	30	40
0,35	35	26,25	17,5	14	10,5	7	3,5	0	3,5	7	10,5	14	17,5	26,25	35
0,30	30	22,5	15	12	9	6	3	0	3	6	9	12	15	22,5	30
0,25	25	18,75	12,5	10	7,5	5	2,5	0	2,5	5	7,5	10	12,5	18,75	25
0,20	20	15	10	8	6	4	2	0	2	4	6	8	10	15	20
0,15	15	11,25	7,5	6	4,5	3	1,5	0	1,5	3	4,5	6	7,5	11,25	15
0,10	10	7,5	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	7,5	10
0,05	05	3,75	2,5	2	1,5	1	0,5	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,75	5

Так как обе половины таблицы симметричны, то на практике достаточно построить одну половину таблицы.

Пример пользования таблицей. Процент, зависящий от движения эксплуатационных расходов на железнодорожном транспорте, принят равным 70%. Определить изменение эксплуатационных расходов, связанное с ростом грузооборота, если на 1929/30 г. предполагается возрастание грузооборота на 25% в сравнении с предыдущим 1928/29 г.











лица может быть применена типа таблицы 2, в которой изменение факторов и эксплуатационных расходов дано в процентах.

ТАБЛИЦА 2.

Относительное изменение эксплуатационных расходов (в процентах) при изменении отдельных факторов для различных коэффициентов влияния (для факторов, находящихся с эксплуатационным расходом в обратной зависимости).

Коэффициент влияния $\alpha$	Изменение факторов (в процентах) $k$												
	возрастание факторов								убывание факторов				
	100	75	50	40	30	20	10	0	10	20	30	40	50
	убывание экспл. расхода								возрастание экспл. расхода				
1,00	50,0	42,8	33,3	28,6	23,1	16,7	9,1	0	11,1	25,0	42,9	66,7	100,0
0,95	47,5	40,7	31,6	27,2	21,9	15,9	8,6	0	10,6	23,8	40,8	63,4	95,0
0,90	45,0	38,5	30,0	25,8	20,8	15,0	8,2	0	10,0	22,5	38,6	60,0	90,0
0,85	42,5	36,4	28,4	24,4	19,6	14,2	7,7	0	9,4	21,3	36,5	56,7	85,0
0,80	40,0	34,2	26,6	22,9	18,5	13,4	7,3	0	8,9	20,0	34,4	53,4	80,0
0,75	37,5	32,1	25,0	21,5	17,3	12,5	6,8	0	8,3	18,8	32,2	50,0	75,0
0,70	33,5	30,0	23,3	20,0	16,2	11,7	6,4	0	7,8	17,5	30,1	46,7	70,0
0,65	32,5	27,8	21,6	18,6	15,0	10,9	5,9	0	7,2	16,3	27,9	43,4	65,0
0,60	30,0	25,7	20,0	17,2	13,8	10,0	5,5	0	6,7	15,0	25,8	40,0	60,0
0,55	27,5	23,5	18,3	15,7	12,7	9,2	5,0	0	6,1	13,8	23,6	36,7	55,0
0,50	25,0	21,4	16,7	14,3	11,5	8,3	4,6	0	5,6	12,5	21,5	33,3	50,0
0,45	22,5	19,3	15,0	12,9	10,4	7,5	4,1	0	5,0	11,3	19,3	30,0	45,0
0,40	20,0	17,1	13,3	11,4	9,2	6,7	3,6	0	4,4	10,0	17,2	26,7	40,0
0,35	17,5	15,0	11,7	10,0	8,1	5,8	3,2	0	3,9	8,8	15,0	23,4	35,0
0,30	15,0	12,8	10,0	8,6	6,9	5,0	2,7	0	3,3	7,5	12,9	20,0	30,0
0,25	12,5	10,7	8,3	7,0	5,8	4,2	2,3	0	2,8	6,3	10,7	16,7	25,0
0,20	10,0	8,6	6,7	5,7	4,6	3,3	1,8	0	2,2	5,0	8,6	13,3	20,0
0,15	7,5	6,4	5,0	4,3	3,5	2,5	1,4	0	1,7	3,8	6,4	10,0	15,0
0,10	5,0	4,3	3,3	2,9	2,3	1,7	0,9	0	1,1	2,5	4,5	6,7	10,0
0,05	2,5	2,1	1,6	1,4	1,2	0,8	0,5	0	0,6	1,3	2,2	3,4	5,0

Как видно из рассмотрения таблицы 2, возрастание и убывание факторов на один и тот же процент оказывает различное влияние на эксплуатационные расходы, причем убывание влияет значительно сильнее. Это и понятно, если учесть, что возрастание какого-либо фактора на 50% означает его увеличение в  $1\frac{1}{2}$  раза, а уменьшение его на 50% означает уменьшение его в 2 раза.

Другим выводом из таблицы 2 является легко подмечаемое свойство: при уменьшении какого-либо фактора на 50% (т.-е. вдвое) доля изменения эксплуатационного расхода равна коэффициенту влия-



или данного фактора. Тоже видно из уравнения (6''). Действительно, при  $k = -0,50$  получаем:

$$\Delta = \frac{+0,5}{1 - 0,5} = +1.$$

Для наглядности можно применить следующий метод, иллюстрирующий влияние изменения отдельных факторов на эксплуатационный расход. Предположим, что данный фактор связывает 40% от эксплуатационного расхода, тогда его коэффициент влияния



Фиг. 6.

будет 0,40. Графически это можно представить следующим образом (фиг. 6). При этом вся полоса будет представлять собою весь эксплуатационный расход, левая часть — его неизменяющуюся часть, а правая — изменяющуюся в зависимости от изменения данного фактора.

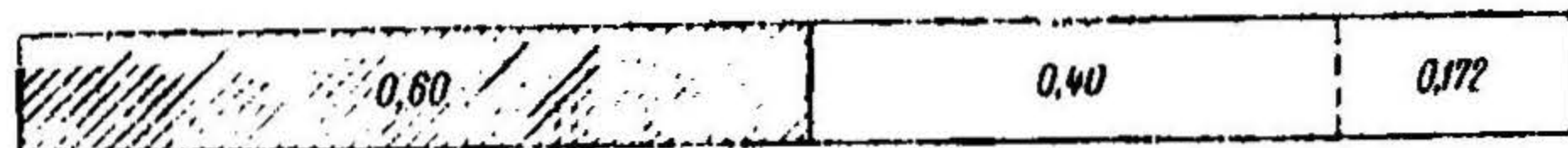


Фиг. 7.

Предположим, что данный фактор прямой и уменьшается на 30%, тогда изменяющаяся часть уменьшится на 30%, т.е. составит  $0,40 \cdot 0,70 = 0,28$  (фиг. 7).

Новый эксплуатационный расход будет  $0,60 + 0,28 = 0,88$ , а уменьшение расхода 0,12.

Если данный фактор обратный, то уменьшение его на 30%, т.е. в отношении 0,70 дает увеличение изменяющейся части в отношении  $= \frac{1}{0,70} = 1,43$ . Тогда изменяющаяся часть составит  $0,40 \cdot 1,433 =$



Фиг. 8.

$= 0,572$ . Новый эксплуатационный расход будет  $0,60 + 0,572 = 1,172$ , а приращение его 0,172,

т.е. 17,2% (фиг. 8). Изменение эксплуатационного расхода наглядно видно из графиков.

Особенно удобным метод коэффициентов влияния оказывается при изучении влияния на эксплуатационные расходы одного какого-либо фактора. Именно в этих случаях метод этот заслуживает предпочтения перед остальными методами изучения зависимости расходов от различных факторов. Однако, могут встретиться случаи изменения эксплуатационных расходов под влиянием совместного изменения ряда факторов. Рассмотрим арифметическую сторону этих случаев.

Предположим, что требуется определить совместное влияние на эксплуатационный расход двух различных факторов с различными коэффициентами влияния. Как показывает исследование этого вопроса, здесь необходимо различать два случая: 1) оба фактора воздействуют на совершенно различные составные части эксплуатационного рас-



ходные и 2) оба фактора действуют на эксплуатационные расходы таким образом, что влияние их распространяется полностью или частично на одни и те же группы эксплуатационного расхода.

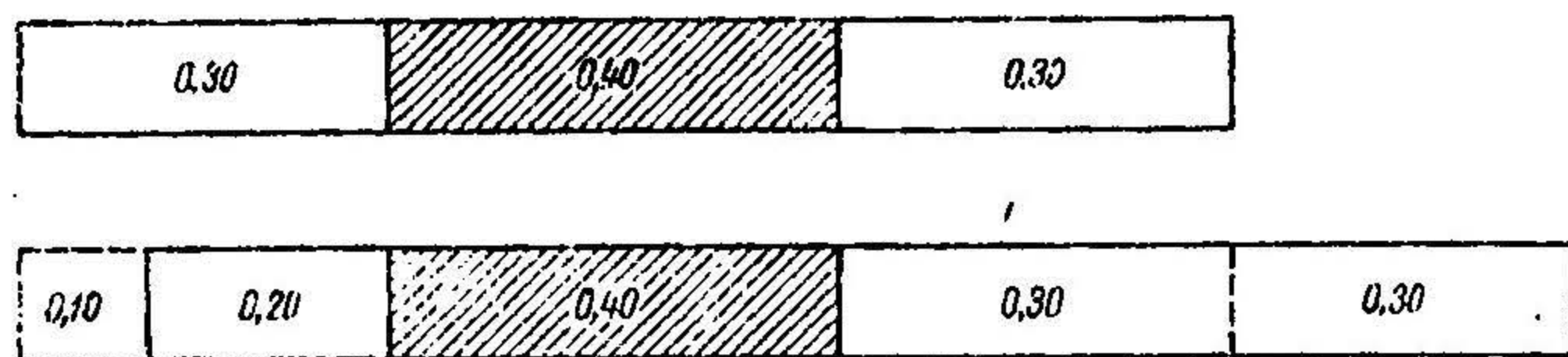
В первом случае определение результатов воздействия каждого фактора может рассматриваться совершенно обособленно. Другими словами, в этом случае следует определить изменение эксплуатационного расхода в результате влияния одного фактора, затем изменение расхода в результате влияния другого фактора и полученные после расчета по приведенным выше формулам величины изменения эксплуатационного расхода просуммировать алгебраически.

Иллюстрацией данного случая может служить следующий пример: определить влияние на эксплуатационный расход двух независимых факторов: первого с коэффициентом влияния 0,30, увеличивающегося в 2 раза, и второго с коэффициентом влияния также 0,30, увеличивающегося в  $1\frac{1}{2}$  раза, т.-е. на 50%, и действующего обратно. Результат совместного действия обоих факторов получится из выражения:

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 = + 0,30 \cdot 1,0 - \frac{0,30 \cdot 0,50}{1 + 0,50} = 0,30 - 0,10 = 0,20.$$

То же наглядно видно из графика (фиг. 9).

Таким образом в случае воздействия на эксплуатационные расходы двух или нескольких совершенно независимых друг от друга



Фиг. 9.

факторов результат общего влияния их определяется без затруднений алгебраическим суммированием результатов воздействия каждого фактора в отдельности, следовательно, в этом случае:

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2.$$

Значительно более сложной является оценка совместного влияния двух или нескольких факторов, влияющих на одни и те же составные части эксплуатационного расхода. В этом случае после воздействия на эксплуатационный расход первого фактора взаимоотношение отдельных составных частей эксплуатационного расхода изменяется, вследствие чего коэффициент влияния для второго фактора при точном расчете должен быть уже принят другой, чем коэффициент влияния свойственный этому фактору при оценке его влияния на эксплуатационный расход, взятый в средних условиях. Расчет этого нового коэффициента влияния является несложным, если известно, какая доля эксплуатационных расходов подвергается влиянию обоих факторов. Приведем несколько примеров.



Предположим, что требуется определить совместное влияние двух факторов, рассмотренных в приведенном для первого случая примере с общим коэффициентом влияния 0,30, причем оба фактора действуют на одни и те же составные элементы эксплуатационного расхода, причем первый фактор прямой и возрастает в 2 раза, второй обратный и увеличивается в  $1\frac{1}{2}$  раза.

В этом случае после действия 1-го фактора эксплуатационный расход возрастает на величину  $\Delta_1 = \frac{0,30}{1,00 + 0,30} \cdot 1,0 = 0,30$  эксплуатационного расхода, т.-е. на 30%. Доля расходов, связанных с первым, а также и со вторым фактором, составит после учета изменения 1-го фактора:

$$\frac{0,30 + 0,30}{1,00 + 0,30} = 0,462 \text{ от эксплуатационного расхода.}$$

Следовательно, измененный коэффициент влияния второго фактора следует считать 0,462. Результат дополнительного влияния второго фактора будет:

$$\Delta_2 = \frac{0,462 \cdot 0,50}{1,50} = 0,151.$$

Совместное действие обоих факторов дает таким образом величину эксплуатационного расхода, равную  $1 - 0,151 = 0,849$ ; приведя эту величину к прежней единице, получим  $0,849 \cdot 1,30 = 1,10$ ; следовательно, окончательная величина  $\Delta = 0,10$ .

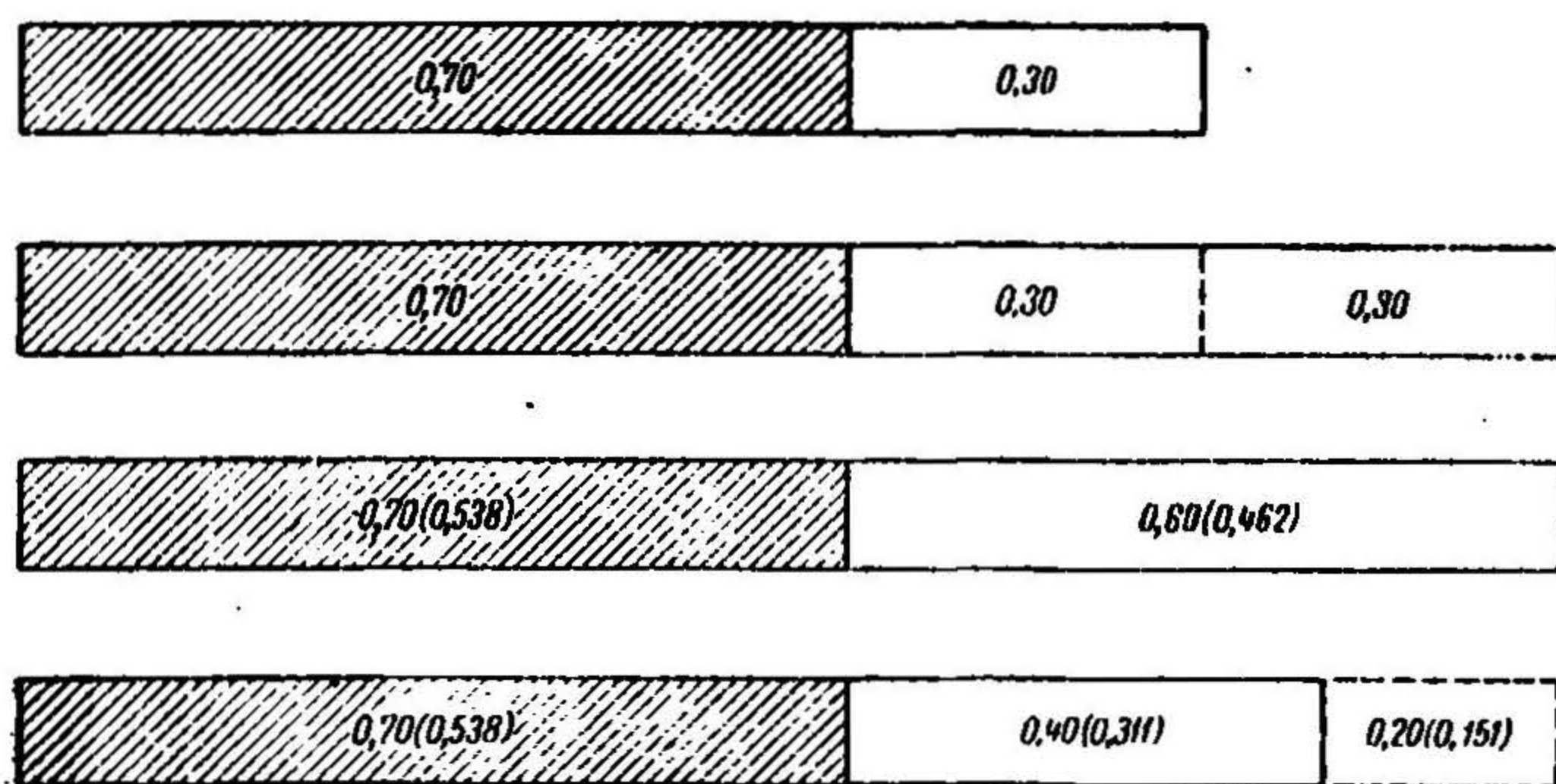
Тот же результат в этом случае может быть найден и иначе, если рассчитывать другим способом, а именно предварительно определить общее изменение обоих факторов, а затем, пользуясь их общим коэффициентом влияния, найти результат их совместного воздействия.

Общее изменение обоих факторов в совокупности будет:

$$\frac{2,0}{1,5} = 1,33,$$

т.-е. выразится в увеличении подвергающейся их влиянию доли эксплуатационного расхода на 33%. Таким образом,  $\Delta = 0,30 \cdot 0,33 = 0,10$ , т.-е. то же, что и при расчете по первому методу.

То же можно видеть из графика (фиг. 10).



Фиг. 10.



Рассуждая аналогичным образом, можно составить выражение для относительного изменения эксплуатационного расхода для данного случая в общем виде:

Пусть  $n$  — общий для обоих факторов коэффициент влияния,

$k_1$  — доля изменения 1-го фактора,

$k_2$  — доля изменения 2-го фактора,

тогда  $\Delta_1 = k_1$  или  $\Delta_1 = \frac{-nk_1}{1+k_1}$  будет доля изменения эксплуатационного расхода, получаемая в результате влияния 1-го фактора в предположении, что этот фактор действует на эксплуатационный расход самостоятельно. Общее выражение для величины  $\Delta_1$  будет

$$\Delta_1 = nr_1,$$

где  $r_1 = k_1$ , если 1-й фактор по отношению к эксплуатационному расходу прямой, и

$$r_1 = \frac{-k_1}{1+k_1},$$

если этот фактор обратный.

Подобно этому обозначим через  $\Delta_2$  изменение эксплуатационного расхода, получающегося в результате воздействия 2-го фактора в предположении, что этот фактор действует самостоятельно. Для  $\Delta_2$  также можно составить выражение

$$\Delta_2 = nr_2,$$

где

$r_2 = k_2$  — в случае прямого фактора,

$r_2 = \frac{-k_2}{1+k_2}$  — в случае обратного фактора.

После действия 1-го фактора изменение эксплуатационного расхода будет

$$\Delta_1 = nr_1.$$

Новый коэффициент влияния 2-го фактора будет

$$\frac{n + \Delta_1}{1 + \Delta_1}.$$

Изменение эксплуатационного расхода после дополнительного воздействия 2-го фактора будет

$$\frac{n + \Delta_1}{1 + \Delta_1} r_2.$$

Новый эксплуатационный расход:

$$1 + \frac{n + \Delta_1}{1 + \Delta_1} r_2,$$



после пересчета на изменение

$$\left(1 + \frac{n + \Delta_1}{1 + \Delta_1} r_2\right) (1 + \Delta_1) = 1 + \Delta_1 + (n + \Delta_1) r_2.$$

Окончательная величина изменения эксплуатационного расхода:

$$\Delta = \Delta_1 + (n + \Delta_1) r_2 = \Delta_1 + n r_2 + \Delta_1 r_2 = \Delta_1 + \Delta_2 + n r_1 r_2.$$

Таким образом, получаем следующую формулу изменения эксплуатационного расхода при одновременном воздействии двух факторов с общим коэффициентом влияния  $n$ .

$$\Delta = n r_1 + n r_2 + n r_1 r_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

или

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + n r_1 r_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7')$$

или, так как

$$n r_1 r_2 = \Delta_1 r_2 = \Delta_2 r_1 = \frac{\Delta_1 \Delta_2}{n},$$

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_1 r_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7'')$$

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_2 r_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7''')$$

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + \frac{\Delta_1 \Delta_2}{n} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7'').$$

Из формул (7) видно, что изменение эксплуатационного расхода в результате совместного воздействия двух факторов с общим коэффициентом влияния  $n$  будет равно сумме изменений эксплуатационного расхода под влиянием изменений каждого отдельного фактора, в предположении их независимого действия, сложенной с произведением этих относительных изменений, разделенным на общий коэффициент влияния.

После рассмотрения этого частного случая можно перейти к более общему — определению совместного действия двух факторов с разными коэффициентами влияния, причем оба фактора воздействуют частично на одни и те же составные части эксплуатационного расхода.

Обозначим:

$\Delta_1$  — изменение эксплуатационного расхода под влиянием воздействия 1-го фактора в предположении его независимого действия,

$\Delta_2$  — то же, для 2-го фактора,

$n_1$  — коэффициент влияния 1-го фактора,

$n_2$  — „ „ 2-го „

Тогда

$$\Delta_1 = n_1 r_1 \quad \text{и} \quad \Delta_2 = n_2 r_2,$$



где

$$r_1 = k_1 \text{ — для прямого фактора,}$$

или

$$r_1 = -\frac{k_1}{1+k_1} \text{ для обратного,}$$

$$r_2 = k_2 \text{ — для прямого фактора,}$$

или

$$r_2 = -\frac{k_2}{1+k_2} \text{ для обратного.}$$

Предположим, что каждый коэффициент влияния состоит из двух частей, т.-е.

$$n_1 = n_1' + n_0,$$

$$n_2 = n_2' + n_0;$$

причем  $n_0$  является составной частью эксплуатационного расхода, общей для обоих факторов, а  $n_1'$  и  $n_2'$  — разностью между полными коэффициентами влияния и общей для обоих частью.

При совместном действии обоих факторов изменение эксплуатационного расхода можно рассматривать как происходящее под действием отдельных 4 факторов, с коэффициентами влияния  $n_1'$ ,  $n_0$ ,  $n_2'$  и  $n_0$ , увеличивающихся на доли  $k_1$  (для первых двух) и  $k_2$  (для двух последних).

Совместное действие первого и третьего факторов может рассматриваться, как действие независимых друг от друга факторов; результат совместного действия фактора второго и четвертого, имеющих общий коэффициент влияния  $n_0$ , должен определяться по приведенному выше правилу. Обозначая  $\Delta_1'$ ,  $\Delta_1''$ ,  $\Delta_2'$  и  $\Delta_2''$  изменение эксплуатационного расхода под влиянием изолированного действия каждого из факторов, найдем общее изменение эксплуатационных расходов:

$$\Delta = \Delta_1' + \Delta_2' + \Delta_1'' + \Delta_2'' + \frac{\Delta_1'' \Delta_2''}{n_0},$$

или

$$\Delta = n_1' r_1 + n_0 r_1 + n_2' r_2 + n_0 r_2 + \frac{n_0 r_1 n_0 r_2}{n_0} = (n_1' + n_0) r_1 + (n_2' + n_0) r_2 + n_0 r_1 r_2 = n_1 r_1 + n_2 r_2 + n_0 r_1 r_2$$

или

$$\boxed{\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + n_0 r_1 r_2} \quad \dots \dots \dots (8);$$

$$\text{или так как } n_0 r_1 r_2 = n_0 \frac{\Delta_1}{n_1} \cdot \frac{\Delta_2}{n_2},$$

$$\boxed{\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_1 \Delta_2 \frac{n_0}{n_1 n_2}} \quad \dots \dots \dots (8).$$



Таким образом изменение эксплуатационного расхода, получающееся в результате совместного воздействия двух факторов, влияющих одновременно на одну и ту же долю эксплуатационного расхода  $n_0$ , равно алгебраической сумме изменений эксплуатационного расхода, получающихся при их изолированном действии, сложенной с величиной  $\Delta_1 \Delta_2 \frac{n_0}{n_1 n_2}$ , равной произведению обоих изменений, умноженному на общую обоим факторам долю эксплуатационного расхода и разделенному на произведение обоих коэффициентов влияния.

Приведем пример. Пусть имеются два фактора.

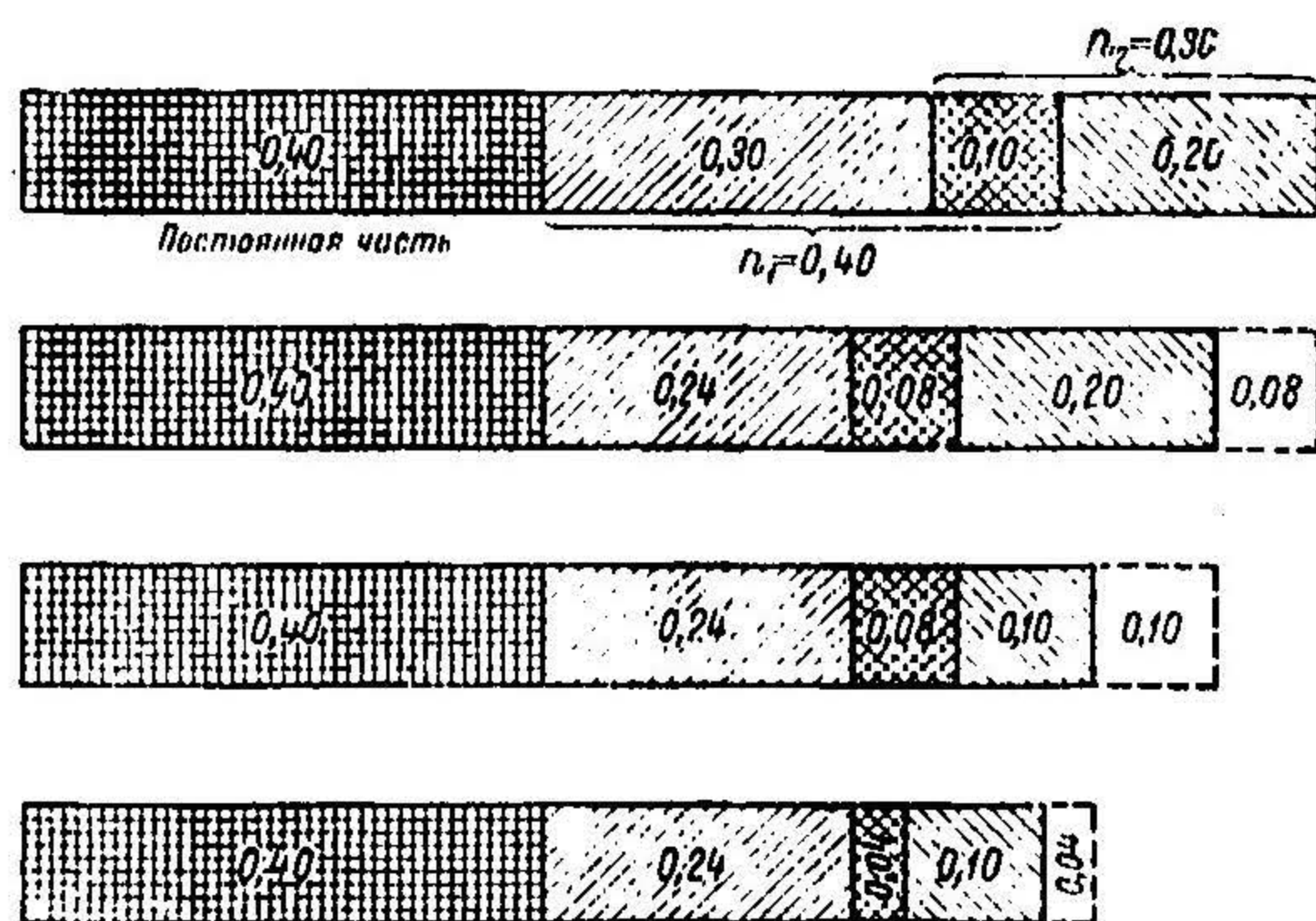
- 1 фактор, прямой, убывает на 20%;  $k_1 = -0,20$ , коэффициент влияния  $n_1 = 0,40$
- 2 „ обратный возрастает в 2 раза  $k_2 = +1,00$  коэффициент влияния  $n_2 = 0,30$ .

Общая доля воздействия на эксплуатационный расход  $n_0 = 0,10$ .

По формуле находим:

$$\Delta = -0,40 \cdot 0,20 - \frac{0,30 \cdot 1,00}{1 + 1,00} + 0,10 \cdot (-0,20) \left( -\frac{1,00}{2,00} \right) =$$

$$= -0,08 - 0,15 + 0,10 \cdot 0,20 \cdot 0,50 = -0,23 + 0,01 = -0,22.$$



Фиг. 11.

То же можно иллюстрировать графически (фиг. 11):

Как видно из диаграммы, после воздействия первого фактора и второго в его независимой части новый эксплуатационный расход будет 0,82 от прежнего, причем общая часть составит 0,08. После учета изменения второго фактора эксплуатационный расход уменьшится на величину

$\frac{0,08 + 1,0}{1,0 + 1,0} = 0,04$  и составит  $0,82 - 0,04 = 0,78$  от прежнего, т.е. общее уменьшение эксплуатационного расхода будет 22%. Рассмотрим величины ошибок, получаемых при пользовании приближенными формулами взамен выведенной нами точной формулы для подсчета изменения эксплуатационного расхода при совместном изменении двух факторов. Выведенная нами точная формула имеет следующий вид:

$$\Delta = n_1 r_1 + n_2 r_2 + n_0 r_1 r_2,$$

или

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + n_0 r_1 r_2,$$



или

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_1 \Delta_2 \frac{n_0}{n_1 n_2}.$$

Однако на практике обычно применяется исчисление совместного влияния двух факторов на эксплуатационные расходы путем суммирования изменения расходов под влиянием действия каждого из факторов по формуле

$$\Delta_x = \Delta_1 + \Delta_2 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (9)$$

или измененный эксплуатационный расход находится путем перемножения расходов, измененных под влиянием изолированного действия того и другого фактора, т.-е.

$$1 + \Delta_y = (1 + \Delta_1)(1 + \Delta_2),$$

откуда

$$\Delta_y = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_1 \Delta_2 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (9')$$

Применение и той и другой формулы дает ошибку в конечном результате.

При расчетах по первой формуле путем суммирования изменений эксплуатационного расхода получим:

$$\Delta_x = \Delta_1 + \Delta_2 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (9)$$

Абсолютная ошибка

$$\Delta_x - \Delta = -\Delta_1 \Delta_2 \frac{n_0}{n_1 n_2} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (10)$$

Относительная ошибка

$$\frac{\Delta_x - \Delta}{\Delta} = \frac{-\Delta_1 \Delta_2 \frac{n_0}{n_1 n_2}}{\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_1 \Delta_2 \frac{n_0}{n_1 n_2}}$$

или

$$\frac{\Delta_x - \Delta}{\Delta} = \frac{-1}{\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{\Delta_1 \Delta_2} \cdot \frac{n_1 n_2}{n_0} + 1},$$

так как

$$\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{\Delta_1 \Delta_2} \cdot \frac{n_1 n_2}{n_0} = \frac{n_1}{r_2 n_0} + \frac{n_2}{r_1 n_0},$$

то

$$\frac{\Delta_x - \Delta}{\Delta} = \frac{-r_1 r_2 n_0}{n_1 r_1 + n_2 r_2 + r_1 r_2 n_0} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (11)$$

При расчете по второй формуле путем умножения измененных расходов

$$\Delta_y = (1 + \Delta_1)(1 + \Delta_2) - 1,$$



или

$$\Delta_y = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_1 \Delta_2 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (9^1)$$

Абсолютная ошибка

$$\Delta_y - \Delta = \Delta_1 \Delta_2 - \Delta_1 \Delta_2 \frac{n_0}{n_1 n_2},$$

или

$$\Delta_y - \Delta = -\Delta_1 \Delta_2 \left( \frac{n_0}{n_1 n_2} - 1 \right) \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (10^1)$$

Относительная ошибка

$$\frac{\Delta_y - \Delta}{\Delta} = \frac{-\Delta_1 \Delta_2 \left( \frac{n_0}{n_1 n_2} - 1 \right)}{\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_1 \Delta_2 \frac{n_0}{n_1 n_2}},$$

или,

так как  $\Delta_1 = n_1 r_1$ ;  $\Delta_2 = n_2 r_2$ , то

$$\frac{\Delta_y - \Delta}{\Delta} = \frac{n_1 n_2 r_1 r_2 - r_1 r_2 n_0}{n_1 r_1 + n_2 r_2 + r_1 r_2 n_0} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (11^1).$$

Таким образом относительная ошибка будет при расчете по формуле  $\Delta_x = \Delta_1 + \Delta_2$ :

$$x = \frac{\Delta_x - \Delta}{\Delta} = \frac{-n_0 r_1 r_2}{n_1 r_1 + n_2 r_2 + n_0 r_1 r_2} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (11)$$

при расчете по формуле

$$\Delta_y = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_1 \Delta_2$$

$$y = \frac{\Delta_y - \Delta}{\Delta} = \frac{n_1 n_2 r_1 r_2 - n_0 r_1 r_2}{n_1 r_1 + n_2 r_2 + n_0 r_1 r_2} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (11^1).$$

Как видно из полученных значений относительных ошибок, в первом случае ошибка будет отрицательная, т.-е. правильное значение изменения эксплуатационного расхода будет больше, чем исчисленное по формуле  $\Delta_x = \Delta_1 + \Delta_2$ , во втором случае ошибка будет положительна, так как

$$n_1 n_2 r_1 r_2 - n_0 r_1 r_2 = r_1 r_2 (n_1 n_2 - n_0)$$

всегда будет больше нуля, т.-е. истинное значение величины  $\Delta$  будет меньше исчисленного по формуле  $\Delta_y = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_1 \Delta_2$ ; таким образом истинное значение величины  $\Delta$  заключается между значениями  $\Delta_x$  и  $\Delta_y$ :

$$\Delta_x < \Delta < \Delta_y.$$

Для того чтобы определить, какая из величин  $\Delta_x$  или  $\Delta_y$  ближе к истинному значению величины  $\Delta$ , надо определить, какое из абсолютных значений величин ошибок  $x$  или  $y$  ближе к нулю или, так



как знаменатель у них общий, какая из двух величин  $n_0 r_1 r_2$  или  $n_1 n_2 r_1 r_2 - n_0 r_1 r_2$  меньше. Если предположим, что

$$n_0 r_1 r_2 = n_1 n_2 r_1 r_2 - n_0 r_1 r_2,$$

то

$$2 n_0 r_1 r_2 = n_1 n_2 r_1 r_2$$

и

$$n_0 = \frac{n_1 n_2}{2} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (12).$$

Если же  $n_0 > \frac{n_1 n_2}{2}$ , то  $x > y$ , и значение  $\Delta$ , вычисленное по формуле  $\Delta_y = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_1 \Delta_2$ , ближе к истинному. Если же  $n_0 < \frac{n_1 n_2}{2}$ , то  $x < y$ , и к истине ближе значение  $\Delta$ , вычисленное по формуле  $\Delta_x = \Delta_1 + \Delta_2$ .

Более часто на практике встречается первый случай, когда  $n_0 > \frac{n_1 n_2}{2}$ . Следовательно, в общем случае расчет по формуле  $\Delta_y = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_1 \Delta_2$  более точен, чем расчет по формуле  $\Delta_x = \Delta_1 + \Delta_2$ .

Для суждения о возможной величине относительной ошибки  $x$  или  $y$  зададимся обычно встречающимися величинами входящих в формулы для  $x$  и  $y$  величин.

Очевидно, что практически наибольшим значением величин  $r_1$  и  $r_2$  будет единица, отвечающая увеличению прямого фактора вдвое.

Подставляя в формулы для  $x$  и  $y$  значения  $r$ , равные единице, получим предельные значения относительных ошибок в виде:

$$x_1 = \frac{1 - n_0}{n_1 + n_2 + n_0}; \quad y_1 = \frac{n_1 n_2 - n_0}{n_1 + n_2 + n_0}.$$

Наибольшие значения  $n_1$  и  $n_2$  очевидно равны единице, но на практике обычно составляют около 0,5:

при  $n_1 = 1,0$  и  $n_2 = 1,0$  получим

$$x_2' = \frac{1 - n_0}{2 + n_0}, \quad y_2' = \frac{1 - n_0}{2 + n_0};$$

при  $n_1 = 0,5$  и  $n_2 = 0,5$

$$x_2'' = \frac{1 - n_0}{1 + n_0}, \quad y_2'' = \frac{0,25 - n_0}{1 + n_0};$$

при  $n_1 = 0$  и  $n_2 = 0$

$$x_2''' = -1, \quad y_2''' = -1.$$

Отсюда видно, что при предельных значениях  $r_1$  и  $r_2$ , равных единице, чем меньше коэффициенты влияния, тем относительная ошибка



ТАБЛИЦА 3.

Распределение эксплуатационных расходов по сети в 1926/27 г. по измерителям  
(в процентах от эксплуатационного расхода).

№ по порядку	Наименование измерителей	По товарному движению				По пассажирск. движению	Всего
		Начал. и конечн. опер.	Манев. по товарн. движению	Перевоз. опер. по тов. движ.	Всего по товар. движ.		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тонно-км нетто . . . . .	—	—	0,10	0,10	—	0,10
2	Осе-км вагонов тов. парка . . . . .	—	—	6,20	6,20	—	6,20
3	Поездо-км тов. движения . . . . .	—	—	1,70	1,70	—	1,70
4	Паровозо-км тов. паровозов . . . . .	—	—	5,10	5,10	—	5,10
5	Паровозо-часы тов. паровозов . . . . .	—	—	2,20	2,20	—	2,20
6	Человечно-часы в товарных поездах . . . . .	—	—	7,96	7,96	—	7,96
7	Осе-часы наличных вагонов тов. парка . . . . .	0,46	—	2,66	3,12	—	3,12
8	Тонно-км механической работы . . . . .	—	—	14,19	14,19	5,23	19,42
9	Погруженные и выгруженные вагоны . . . . .	2,98	—	—	2,98	—	2,98
10	Переработанные отправки . . . . .	1,84	—	—	1,84	—	1,84
11	Тонны, погруженные и выгруженные средствами дороги . . . . .	2,20	—	—	2,20	—	2,20
12	Маневровые паровозо-км тов. движ. . . . .	—	4,08	—	4,08	—	4,08
13	Пассажиро-км . . . . .	—	—	—	—	0,25	0,25
14	Осе-км пассажирских вагонов . . . . .	—	—	—	—	3,23	3,23
15	Поездо-км пассажирского движения . . . . .	—	—	—	—	0,95	0,95
16	Паровозо-км пассажирских паровозов . . . . .	—	—	—	—	2,41	2,41
17	Паровозо-часы пассажирских паровозов . . . . .	—	—	—	—	0,82	0,82
18	Человечно-часы в пассажирских поездах . . . . .	—	—	—	—	3,45	3,45
19	Осе-часы пассажирских вагонов . . . . .	—	—	—	—	1,18	1,18
20	Отправленные пассажиры . . . . .	—	—	—	—	0,74	0,74
21	Эксплуатационная длина . . . . .	1,06	0,72	3,12	4,90	1,41	6,31
22	Приведенная длина . . . . .	1,29	0,69	6,92	8,90	3,12	12,02
23	Площадь зданий . . . . .	0,40	0,36	2,24	3,00	1,00	4,00
24	Постоянный расход . . . . .	0,86	0,49	4,40	5,75	1,99	7,74
Всего . . . . .		11,09	6,34	56,79	74,22	25,78	100,00

Приведенные в таблице 3 процентные доли расходов дают возможность определить, сколько процентов эксплуатационного расхода связано с тем или иным измерителем.







Эта формула вполне пригодна для пользования в тех случаях когда величина  $\gamma$  — отношение поездного пробега паровозов к общему может быть принято постоянной. Если величина  $\gamma$  зависит от рассматриваемого нами фактора, то зависимость между поездо-километрами и паровозо-километрами приходится уточнить.

В общем виде эта зависимость может быть представлена в виде равенства:

$$\Sigma MS = \Sigma NTL + \Sigma MS_{\text{од. пр.}} + \Sigma MS_{\text{дв. т.}} + \Sigma MS_{\text{подт.}} + \Sigma MS_{\text{ман.}}$$

Одиночный пробег паровозов может быть разбит на две части, причем большая часть, которую можно назвать неизбежным одиночным пробегом, вызывается различным числом поездов в прямом и обратном направлениях; другая же часть, часто называемая вредным одиночным пробегом, является следствием засылки паровозов под поезда.

По данным за 1926/27 г. распределение общего числа паровозо-километров по всей сети железных дорог СССР представляется в следующем виде:

ТАБЛИЦА 4.

Распределение пробега паровозов по сети в 1926/27 г.

В и д д в и ж е н и я	Миллионы паровозо-километров	Процент от итога по каждому виду движения	То же без маневрового пробега	Процент эксплуатацион. расхода, связанный с пробегом
<b>А. Пассажирское движение.</b>				
1. В поездах . . . . .	110,7	90,2	—	2,17
2. В одиночном следовании . . . . .	1,5	1,2	—	0,03
3. В подталкивании и двойной тяге . . . . .	0,5	0,4	—	0,01
4. На маневрах . . . . .	10,0	8,2	—	0,20
<b>В с е г о . . . . .</b>	<b>122,7</b>	<b>100,0</b>	<b>—</b>	<b>2,41</b>
<b>Б. Товарное движение.</b>				
1. В поездах . . . . .	191,4	67,2	84,0	4,29
2. В одиночном следовании . . . . .	27,7	9,7	12,2	0,62
3. В подталкивании и двойной тяге . . . . .	8,7	3,1	3,8	0,19
4. На маневрах . . . . .	56,9	20,0	—	—
<b>В с е г о . . . . .</b>	<b>284,7</b>	<b>100,0</b>	<b>—</b>	<b>—</b>
<b>Всего без маневровой работы . . .</b>	<b>227,8</b>	<b>—</b>	<b>100,0</b>	<b>5,10</b>



При составлении таблицы принято, что на пассажирское движение приходится 5% одиночного пробега, 5% двойной тяги и подталакивания и 15% маневрового пробега. Горячий резерв исключен, так как он по существу относится к паровозо-часам, а не паровозо-километрам, к которым он условно относится по существующей отчетности.

Паровозо-километры маневрового пробега выделены в таблице 3 в качестве особого измерителя и в приведенной выше таблице исключены. В таблицу не включен также пробег в служебном и в хозяйственном движении, являющийся накладным расходом для пассажирского и товарного движения.

Как видно из таблицы, с одиночным пробегом в товарном движении связано 0,62% от эксплуатационного расхода. Из 27,7 миллионов паровозо-километров одиночного пробега в товарном движении на пробег неизбежный приходится около 15,8 миллионов. Цифра эта получается как разность между пробегами поездов в груженом направлении 97,2 миллиона и пробега в порожнем направлении, равняется  $194,9 - 16,3 - 97,2 = 81,4$  миллионов, где 194,9 — общий пробег поездов товарного воинского движения и 16,3 — пробег поездов товаро-пассажирских. Таким образом, с неизбежным одиночным пробегом связано 0,35% от эксплуатационного расхода, а с вредным одиночным пробегом — 0,27%.

Чтобы получить количество тонно-километров механической работы товарных поездов брутто, нужно количество тонно-километров нетто умножить на число тонн брутто, приходящихся на 1 тонну нетто и на среднее эквивалентное сопротивление одной тонны ( $w$ ). Тогда получим механическую работу равной:

$$\Sigma F L = \frac{p+q}{p} w \Sigma p l \dots \dots \dots (17)$$

Здесь  $q$  — средняя динамическая тара на ось в обоих направлениях.

Если исходить из измерителей груженого направления, то в последнее выражение следует подставить

$$\Sigma p l = (1 + \mu) \Sigma p l_{\text{гр}}; \dots \dots \dots (18)$$

где  $\mu$  — так называемый коэффициент равномерности грузооборота по направлениям, выражаемый отношением тонно-километров нетто порожнего направления к тонно-километрам нетто груженого направления. Величину средней динамической нагрузки следует в этом случае заменить выражением зависимости ее от средней динамической нагрузки груженого направления

$$p = 0,5 p_{\text{гр}} (1 + \mu) \dots \dots \dots (19)$$







Распределение общего числа паровозо-часов по сети в 1926/27 г. приведено в следующей таблице:

ТАБЛИЦА 5.

Распределение паровозо-часов в 1926/27 г. по сети.

Вид движения	Миллионы паровозо-часов	Процент от итога по каждому виду движения	Процент от итога по каждому виду движения без маневрового пробега	Процент эксплуатационного расхода, связанный с пробегом
<b>А. Пассажирское движение.</b>				
1. В поездах . . . . .	3,69	28,8	—	0,24
2. В одиночном пробеге . . . . .	0,05	0,4	—	0,00
3. В подталкивании и двойной тяге .	0,02	0,2	—	0,00
4. На маневрах . . . . .	2,00	15,6	—	0,13
5. В горячем резерве . . . . .	7,07	55,0	—	0,45
Всего . . . . .	12,83	100,0	—	0,82
<b>Б. Товарное движение.</b>				
1. В поездах . . . . .	14,24	—	50,76	1,12
2. В одиночном пробеге . . . . .	0,93	—	3,32	0,07
3. В подталкивании и двойной тяге	0,65	—	2,32	0,05
4. На маневрах . . . . .	11,38	—	—	—
5. В горячем резерве . . . . .	12,24	—	41,60	0,96
Всего . . . . .	39,46	—	—	—
Всего без маневров . . . . .	28,08	—	100,0	2,20

В таблице 3 маневровые паровозо-километры по товарному движению выделены в особый измеритель, вследствие чего в настоящей таблице они исключены.

Осе-часы вагонов наличного товарного парка найдутся подобным же образом из осе-километров путем деления их на уменьшенный в 24 раза среднесуточный пробег наличного вагона товарного парка, т.-е.

$$\Sigma nT = \frac{24 \Sigma ns}{s_n} = \frac{24 \Sigma pl}{ps_n} = \frac{48 \Sigma pl_{гр}}{p_{гр} s_n} . . . . . (26)$$

Для получения числа человеко-часов в товарных поездах следует число поездо-часов умножить на средний состав поездной бригады ( $r$ )



и на отношение общего времени работы бригады по времени их работы в поездах ( $\alpha$ ).

$$\Sigma r T = \frac{2 r \alpha \Sigma p l_{\text{гр}}}{p_{\text{гр}} m V_k} \dots \dots \dots (27)$$

Число погруженных и выгруженных вагонов может быть представлено в зависимости от количества погруженных и выгруженных тонн:

$$\Sigma n_{\text{гр}} + \Sigma n_{\text{в}} = (\Sigma p_{\text{гр}} + \Sigma p_{\text{в}}) p_{\text{ст}} \dots \dots \dots (28)$$

где  $p_{\text{ст}}$  — средняя статическая нагрузка одного вагона. Как известно, зависимость между статической и динамической нагрузкой выражается равенством:

$$p_{\text{ст}} = p \cdot \frac{l_{\text{ваг}}}{l_{\text{гр}}} \dots \dots \dots (29)$$

$l_{\text{ваг}}$  — средняя дальность пробега груженого вагона,

$l_{\text{гр}}$  — средняя дальность пробега одной тонны груза.

Подставив это выражение для количества погруженных и выгруженных вагонов, получим:

$$\Sigma n_{\text{гр}} + \Sigma n_{\text{в}} = (\Sigma p_{\text{гр}} + \Sigma p_{\text{в}}) p_{\text{ст}} \frac{l_{\text{в}}}{l_{\text{гр}}} = 0,5 p_{\text{гр}} (1 + \mu) \frac{l_{\text{ваг}}}{l_{\text{гр}}} (\Sigma p_{\text{гр}} + \Sigma p_{\text{в}}) \dots \dots (30)$$

Число тонн погруженных и выгруженных средствами железной дороги получится из общего числа погруженных и выгруженных тонн делением их на отношение общего числа переработанных тонн груза к числу тонн, переработанных средствами железной дороги ( $d$ )

$$\Sigma p_g = \frac{\Sigma p_{\text{гр}} + \Sigma p_{\text{в}}}{d} \dots \dots \dots (31)$$

Для получения числа переработанных товарных отправок (прибытие и отправление) следует число погруженных и выгруженных тонн поделить на средний вес одной отправки ( $g$ ) т.-е.

$$\Sigma R = \frac{\Sigma p_{\text{гр}} + \Sigma p_{\text{в}}}{g} \dots \dots \dots (32)$$

Паровозо-километры маневровой работы пайдутся из общего количества паровозо-километров умножением их на отношение маневрового пробега к общему. Обозначая эту последнюю величину через ( $\sigma$ ), получим для паровозо-километров маневровой работы следующее выражение:

$$\Sigma MS_{\text{ман.}} = \frac{2 \sigma \Sigma p l_{\text{гр}}}{p_{\text{гр}} m \gamma} \dots \dots \dots (33)$$



Этой зависимостью можно пользоваться при постоянстве отношения  $\sigma$ , числа паровозо-километров на маневрах к числу паровозо-километров в поездах. При более точных подсчетах является необходимым определить пробег паровозов на маневрах путем расчленения его на отдельные составные части и определения каждой составной части в отдельности. При этом общее число паровозо-километров маневрового пробега в соответствии с классификацией маневровой работы может быть представлено в виде суммы слагаемых:

пробега на маневрах сортировочных по расформированию поездов:		
"	"	" по формированию поездов
"	"	" безопасности
"	"	" по переформированию поездов
"	"	" грузовых
"	"	" хозяйственных
"	"	" промежуточных
"	"	" прицепки и отцепки
"	"	" вспомогательных.

Так как маневры, связанные с начальной и конечной операцией, в измеритель маневровых паровозо-километров не входят, то маневры грузовые, хозяйственные и по прицепке и отцепке должны быть из маневровой операции выключены. Остаются таким образом: а) маневры по расформированию, формированию, переформированию, безопасности и б) маневры промежуточные и вспомогательные. Маневры последних двух категорий по размеру маневрового пробега, на них падающего, играют незначительную роль; доминирующее же положение занимают маневры первых четырех категорий.

Единицами для маневров этих четырех категорий являются:

а) для маневров первой категории — число рассортированных вагонов, которое на больших сортировочных станциях можно принять числу прибывших вагонов, а на распорядительных станциях некоторой дробной доле числа прибывших вагонов;

б) для маневров 2 категории — число вагонов в сформированных поездах, которое может быть принято для крупных станций числу отправленных вагонов, а для распорядительных станций некоторой долей этого числа;

в) для маневров 3 категории — безопасности — число сформированных или отправленных поездов, которое с некоторым приближением может быть заменено числом сформированных, а для больших станций отправленных вагонов;

г) для маневров 4 категории — переформирование — число вагонов в переформированных поездах, которое может быть принято равным числу вагонов отправленных.

Таким образом общими для всех перечисленных 4 категорий маневров измерителями по каждой станции является число прибывших:



или отправленных вагонов, имея в виду что в общем случае эти величины, взятые за более или менее значительный период времени, равны между собою.

Если рассматривать маневровую работу в пределах всей дороги, то измерителем ее, если исключить маневры по начальной и конечной операции, может быть принята сумма вагонов, отправленных со всех распорядительных и сортировочных станций дороги —  $\Sigma n_c$ . Эта величина может быть представлена в виде

$$\Sigma n_c = \frac{2\Sigma ns}{c},$$

где  $2\Sigma ns$  — общее число вагоно-километров товарного парка по дороге и

$c$  — средневзвешенное расстояние между двумя сортировочными или распорядительными станциями.

Таким образом общее число паровозо-километров маневровой работы  $\Sigma MS_{\text{ман}}$  может быть представлено в виде:

$$\Sigma MS_{\text{ман}} = f \Sigma n_c = \frac{2f}{c} \Sigma ns;$$

где  $\Sigma ns$  — число километров пробега вагона товарного парка,

$f$  — маневровый пробег, необходимый для переработки одного прибывшего на станцию вагона,

$c$  — средне-взвешенное расстояние между сортировочной и распорядительной станцией дороги.

Для характеристики величины  $f$  можно связать ее с величиной коэффициента маневровой работы, выражаемой по существующей отчетности на сортировочных и распорядительных станциях числом вагонов, перерабатываемых в один маневровый паровозо-час, т.-е.

$$k = \frac{\Sigma n_c}{1/5 \Sigma MS_{\text{ман}}} = \frac{5\Sigma n_c}{\Sigma MS_{\text{ман}}},$$

следовательно, и

$$f = \frac{\Sigma MS_{\text{ман}}}{\Sigma n_c} = \frac{5}{k},$$

тогда

$$\Sigma MS_{\text{ман}} = \frac{10}{kc} \cdot \Sigma ns.$$

Таким образом полученная зависимость указывает, что число маневровых паровозо-километров прямо пропорционально числу выполненных осе-километров вагонов товарного парка и обратно пропорционально коэффициенту маневровой работы и среднему расстоянию между техническими станциями.



Подставляя в эту зависимость уже известное выражение для осе-километров пробега, получим:

$$\Sigma MS_{\text{ман}} = \frac{10 \Sigma pl}{p_{\text{кв}}}; \quad \text{или} \quad \Sigma MS_{\text{ман}} = \frac{20 \Sigma pl_{\text{гр}}}{p_{\text{гр}} \text{ кв}},$$

т.-е. число паровозо-километров маневрового пробега обратно пропорционально средне-динамической нагрузке вагона в груженом направлении, коэффициенту маневровой работы и среднему расстоянию между техническими станциями. Этой зависимостью и будем пользоваться в дальнейшем.

Если учесть произведенные нами уточнения в отдельных измерителях, то в таблице 3 придется внести некоторые изменения. В частности, измеритель паровозо-километров товарного движения распадется на два: поездо-километры и паровозо-километры остального пробега товарного движения; паровозо-часы товарного движения распадутся на поездо-часы и паровозо-часы остального пробега. После внесенных этих изменений таблица 3 получает следующий вид (см. табл. 6).

В приведенных рассуждениях допущены некоторые неточности. Так, например, неучтено влияние хозяйственных перевозок, число паровозов товарного движения приравнено к числу товарных паровозов, допущена пропорциональность числа поездо-часов к часам работы поездной бригады и т. д.

Уточнение полученных зависимостей возможно сделать без особых затруднений путем введения некоторых дополнительных коэффициентов в приведенных формулах и опущено нами для того, чтобы не затемнять методов и выводов работы.

Приведенные формулы дают возможность установить, с какими именно измерителями связаны те или иные интересующие нас характеристики.

Так, например, изменение длины линии отражается на изменении числа тонно-километров нетто, т.-е. влияет на все измерители, в которые входит число тонно-километров нетто.

Изменение предельного подъема влияет на состав поезда, т.-е. вызывает изменение числа поездо-километров, паровозо-километров, поездо-часов, паровозо-часов, осе-часов вагона товарного парка, человеко-часов в товарных поездах.

Подобным же образом может быть определено и влияние других характеристик на измерители работы железной дороги.

Зная процент расходов, связанных с каждым измерителем, можно оценить и влияние каждой характеристики на эксплуатационные расходы.

В следующих главах работы подобным же методом определено влияние на эксплуатационные расходы основных строительных характеристик, а именно длины и профиля линии.



ТАБЛИЦА 6.

Распределение эксплуатационных расходов по сети в 1926/27 г. по измерителям  
(в процентах от эксплуатационного расхода).

№ по порядку	Наименование измерителей	По товарному движению				По пассажирскому движению	Всего
		Начал и конеч. опер.	Манев. по товар. движению	Перевоз. опер. по тов. движению	Всего по товар. движению		
1	Тонно-километры нетто . . . . .	—	—	2,10	0,10	—	2,10
2	Осе-километры вагонов тов. парка . .	—	—	6,20	6,20	—	6,20
3	Поездо-километры тов. движения . . .	—	—	5,98	5,98	—	5,98
4	Паровозо-километров тов. паровозов в один пробег, подталкивании и двойной тяге . . . . .	—	—	0,82	0,82	—	0,82
5	Паровозо-часы тов. паровозов в один пробег, подталкивании и двойной тяге . . . . .	—	—	1,08	1,08	—	1,08
6	Поездо-часы тов. движения . . . . .	—	—	1,12	1,12	—	1,12
7	Человеко-часы в тов. поездах . . . .	—	—	7,96	7,96	—	7,96
8	Осе-часы наличных вагонов тов. парка	0,46	—	2,66	3,12	—	3,12
9	Тонно-километры механической работы	—	—	14,19	14,19	5,82	19,42
10	Погруженные и выгруженные вагоны .	2,98	—	—	2,98	—	2,98
11	Переработанные отправки . . . . .	1,84	—	—	1,84	—	1,84
12	Тонны, погруженные и выгруженные средствами дороги . . . . .	2,20	—	—	2,20	—	2,20
13	Маневровые паровозо-километры тов. движения . . . . .	—	4,08	—	4,08	—	4,08
14	Пассажиры-километры . . . . .	—	—	—	—	0,25	0,25
15	Осе-километры пассажирских вагонов .	—	—	—	—	3,23	3,23
16	Поездо-километры пассажирского движения . . . . .	—	—	—	—	3,12	3,12
17	Паровозо-километры одиночного и маневрового пробега пассажирских паровозов . . . . .	—	—	—	—	0,24	0,24
18	Паровозо-часы пассажирских паровозов	—	—	—	—	0,82	0,82
19	Человеко-часы в пассажирских поездах	—	—	—	—	3,45	3,45
20	Осе-часы пассажирских вагонов . . . .	—	—	—	—	1,18	1,18
21	Отправленные пассажиры . . . . .	—	—	—	—	0,74	0,74
22	Эксплуатационная длина . . . . .	1,06	0,75	3,12	4,90	1,41	6,31
23	Приведенная длина . . . . .	1,29	0,69	6,92	8,90	3,12	12,02
24	Площадь зданий . . . . .	0,40	0,36	2,24	3,00	1,00	4,00
25	Постоянный расход . . . . .	0,86	0,49	4,40	5,75	1,99	7,74
Всего . . . . .		11,09	6,34	56,79	74,22	25,78	100,00



## ГЛАВА IV.

### Влияние длины линии на эксплуатационные расходы.

Основным вопросом при установлении влияния длины эксплуатационные расходы является определение коэффициента влияния длины, т.-е. доли, связанной с длиной эксплуатационных расходов. Несмотря на важность установления этого коэффициента, вопрос этот не может считаться вполне ясным. Если мы обратимся к данным разных исследователей, то окажется, что полученные ими цифры довольно разнообразны.

По данным Уэбба, приведенным в его книге „Экономика железных дорог“, небольшие изменения длины характеризуются коэффициентом влияния 0,3324, а большие изменения длины коэффициентом — 0,4898. Большим изменением длины Уэбб считает изменение в несколько километров. „Если рассматривается вопрос о совершенно новом варианте для участка около 100 км, — говорит Уэбб, — то расходы по перевозке грузов по каждому из вариантов будут почти пропорциональны их длине“. Таким образом Уэббом приводятся 3 коэффициента влияния длины: 0,33, 0,49, 1,00.

В работе проф. К. Н. Капкина „Экономика изысканий железных дорог“ для небольших изменений длины применяется коэффициент влияния 0,3309; для больших изменений длины проф. Капкин, подобно Уэббу, принимается также коэффициент влияния равный 0,50. При этом во втором случае проф. Капкин считает, что число станций также изменяется. При очень больших изменениях длины, в соответствии с мнением Уэбба, проф. Капкин считает изменяющимися полностью все расходы, пропорциональные длине, т.-е. принимает коэффициент пропорциональности равный 1,00.

Проф. Антоконенко дает для небольших изменений длины коэффициент влияния, равный 0,3199, а для больших изменений, но при сохранении того же числа станций, — 0,3747.

Таким образом исследования Уэбба, К. Н. Капкина, и Антоконенко дают весьма близкие между собою цифры для коэффициента влияния длины: около 0,33 — при небольших изменениях длины, около 0,50 — при больших изменениях длины и около 1,00 — для значительных изменений длины, отвечающих новому варианту железнодорожной линии.

Эти выводы встретили резкую критику Б. М. Максимовича и М. М. Протодяконова<sup>1</sup>, считающих, что эти выводы идут вразрез с прямой очевидностью, так как, по словам Б. М. Максимовича и М. М. Протодяконова, „протяжение полотна и верхнего строения, пробеги поездов, паровозов и вагонов, а при тех же условиях про-

<sup>1</sup> Б. М. Максимович и М. М. Протодяконов — „Исследование эксплуатационных расходов железных дорог“. Труды Московского института инженеров транспорта. Вып. IX. Москва. 1928 г.



фия — время хода и затрата топлива, т.-е. то, что определяет  $\frac{9}{10}$  всех эксплуатационных расходов, возрастает пропорционально длине". „Только расходы, — пишут Б. М. Максимович и М. М. Протодьяконов, — связанные с приемом и получением грузов, с посадкой и высадкой пассажиров, а равно по производству маневров и сортировочной работе остаются независимыми от длины. Но таких расходов самая малая доля".

Избранный нами метод анализа дает возможность разобраться в этом спорном вопросе и установить правильный взгляд на степень влияния длины линии на эксплуатационные расходы.

Для общей ориентировки можно использовать данные таблицы 6.

Как видно из итога этой таблицы, 11,09% от эксплуатационного расхода (в 1926/27 г.) связано с начальной и конечной операцией, 6,34% — с маневровой работой по товарному движению, 56,79% — с перевозочной операцией по товарному движению и остальные 25,78% — с пассажирским движением.

Очевидно, как это признают и Б. М. Максимович и М. М. Протодьяконов, расходы по товарному движению в части, падающей на начальную и конечную операцию и на маневры, составляющие в сумме 17,43% от эксплуатационного расхода, не зависят от изменения длины. Подобно этому, не зависят от длины и соответствующие расходы по пассажирскому движению. Расходы эти в таблице 6 не выделены, так как работы по себестоимости перевозки в зависимости от дальности пробега груза и по себестоимости начальной и конечной операции<sup>1</sup> не имели целью исследование вопросов пассажирского движения. Примерная величина их может быть установлена на основании следующих соображений: начальная и конечная операция вместе

с маневрами составляют 
$$\frac{17,43 \cdot 100}{17,43 + 56,79} = 23,5\%$$
 от всего расхода по товарному движению. То же операции по пассажирскому движению должны составить меньший процент, так как объект перевозки — пассажиры (за исключением багажа) — не требует погрузки и выгрузки и хранения, и маневры по пассажирскому движению значительно более просты. Но, с другой стороны, средняя дальность пробега одного пассажира (около 100 км) в несколько раз менее средней дальности пробега одной тонны груза (около 600 км). Вследствие этого не будет большой ошибкой предположить, что начальная и конечная операции вместе с маневрами по пассажирскому движению охватят в 2 раза меньший процент расходов по пассажирскому движению, чем соответствующие операции по товарному движению. При этом

<sup>1</sup> П. А. Морщихин — „Себестоимость перевозки в зависимости от изменения дальности пробега груза“ — Сборник „Себестоимость перевозочных операций на железных дорогах“, часть II.

П. А. Морщихин и М. М. Стогов — „Стоимость начальной и конечной операции на железных дорогах“ — Сборник „Себестоимость перевозочных операций на железных дорогах“, часть I.



предположении начальная и конечная операции и маневры по пассажирскому движению составят около  $12\%$  от расхода пассажирского движения, или около  $0,12 \cdot 25,78 = 3\%$  от всего эксплуатационного расхода. Цифра эта может быть обоснована также следующими соображениями. Расходы, пропорциональные отправленным пассажирам и целиком входящие в начальную и конечную операции по пассажирскому движению, как видно из таблицы 6, составляют  $0,74\%$  от всего эксплуатационного расхода. Расходы, пропорциональные осечасам пассажирских вагонов, составляют  $1,18\%$ . Так как по примерным подсчетам около  $40\%$  от времени работы пассажирских вагонов издает на пробег в поездах и около  $60\%$  на простои в пунктах оборота, т.-е. на начальную и конечную операции, то из рассматриваемой группы расходов около  $0,6 \cdot 1,18 = 0,71\%$  от эксплуатационного расхода также должны быть отнесены на начальную и конечную операции. Считая, что маневры по пассажирскому движению, по скромному подсчету, отнимают  $10\%$  от пробега пассажирских вагонов и паровозо-часов пассажирских паровозов, на маневровую работу в пассажирском движении приходится отнести  $0,10 \cdot (3,23 + 0,82) = 0,05 \cdot 4,05 = 0,40\%$  от эксплуатационного расхода. Расходы по зданиям, по крайней мере, на  $75\%$  связаны с начальной и конечной операциями, это слагаемое дает  $0,75\%$  от эксплуатационного расхода. Таким образом  $0,75 + 0,71 + 0,40 + 0,75 = 2,60\%$  от всего эксплуатационного расхода следует непосредственно отнести к начальной и конечной операции и маневрам в пассажирском движении. К этому надо добавить часть расходов по пассажирскому движению, связанных с эксплуатационной и приведенной длиной и часть постоянного расхода.

Расходы по пассажирскому движению, связанные с эксплуатационной и приведенной длиной, постоянные, как видно из таблицы 4, составляют  $6,52\%$  от всего эксплуатационного расхода или  $20\%$  от всего расхода по пассажирскому движению.

Все прочие расходы составляют  $25,78 - 6,52 = 19,26\%$  от эксплуатационного расхода. Из этих  $19,26\%$  нами отнесено на начальную и конечную операцию и маневры около  $2,6\%$  от эксплуатационного расхода, или  $13,5\%$ . Ту же долю расходов на начальную и конечную операции и на маневры отнесем и из числа прочих расходов по пассажирскому движению, т.-е. из расходов пропорциональных эксплуатационной и приведенной длине и постоянных. Тогда общий процент расходов по пассажирскому движению, отнесенный нами на начальную и конечную операции и на маневры, составит  $2,60 + 0,135 \cdot 6,52 = 2,60 + 0,88 = 3,48\%$  от эксплуатационного расхода. С округлением эта доля расхода может быть принята в  $3\%$  от всего эксплуатационного расхода, как это было ориентировочно принято нами выше.

Таким образом на начальную и конечную операции и на маневры по обоим родам движения может быть отнесено около  $23,5 +$



$+3,0 = 26,5\%$  от всего эксплуатационного расхода. Остающиеся  $100 - 26,5 = 73,5\%$  падают на перевозочную операцию в товарном и пассажирском движении. Однако не все эти расходы пропорциональны длине. Как видно из таблицы 6, в числе расходов этой группы имеются расходы, пропорциональные площади зданий, в размере  $2,24\%$  по товарному движению и расходы постоянные в размере  $4,40\%$  по товарному движению, а также расходы по правлению дороги, которые лишь в малой степени будут изменяться при изменении длины. Следовательно, всего около  $67\%$  от всего эксплуатационного расхода могут изменяться при изменении длины линии.

Установлением этих  $67\%$  еще не исчерпывается задача определения влияния длины линии на эксплуатационные расходы. Действительно, изменение всех этих  $67\%$  эксплуатационного расхода будет происходить лишь при значительных изменениях длины, при которых изменяется не только число станций, станционный питат, но и оборудование по ремонту паровозов и вагонов, мастерских и т. д. Очевидно, что при незначительных изменениях длины часть из этих расходов, например, расходы по мастерским, часть расходов по ремонту подвижного состава, содержанию искусственных сооружений и пр., изменяться не будет. Вследствие этого при малых изменениях длины линии процент, связанный с длиной эксплуатационных расходов, т.-е. коэффициент влияния длины, должен быть несколько ниже. Примерная оценка этих неизменяющихся при малых изменениях длины линий расходов показывает, что они составляют около  $15 - 20\%$  от эксплуатационного расхода. Таким образом при незначительных изменениях длины линии коэффициент влияния длины должен быть около 0,50.

После этих примерных соображений перейдем к установлению коэффициента влияния длины линии на основе детального рассмотрения эксплуатационных расходов. При этом в соответствии со сказанным будем различать три степени удлинения линии, которые назовем тремя градациями<sup>1</sup> изменения длины:

1-я градация. — Длина изменяется незначительно.

В этом случае будем считать, что с изменением длины будут изменяться расходы по содержанию пути, по смазке вагонов, топливу, освещению и смазке паровозов, водоснабжению и ремонту подвижного состава.

2-я градация. — При изменении длины изменяется и число станций.

В этом случае, кроме перечисленных расходов, будем считать изменяющимися также расходы по содержанию служащих по осмотру вагонов, содержанию переводов, содержанию станционных служащих и технической части.

<sup>1</sup> Термин этот заимствован у А. Н. Фролова, применившего его к рассмотрению себестоимости перевозки. См. „Задача о себестоимости железнодорожных перевозок в ее довоенной и современной постановке“. Ленинград. 1924 г.



**3-я градация.** — Изменение длины значительно, при чем изменяется также число станций, а в некоторых случаях и число участков.

В этом случае будем считать пропорциональными изменению длины, в дополнение к перечисленным расходам, все расходы, пропорциональные пробегным и часовым измерителям, а также часть расходов, пропорциональных площади здания.

При подсчете коэффициента влияния длины на эксплуатационные расходы для каждой из трех рассмотренных градаций рассмотрим расходы, пропорциональные различным измерителям, в том порядке, в каком они приведены в таблице 6. При этом будем пользоваться табличками распределения расходов, пропорциональных отдельным измерителям, на составные части, построенными по данным нашей работы о зависимости себестоимости перевозки от дальности пробега груза.

#### 1. Расходы, пропорциональные тонно-километрам нетто.

Эти расходы, составляющие  $0,10\%$  от всего эксплуатационного расхода, как видно из таблицы 7, состояются главным образом из расходов по № 67—содержанию служащих по коммерческой части— в разморе  $0,05\%$  от всего эксплуатационного расхода, а также по № 75—грузовые документы— $0,04\%$ .

ТАБЛИЦА 7.

Состав расходов, пропорциональных тонно-километрам нетто.

Номера эксп. отчета	Наименование расхода	Процент от всего эксп. расхода
67	Содержание станционных служащих по коммерческой части . . . . .	0,05
71	Грузовые документы . . . . .	0,04
115	Расходы непредвиденные, чрезвычайные и временные . . . . .	0,01
	Всего . . . . .	0,10

Можно считать, что при изменении длины по первой градации никакого изменения в рассматриваемых расходах не произойдет.

При 2-й градации—изменения длины, т.-е. при изменении количества станций произойдет некоторое увеличение содержания станционных служащих по коммерческой части; однако это изменение будет весьма незначительно. К числу должностей, пропорциональных тонно-километрам нетто, в нашей работе о зависимости себестоимости перевозки от дальности пробега груза отнесены передаточные агенты, их помощники и приемщики и сдатчики поездов. С увеличением числа станций увеличиваются расходы по содержанию последней категории



агентов, составляющих всего 0,01% от эксплуатационного расхода, вследствие чего этой величиной можно пренебречь.

Аналогично этому, изменением рассмотренных расходов можно пренебречь и при определении коэффициента влияния длины по третьей градации. Таким образом при изменении длины по всем трем градациям, рассматриваемые расходы могут быть приняты неизменяющимися.

## 2. Расходы, пропорциональные осе-километрам вагонов товарного парка (6,20% от эксплуатационного расхода).

Состав этих расходов приведен в таблице 8.

ТАБЛИЦА 8.

Состав расходов, пропорциональных осе-километрам вагонов товарного парка.

Номера и отделы экспл. отчета	Наименование расхода	Процент от всего экспл. расхода
Отделы I—II	Правление дороги . . . . .	0,21
78—80	Управление службой тяги . . . . .	0,07
63—65	Управление службой эксплуатации . . . . .	0,03
91	Содержание служащих по осмотру вагонов . . . . .	0,24
92	Хранение и осмотр вагонов . . . . .	0,03
95	Смазка вагонов . . . . .	1,20
96	Содержание в чистоте вагонов . . . . .	0,10
97—103	Доля расходов по содержанию мастерских . . . . .	0,59
107—108	Ремонт вагонов . . . . .	3,55
Отделы VI—IX	Пользование подвижным составом, расходы непредвиденные, чрезвычайные, временные и по улучшению дороги . . . . .	0,18
	<b>В с е г о . . . . .</b>	<b>6,20</b>

При изменении длины по первой градации из числа рассматриваемых расходов следует учесть изменение расходов по смазке вагонов в размере 1,20% расхода, а также расходов по ремонту вагонов—3,55%, а всего—4,75% от эксплуатационного расхода. При изменении длины по второй градации можно считать изменяющимися те же расходы.

Для 3-й градации можно считать, что из числа рассмотренных расходов изменяются все расходы, кроме расходов по правлению дороги, управлениям отдельных служб, а также расходов непредвиденных, чрезвычайных временных и по улучшению дороги в размере 5,71% от всего эксплуатационного расхода.

## 3. Расходы, пропорциональные поездо-километрам товарного движения

Эти расходы составляют 1,70% от всего эксплуатационного расхода. Состав этих расходов виден из таблицы 9.



ТАБЛИЦА 9.

Состав расходов, пропорциональных поездо-километрам товарного движения.

Номера и отделы экспл. отчета	Наименование расходов	Процент от всего экспл. расхода
Отделы I—II	Правление дороги . . . . .	0,06
43	Содержание и возобновление инвентарного имущества по содержанию пути . . . . .	0,07
55	Содержание принадлежностей пути и станции . . . . .	0,03
56	Содержание переводов . . . . .	0,15
63—65	Управление службой эксплуатации . . . . .	0,01
66	Содержание станционных служащих по технической части . . . . .	0,72
75—77	Служба связи . . . . .	0,61
Отделы VI—IX	Непредвиденные и прочие . . . . .	0,05
	<b>В с е г о . . . . .</b>	<b>1,70</b>

Эта таблица получена путем расчленения расходов, пропорциональных поездо-км товарного движения в размере 1,70% от всего эксплуатационного расхода в соответствии с таблицей 4.

После произведенного нами в главе II расчленения паровозо-км товарного движения на паровозо-км в поездах товарного движения (поездо-км) и паровозо-км линейного пробега в товарном движении процент расходов, связанных с поездо-км увеличивается до 5,98% (таблица 4), и состав расходов, связанных с этим измерителем, получается следующий:

ТАБЛИЦА 10.

Состав расходов, пропорциональных поездо-километрам товарного движения.

Номера и отделы экспл. отчета	Наименование расходов	Пропорцион. поездо-км не- посредствен.	Отнесено из числа пропорц. паровозо-км	Всего про- порц. поездо- км
Отделы I—II	Правление дороги . . . . .	0,06	0,14	0,20
43	Содержание и возобновление инвентарного имущества по содержанию пути . . . . .	0,07	—	0,07
55	Содержание принадлежностей пути и станций . . . . .	0,03	—	0,03
56	Содержание переводов . . . . .	0,15	—	0,15
63—65	Управление службой эксплуатации . . . . .	0,01	0,02	0,03
66	Содержание станционных служащих по технической части . . . . .	0,72	—	0,72
75—77	Служба связи . . . . .	0,61	—	0,61
78—80	Управление службой тяги . . . . .	—	0,05	0,05
83	Отопление паровозов . . . . .	—	2,25	2,25
84—85	Освещение и смазка паровозов . . . . .	—	0,18	0,18
86	Чистка паровозов и промывка их котлов . . . . .	—	0,09	0,09
87—90	Водоснабжение . . . . .	—	0,15	0,15
97—103	Доля содержания в мастерских . . . . .	—	0,25	0,25
105	Ремонт товарных паровозов . . . . .	—	1,01	1,02
Отделы VI—IX	Непредвиденные и прочие . . . . .	0,05	0,13	0,18
	<b>В с е г о . . . . .</b>	<b>1,70</b>	<b>4,28</b>	<b>5,98</b>



При изменении длины по 1-й градации можно считать изменяющимися расходы по отоплению, освещению, чистке, смазке, водоснабжению и ремонту паровозов в размере 3,59% от эксплуатационного расхода.

Для второй градации, т.-е. при изменении числа станций, кроме указанных расходов, необходимо учесть изменение расходов по № 55 — содержание принадлежностей пути и станций, в размере 0,03%. Расходы по № 66 — содержание станционных служащих и технической части, следует считать неизменяющимися, так как расходы, пропорциональные длине пути, из этой категории расходов уже выделены, а остающиеся расходы связаны с расходами движения и обуславливаются не изменением длины, а изменением числа поездов. Подобно этому следует считать постоянными и расходы по службе связи, а также расходы по содержанию переводов.

Для 3-й градации, кроме перечисленных расходов в размере 3,72%, учтем изменение расходов по содержанию станционных служащих и расходов по службе тяги. Всего в размере 5,05% от всего эксплуатационного расхода.

#### 4. Расходы, пропорциональные паровозо-километрам товарных паровозов в подталкивании, двойной тяге и одиночном пробеге (0,82% от эксплуатационного расхода).

Состав этих расходов определится путем исключения из числа расходов, связанных с паровозо-км в поездах, присоединенных нами к расходам поездо-километровым.

ТАБЛИЦА III.

Состав расходов, пропорциональных паровозо-километрам одиночного следования, двойной тяги и подталкивания товарного движения (в процентах от всего эксплуатационного расхода).

Номера и отделы экспл. отчета	НАИМЕНОВАНИЕ РАСХОДОВ	Всего расходов пропорц. паровозо- км	В том числе отне- сено к поездо-км	Расходы, пропор- цион. паровозо-км одиноч. пробега подталкив. и двой- ной тяги
Отделы I—II	Правление дороги . . . . .	0,17	0,14	0,03
63—65	Управление службой эксплуатации . . .	0,02	0,07	0,01
78—80	„ „ тяги . . . . .	0,06		
83	Отопление паровозов . . . . .	2,68	2,25	0,43
84—85	Освещение и смазка паровозов . . . . .	0,22	0,18	0,04
86	Чистка паровозов и промывке их котлов .	0,11	0,09	0,02
87—90	Водоснабжение : . . . . .	0,18	0,15	0,03
97—103	Доля содержания мастерских . . . . .	0,30	0,25	0,05
105	Ремонт товарных паровозов . . . . .	1,21	1,02	0,19
Отделы VI—VIII	Непредвиденные и пр. . . . .	0,15	0,13	0,02
Всего . . . . .		5,10	4,28	0,82



При изменении длины по 1-й, 2-й и 3-й градациям будем считать изменяющимися расходы по отоплению паровозов, освещению, чистке, смазке, промывке котлов, водоснабжению и ремонту паровозов—всего в размере 0,71% от эксплуатационного расхода.

5. Расходы, пропорциональные поездо-часам товарного движения (1,12%) и паровозо-часам одиночного пробега подталкивания двойной тяги и горячего резерва (1,03% от эксплуатационного расхода).

Эти расходы могут быть получены путем распределения расходов, пропорциональных паровозо-часам, на две составные части. Состав этих расходов виден из следующей таблицы:

ТАБЛИЦА 12.

Состав расходов, пропорциональных поездо-часам и паровозо-часам товарных паровозов.

Номера и отделы экспл. отчета	НАИМЕНОВАНИЕ РАСХОДОВ	Процент от всего эксплуата- ционного расхода. Расходы пропорциональные		
		Паровозо- часам	Поездо- часам	Паровозо- часам од. проб. и горяч. резерва.
Отделы I—II	Правление дороги . . . . .	0,07	0,035	0,035
63—65	Управление службой эксплуатации . . . . .	0,01	} 0,02	0,01
78—80	„ „ тяги . . . . .	0,02		
83	Отопление паровозов . . . . .	0,99	0,50	0,49
84—85	Освещение и смазка паровозов . . . . .	0,33	0,02	0,01
86	Чистка паровоза и промывка котлов . . . . .	0,11	0,055	0,055
87—90	Водоснабжение . . . . .	0,09	0,045	0,045
97—103	Доля содержания мастерских . . . . .	0,65	0,33	0,32
105	Ремонт товарных паровозов . . . . .	0,16	0,08	0,08
Отделы VI—VIII	Непредвиденные и пр. . . . .	0,07	0,035	0,035
Всего . . . . .		2,25	1,12	1,08

При изменении длины линии по 1-й градации, т. е. при незначительных изменениях длины и сохранении числа станций, поездо-часы не будут возрастать пропорционально изменению длины, так как время стоянок на промежуточных станциях остается без изменения. Долю поездо-часов, изменяющуюся при изменении длины линии, можно определить следующим образом. При коммерческой скорости товарных поездов 13,4 км в час и средней длине участка в 120 км среднее



время следования поезда по участку составит  $\frac{120}{13,4} = 8,95$  часам. Время чистого хода при технической скорости в 20,9 км в час будет  $\frac{120}{20,9} = 5,75$  час., т.-е. 64% от общего времени следования поезда по участку. Этот процент поездо-часов и будем считать изменяющимся прямо пропорционально длине.

Паровозо-часы одиночного пробега, подталкивания двойной тяги и горячего резерва будут изменяться только в части, падающей на пробег (а не на горячий резерв), т.-е., по данным таблицы 5, в размере  $\frac{1,24}{2,20} \cdot 100 = 56\%$ . При изменении длины по 1-й градации и здесь необходимо выделить число паровозо-часов чистого хода, т.-е. учесть из этой величины 64%, т.-е. всего  $0,64 \cdot 56 = 37\%$  от общего числа паровозо-часов линейного пробега и горячего резерва.

После учета процента поездо-часов и паровозо-часов, изменяющихся при изменении длины, перейдем к изменению эксплуатационных расходов, связанных с рассматриваемыми измерителями.

При изменении длины по 1-й градации из числа рассматриваемых расходов следует учесть изменение расходов по № 83 — отопление паровозов в размере — 0,50%, пропорциональных поездо-часам товарного движения, и 0,49%, пропорциональных паровозо-часам линейного пробега и горячего резерва товарного движения, расходы по № 84 — 85 — на освещение и смазку паровоза в резерве — 0,02% и 0,01%, по № 86 — по чистке паровоза и промывке котлов — 0,055 и 0,035, №№ 87 — 90 — водоснабжение — 0,045% и 0,045%, по № 105 — ремонт товарных паровозов — 0,08% и 0,08%, а всего в размере 0,70% и 0,68%.

Для 2-й градации сохраним тот же процент изменяющихся расходов.

Для 3-й градации, подобно тому, как понималось выше, примем изменение всех расходов, кроме расходов по правлению и управлению служб и расходов непредвиденных и прочих, т.-е. в размере 1,03 и 1,00% от всего эксплуатационного расхода.

С учетом приведенных выше соображений об изменении измерителей при изменении длины следует считать изменяющимися:

при изменении длины по 1-й градации:

для расходов, пропорциональных поездо-часам . . . . .	0,70 · 0,64 = 0,45%
„ „ „ паровозо- „ . . . . .	0,68 · 0,37 = 0,25%

при изменении длины по 2-й градации:

для расходов, пропорциональных поездо-часам . . . . .	0,70%
„ „ „ паровозо- „ . . . . .	0,68 · 0,56 = 0,45%

при изменении длины по 3-й градации:

для расходов, пропорциональных поездо-часам . . . . .	1,03%
„ „ „ паровозо- „ . . . . .	1,00 · 0,56 = 1,56%



**6. Расходы, пропорциональные человеко-часам в товарных поездах**  
(7,96% от всего эксплуатационного расхода).

Состав этих расходов виден из следующей таблицы:

ТАБЛИЦА 13.

Состав расходов, пропорциональных человеко-часам в товарных поездах.

Номера и отделы экспл. отчета	НАИМЕНОВАНИЕ РАСХОДОВ	Процент от всего эксплоат. расхода
Отделы I—II	Правление дороги . . . . .	0,27
63—65	Управление службой эксплуатации . . . . .	0,04
72—74	Обслуживание поездов (кондукторские бригады) .	3,38
78—80	Управление службой тяги . . . . .	0,05
81—82	Тяга паровозов (паровозные бригады) . . . . .	3,98
Отделы VI—VIII	Непредвиденные и пр. . . . .	0,24
	Всего . . . . .	7,96

Изменение этого измерителя, подобно поездо-часам, не будет пропорционально изменению длины. Прежде всего необходимо учесть время на приемку и сдачу паровозов и состава бригадами. Считая это время равным 30% от поездо-дневной работы бригад, следует ввести поправочный коэффициент на поездную работу, равной 0,80. Кроме того, при изменении длины по 1-й градации следует считать переменным только время работы бригад на перегонах, т.-е. дополнительно ввести поправочный коэффициент 0,64, всего же  $0,80 \cdot 0,64 = 0,51$ .

Переходим к изменениям эксплуатационных расходов.

При изменении длины по 1-й градации из числа расходов, пропорциональных человеко-часам в товарных поездах, следует считать изменяющимся расходы по кондукторским и паровозным бригадам в размере 7,36% от всего эксплуатационного расхода. Тот же процент расхода следует принять для изменения длины по 2-й и 3-й градациям.

С учетом указанных выше поправочных коэффициентов, получаем следующий процент изменения расходов, связанных с человеко-часами в товарных поездах:

по 1-й градации  $7,36 \cdot 0,51 = 3,75\%$ ;

по 2-й и 3-й градациям  $7,36 \cdot 0,80 = 5,88\%$ .



7. Расходы, пропорциональные осе-часам наличных вагонов товарного парка (3,12<sup>0</sup>/<sub>0</sub> от всего эксплуатационного расхода).

Состав этих расходов виден из таблицы 14:

ТАБЛИЦА 14.

Состав расходов, пропорциональных осе-часам наличных вагонов товарного парка.

Номера и отделы экспл. отчета	НАИМЕНОВАНИЕ РАСХОДОВ	Процент от всего экспл. расхода
Отделы I—II	Правление дороги . . . . .	0,09
63—65	Управление службой эксплуатации . . . . .	0,01
78—80	Управление службой тяги . . . . .	0,03
91	Содержание служащих по осмотру вагонов . . . . .	0,01
97—103	Доля расходов по мастерским . . . . .	0,61
107	Ремонт вагонов товарного парка . . . . .	2,27
Отделы VI—VIII	Непредвиденные и пр. . . . .	0,10
	Всего . . . . .	3,12

Этот измеритель также не будет пропорционален длине. Учитывая, что в 1926/27 г. рабочий вагон находился в поездах лишь 24,6<sup>0</sup>/<sub>0</sub> от всего времени и что отношение рабочего парка к наличному составляло 73,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, а также, что время в пути составляет 64<sup>0</sup>/<sub>0</sub> времени следования в поезде, получим поправочный коэффициент, выражающий влияние длины на осе-часы наличных вагонов товарного парка, равным  $0,246 \cdot 0,732 \cdot 0,64 = 0,15$ .

При изменении длины по 1-й градации из числа перечисленных в таблице 9 расходов следует учесть изменение расходов по ремонту вагонов товарного парка в размере 2,27<sup>0</sup>/<sub>0</sub> от всего эксплуатационного расхода.

При изменении длины по 2-й градации к этому расходу следует добавить расход по содержанию служащих по осмотру вагонов в размере 0,01<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

При изменении длины по 3-й градации примем изменение всех расходов, кроме расходов непредвиденных и по правлению дороги и управлениям служб, в размере 2,89<sup>0</sup>/<sub>0</sub> от эксплуатационных расходов.

С учетом поправочного коэффициента изменение эксплуатационного расхода при изменении длины будет:

по 1-й градации	$2,27 \cdot 0,115 = 0,26^0/0$
„ 2-й „	$2,28 \cdot 0,115 = 0,26^0/0$
„ 3-й „	$2,89 \cdot 0,115 = 0,33^0/0$



8. Расходы, пропорциональные тонно-километрам механической работы  
(14,19% от всего эксплуатационного расхода).

Расходы эти являются наиболее крупными среди других рассматриваемых групп эксплуатационных расходов. Состав их виден из таблицы 15.

ТАБЛИЦА 15.

Состав расходов, пропорциональных тонно-километрам механической работы.

Номера и отделы эксплуатационного отчета	НАИМЕНОВАНИЕ РАСХОДОВ	Процент от всего эксплуатационного расхода	
		тов. движ.	пасс. движ.
Отделы I—II	Правление дороги . . . . .	0,48	0,17
43—57	Содержанию пути и искусственных сооружений . . . . .	5,19	1,55
63—65	Управление службой эксплуатации . . . . .	0,04	0,02
78—80	Управление службой тяги . . . . .	0,10	0,04
83	Отопление паровозов . . . . .	4,86	1,45
87—90	Водоснабжение . . . . .	0,36	0,11
97—103	Доля расходов по мастерским . . . . .	0,54	0,34
104	Ремонт пассажирских паровозов . . . . .	—	0,73
105	Ремонт товарных паровозов . . . . .	2,20	0,66
Отделы VI—VIII	Непредвиденные и прочие . . . . .	0,42	0,16
	Всего . . . . .	14,19	5,23

При изменении длины по 1-й и 2-й градациям следует учесть изменение расходов по содержанию пути и искусственных сооружений в размере 5,19%, по отоплению паровозов — 4,86%, по водоснабжению — 0,36%, по ремонту товарных паровозов — 2,20%, а всего в размере 12,61%. Из этого расхода надо исключить расход по содержанию искусственных сооружений и по предохранению их от подмывов всего в размере 0,12% от эксплуатационного расхода, в том числе по товарному движению — 0,09%. Тогда процент изменяющихся расходов по рассматриваемому измерителю при изменении длины по 1-й и 2-й градациям будет 12,52%.

При изменении длины по 3-й градации, как и ранее, будем считать изменяющимися все расходы, кроме расходов по отделам VI—VIII и по правлению и управлениям, в размере 13,12% от эксплуатационного расхода.



**9. Расходы, пропорциональные погруженным и выгруженным вагонам.**  
(2,98% от всего эксплуатационного расхода).

Так как мы предполагаем, что размеры работы дороги не меняются, то при изменении длины линии изменения рассматриваемых расходов не произойдет.

**10. Расходы, пропорциональные переработанным отправкам** (1,84% от всего эксплуатационного расхода).

Расходы эти при изменении длины линии изменяться не будут.

**11. Расходы, пропорциональные количеству тонн, нагруженных и выгруженных средствами дороги** (2,20% от всего эксплуатационного расхода).

И этот расход при изменении длины линии остается без изменения.

**12. Расходы, пропорциональные паровозо-километрам маневровой работы** (4,08% от всего эксплуатационного расхода).

ТАБЛИЦА 16.

**Состав расходов, пропорциональных маневровым паровозо-километрам товарного движения.**

Номера и отделы эксплуатационных отчетов	НАИМЕНОВАНИЕ РАСХОДОВ	Процент от всего эксплуата- ционного расхода
Отделы I—II	Правление дороги . . . . .	0,15
63—65	Управление службой эксплуатации . . . . .	0,02
66	Содержание стационарных служащих по технической части	0,89
75—77	Отдел связи . . . . .	0,16
78—80	Управление службой тяги . . . . .	0,03
81—82	Тяга поездов (паровозные бригады маневровые) . . . .	0,85
83	Отопление паровозов (маневровых) . . . . .	0,68
84—85	Освещение и смазка паровозов (маневровых) . . . . .	0,03
86	Чистка паровозов и промывка котлов их (маневровых) .	0,04
87—90	Водоснабжение . . . . .	0,04
91	Содержание служащих по осмотру вагонов . . . . .	0,01
95	Смазка вагонов . . . . .	0,04
97—103	Доля расходов по мастерским . . . . .	0,20
105	Ремонт товарных паровозов . . . . .	0,49
• 107	Ремонт товарных вагонов . . . . .	0,31
108	Исправление и возобновление осей, колес и бандажей .	0,02
Отделы VI—VIII	Непредвиденные и прочие . . . . .	0,12
	<b>Всего . . . . .</b>	<b>4,08</b>



При изменении длины линии по 1-й градации, очевидно, паровозо-километры маневровой работы возрастать не будут. При изменении длины линии по 2-й и 3-й градациям, т.-е. при изменении количества станций, очевидно, произойдет лишь иное распределение маневровой работы между станциями, вследствие чего примем расходы по маневровой работе при изменении длины также по 2-й и 3-й градациям постоянными.

**13. Расходы, пропорциональные тонно-километрам механической работы пассажирских поездов (5,23% от всего эксплуатационного расхода).**

Состав этих расходов виден из таблицы 15. При изменении длины по 1-й градации учтем изменение расходов по содержанию пути и искусственных сооружений в размере 1,55%, а после вычета расходов по искусственным сооружениям — 1,52%, по отоплению паровозов — 1,45% по водоснабжению — 0,11%, по ремонту товарных и пассажирских паровозов — 1,39%, а всего в размере — 4,47%. При изменении длины по 3-й градации примем изменение всех расходов, кроме расходов по правлению дороги, управлениям и по отделам VI—VIII, в размере 4,81% от эксплуатационного расхода.

**14. Расходы, пропорциональные пассажиро-километрам (0,25% от всего эксплуатационного расхода).**

Состав этих расходов приведен в таблице 17.

ТАБЛИЦА 17.

Состав расходов, пропорциональных пассажиро-километрам.

Номера и от- делы экспл. отчетов	Наименование расходов	Процент от всего экспло- атац. расхода
1 — II	Правление дороги . . . . .	0,01
67	Содержание станционных служащих коммерческой части . .	0,20
71	Пассажирские билеты и документы . . . . .	0,03
VI — IX	Непредвиденные и пр. . . . .	0,01
	Всего . . . . .	0,25

При изменении длины по 1-й градации все расходы будем считать неизменяющимися. При изменении длины 2-й градации будем считать изменяющимися расходы по служащим по коммерческой части в размере 0,20%. При изменении длины по 3-й градации считаем изменяющимися все расходы, кроме расходов по правлению дороги и по отделам VI — VIII, в размере 0,23%.



**15. Расходы, пропорциональные осе-километрам пассажирских вагонов**  
(3,23% от эксплуатационного расхода).

Состав расходов приведен в таблице 18.

ТАБЛИЦА 18.

Состав расходов, пропорциональных осе-километрам пассажирских вагонов.

Номера и от- делы экспл. отчета	Наименование расходов	Процент от всего экспло- атац. расхода
I — II	Правление дороги . . . . .	0,10
63—65	Управление службой эксплуатации . . . . .	0,02
78—80	Управление службой тяги . . . . .	0,04
91	Содержание служащих по осмотру вагонов . . . . .	0,05
92	Хранение и осмотр вагонов . . . . .	0,01
93—94	Освещение и отопление вагонов . . . . .	0,71
95	Смазка вагонов . . . . .	0,26
96	Содержание вагонов в чистоте . . . . .	0,18
97—103	Доля расходов по мастерским . . . . .	0,35
106	Ремонт пассажирских вагонов . . . . .	1,32
108	Возобновление и исправление осей, колес бандажей . . . . .	0,09
VI—IX	Непредвиденные и пр. . . . .	0,10
	Всего . . . . .	3,23

При изменении длины по 1-й градации будем считать изменяющимися расходы по освещению и отоплению вагонов в размере 0,71% по смазке вагонов в размере 0,26%, по ремонту — 1,32%, по колесам, осям и бандажам — 0,09%, по содержанию вагонов в чистоте — 0,18%, а всего 2,56% от эксплуатационного расхода.

При изменении длины по 2-й градации, кроме этих расходов следует считать изменяющимися расходы по содержанию служащих по осмотру — 0,05%, по хранению и осмотру вагонов — 0,01%, т.-е. всего 2,53% от эксплуатационного расхода.

При изменении длины по 3-й градации считаем изменяющимися все расходы, кроме расходов по правлению и управлениям отделов служб и по отделам VI — VIII, в сумме 2,97%.

**16. Расходы, пропорциональные осе-часы пассажирских вагонов** (1,18% от эксплуатационного расхода).

Состав этих расходов приведен в таблице 19.

ТАБЛИЦА 19.

Состав расходов, пропорциональных осе-часам пассажирских поездов.

Номера и от- делы экспл. отчета	Наименование расходов	Процент от всего экспло- атац. расхода
I — II	Правление . . . . .	0,04
63—65	Управление службой эксплуатации . . . . .	0,01
78—80	Управление службой тяги . . . . .	0,01
97—103	Доля расходов по мастерским . . . . .	0,22
106	Ремонт пассажирских вагонов . . . . .	0,87
VI—IX	Непредвиденные и пр. . . . .	0,03
	Всего . . . . .	1,18



При изменении длины по 1-й и 2-й градациям будем считать изменяющимися только расходы по ремонту в размере 0,87% от эксплуатационного расхода. При изменении расхода по 3-й градации процент изменяющихся расходов примем 1,09% (все расходы, кроме расходов по правлению, управлениям и по отделам VI—IX). Так как при изменении длины линии осе-часы пассажирских вагонов будут изменяться не полностью, а только в части, падающей на движение вагонов в поездах, то полученные проценты изменения эксплуатационных расходов при изменении длины линии подлежат уменьшению. По примерному подсчету из общего времени оборота пассажирского вагона около 40% падает на пробег в поездах. В соответствии с этим при изменении длины линии будет меняться следующий процент эксплуатационных расходов: при изменении по 1-й и 2-й градациям  $0,87 \cdot 0,40 = 0,35\%$ , при изменении по 3-й градации:  $1,09 \cdot 0,40 = 0,44\%$ .

#### 17. Расходы, пропорциональные поездо-километрам пассажирского движения (0,95% от эксплуатационного расхода).

Состав этих расходов виден из таблицы 20.

ТАБЛИЦА 20.

Состав расходов, пропорциональных поездо-километрам пассажирского движения.

Номера и отделы экспл. отчета	Наименование расходов	Процент от всего эксплуатационного расхода
I — II	Правление дороги . . . . .	0,05
43—57	Содержание пути и искусственных сооружений . . . . .	0,13
66	Содержание станционных служащих по технической части . . . . .	0,42
75—77	Отдел связи и электротехники . . . . .	0,34
VI—IX	Непредвиденные и пр. . . . .	0,03
	Всего . . . . .	0,95

Из данных, приведенных в таблице 4, видно, что значительная часть расходов, пропорциональных паровозо-километрам пассажирских паровозов, а именно 90,2% или 2,36% от всего эксплуатационного расхода, также может быть отнесена к расходам, пропорциональным поездо-километрам пассажирского движения. Данные о паровозо-километровых расходах приведены в таблице 21.



ТАБЛИЦА 21.

Состав расходов, пропорциональных паровозо-километрам и паровозо-часам пассажирских паровозов.

Номера и отделы экспл. отчета	Наименование расходов	Процент от всего экспл. расхода	
		Паровозо-километры	Паровозо-часы
1—II	Правление дороги . . . . .	0,08	0,03
63—65	Управление службой эксплуатации . . . . .	0,01	0,00
78—80	Управление службой тяги . . . . .	0,03	0,01
83	Отопление паровозов . . . . .	1,15	0,33
84—85	Освещение и смазка паровозов . . . . .	0,12	—
86	Чистка паровозов и промывка котлов . . . . .	0,06	0,03
87—90	Водоснабжение . . . . .	0,10	0,03
97—103	Доля расхода по мастерским . . . . .	0,16	0,07
104	Ремонт пассажирских паровозов . . . . .	0,48	0,24
105	Ремонт товарных паровозов . . . . .	0,15	0,06
VI—IX	Непредвиденные и пр. . . . .	0,07	0,02
Всего . . . . .		2,41	0,82

Если соединить 90,2% расходов паровозо-километровых, относящихся к паровозо-километрам в пассажирских поездах, с расходами собственно поездо-километровыми, то получим следующую таблицу.

ТАБЛИЦА 22.

Состав расходов, пропорциональных поездо-километрам пассажирского движения.

Номера и отделы экспл. отчета	Наименование расходов	Пропорцион. поездо-километрам непосредств.	Отнесено из числа расходов пропорцион. паровозо-километрам	Всего расходов пропорцион. поездо-километрам
1—II	Правление дороги . . . . .	0,03	0,07	0,10
43—57	Содержание пути и искусствен. сооружений . . . . .	0,13	—	0,13
63—65	Управление службой эксплуатации . . . . .	—	0,01	0,01
66	Содержание станц. служащих по техн. части . . . . .	0,42	—	0,42
75—77	Отдел связи и электротехники . . . . .	0,34	—	0,34
78—80	Управление службой тяги . . . . .	—	0,03	0,03
83	Отопление паровозов . . . . .	—	1,05	1,05
84—85	Освещение и смазка паровозов . . . . .	—	0,11	0,11
86	Чистка паровозов и промывка котлов . . . . .	—	0,05	0,05
87—90	Водоснабжение . . . . .	—	0,09	0,09
97—103	Расходы по мастерским . . . . .	—	0,14	0,14
104	Ремонт пассажирских паровозов . . . . .	—	0,43	0,43
105	Ремонт товарных паровозов . . . . .	—	0,13	0,13
IV—IX	Непредвиденные и пр. . . . .	0,03	0,06	0,09
Всего . . . . .		0,95	2,17	3,12



При изменении длины линии по 1-й и 2-й градациям будем считать переменными расходы по содержанию пути, отоплению, освещению, чистке, смазке и промывке паровозов, по водоснабжению и по ремонту паровозов в сумме 1,99% от эксплуатационного расхода. При изменении длины по 3-й градации считаем переменными все расходы, кроме расходов по правлению дороги и управлениям отдельных служб, в сумме 2,89% от эксплуатационного расхода.

**18. Расходы, пропорциональные паровозо-километрам одиночного и маневрового пробега по пассажирскому движению (0,24% от всего эксплуатационного расхода).**

ТАБЛИЦА 23.

**Состав расходов пропорциональных паровозо-километрам пассажирских паровозов**

Номера и отделы эксплуатаци- онного от- чета	Наименование расходов	Всего расхо- дов, propor- цион. парово- зо-километ- рам	В том чис- ле отнесено к поездо- километрам	Расходы, про- порцион. па- ровозо-кило- метрам оди- ночн. и ма- невр. пробега пасс. паровоз.
Отделы I—II,	Правление дороги . . . . .	0,08	0,07	0,01
63—65	Управление службой эксплуатации . . . . .	0,01	0,01	—
78—80	Управление службой тяги . . . . .	0,03	0,03	—
83	Отопление паровозов . . . . .	1,15	1,05	0,10
84—85	Освещение и смазка паровозов . . . . .	0,12	0,11	0,01
86	Чистка паровозов и промывка кот- лов . . . . .	0,06	0,05	0,01
87—90	Водоснабжение . . . . .	0,10	0,09	0,01
97—103	Доля расхода по мастерским . . . . .	0,16	0,14	0,02
104	Ремонт пассажирских паровозов . . . . .	0,48	0,43	0,05
105	Ремонт товарных паровозов . . . . .	0,15	0,13	0,02
Отделы VI— IX.	Непредвиденные и пр. . . . .	0,07	0,06	0,01
Всего . . . . .		2,41	2,17	0,24

Из общего числа рассматриваемых расходов, составляющих в сумме 0,29% от всего эксплуатационного расхода на маневровую работу, по пассажирскому движению падает 0,20% и на одиночный пробег в пассажирском движении — 0,04%. При изменении длины по 1-й и 2-й градациям будем считать изменяющимися лишь расходы, падающие на линейный пробег в сумме 0,04% от эксплуатационного расхода. При изменении длины по 3-й градации считаем переменными те же расходы.



# 19. Расходы, пропорциональные паровозо-часам пассажирского движения (0,82% от всего эксплуатационного расхода).

Эти расходы, как видно из таблицы 24, состоятся из расходов по паровозо-часам в поездах на маневрах и в горячем резерве.

Распределение их на доли, пропорциональные различным измерителям, приведено в следующей таблице:

ТАБЛИЦА 24.

Состав расходов, пропорциональных паровозо-часам пассажирских паровозов.

Номера и отделы эксплуатаци- онного от- чета	Наименование расходов	Всего расходов, пропорцион. па- ровозо-часам пассаж.	В том числе паровозо-часам		
			В поездах	На маневрах	Горяч. резерва
Отделы I—II	Правление дороги . . . . .	0,03	0,01	0,005	0,015
63—65	Управление службой эксплуатации . . . . .	0,00	—	—	—
78—80	Управление службой тяги . . . . .	0,01	—	—	0,01
83	Отопление паровозов . . . . .	0,33	0,09	0,06	0,18
84, 85	Освещение и смазка паровозов . . . . .	0,00	—	—	—
86	Чистка паровозов и промывка кот- лов . . . . .	0,03	0,01	—	0,02
87—90	Водоснабжение . . . . .	0,03	0,01	0,005	0,015
97—103	Доля расхода по мастерским . . . . .	0,07	0,02	0,01	0,04
104	Ремонт пассажирских паровозов . . . . .	0,24	0,07	0,04	0,13
105	Ремонт товарных паровозов . . . . .	0,06	0,02	0,01	0,03
Отделы VI— IX.	Непредвиденные и пр. . . . .	0,02	0,01	—	0,01
Всего . . . . .		0,82	0,24	0,13	0,45

При изменении длины по 1-й и 2-й градациям можно считать изменяющимися только расходы, падающие на паровозо-часы в поездах. Из этих расходов учтем изменение расходов по отоплению, освещению, смазке, чистке, промывке и ремонту паровозов и водоснабжению — всего 0,20% от эксплуатационного расхода. При изменении длины по 3-й градации будем считать изменяющимися все расходы, кроме расходов непредвиденных, по правлению дороги и управлениям служб и тяги всего 0,76% от эксплуатационного расхода. При изменении по 1-й градации необходимо учесть только время работы поездов на перегонах. Принимая его равным 80% от общего времени работы поездов, получим соответствующую долю расходов — 0,16% от эксплуатационного расхода.



**20. Расходы, пропорциональные человеко-часам в пассажирских поездах (3,45% от всего эксплуатационного расхода).**

Состав этих расходов приведен в таблице 25.

**ТАБЛИЦА 25.**

Состав расходов, пропорциональных человеко-часам в пассажирских поездах.

Номера и отделы эксплуатационного отчета	Наименование расхода	Процент от всего эксплуата- ционного расхода
Отделы I—II.	Правление дороги . . . . .	0,12
63—65	Управление службой эксплуатации . . . . .	0,02
72—74	Кондукторские бригады . . . . .	1,05
78—80	Управление службой тяги . . . . .	0,03
81—82	Паровозные бригады . . . . .	1,20
96	Содержание вагонов в чистоте . . . . .	0,93
Отделы VI—IX.	Непредвиденные и проч. . . . .	0,10
	<b>В с е г о . . . . .</b>	<b>3,45</b>

При изменении длины по 1-й и 2-й градациям будем считать изменяющимися расходы по кондукторским и паровозным бригадам, в сумме 2,25% от эксплуатационного расхода. При изменении длины по 3-й градации считаем изменяющимися все расходы, кроме расходов по отделам I—II и VI—IX, а также по №№ 63—65 и 78—80, в сумме 3,18% от всего эксплуатационного расхода. Однако, так как человеко-часы в поездах не полностью пропорциональны длине, то эти цифры должны быть уменьшены. Учитывая, что около 20% времени работы поездных и кондукторских бригад занято приемкой и сдачей паровоза и состава, приведенные цифры необходимо уменьшить в отношении 0,80. Кроме того, при изменении длины по 1-й градации следует считать изменяющимся лишь время работы бригад на перегонах, т.-е. ввести дополнительно поправочный коэффициент 0,80, таким образом, получим следующие проценты изменения рассматриваемых расходов при изменении длины:

по 1-й градации —  $2,25 \cdot 0,80 \cdot 0,80 = 1,44\%$ ,

„ 2-й „ —  $2,25 \cdot 0,80 = 1,80\%$ ,

„ 3-й „ —  $3,18 \cdot 0,80 = 2,54\%$ .



# 21. Расходы, пропорциональные эксплуатационной длине (6,31% от всего эксплуатационного расхода).

Состав расхода виден из таблицы 26.

ТАБЛИЦА 26.

Состав расходов, пропорциональных эксплуатационной длине.

Номера и отделы эксплуатаци- онного от- чета	Наименование расходов	Процент от всего эксплуатационного расхода				
		Начал. и конечн. опе- рация	Маневры	Перев. опе- рация	Пассажир. движение	Всего
Отделы I—II.	Правление . . . . .	0,00	0,02	0,10	0,05	0,17
63—65	Управление службой эксплуата- ции . . . . .	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04
66	Содержание станционных слу- жащих по технической ча- сти . . . . .	0,84	0,37	1,28	0,57	3,06
67	Содержание станционных слу- жащих по коммерческой ча- сти . . . . .	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05
75—77	Служба связи и электротех- ники . . . . .	0,12	0,29	1,11	0,65	2,17
78—80	Управление службы тяги . . .	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
87—90	Водоснабжение . . . . .	0,01	0,01	0,26	0,04	0,32
91	Содержание служащих по ос- мотру вагонов . . . . .	0,00	0,00	0,24	0,05	0,29
92	Хранение и осмотр вагонов . .	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02
Отделы VI— VIII.	Непредвиденные и пр. . . . .	0,03	0,02	0,09	0,04	0,18
	Всего . . .	1,06	0,72	3,12	1,41	6,31

При изменении длины по 1-й и 2-й градациям будем считать изменяющимися все расходы, приходящиеся на этот измеритель, за исключением расходов по отделам I—II, №№ 63—66, 78—80 и отделам VI—IX, из числа расходов по перевозочной операции и по пассажирскому движению в сумме 2,37% по всему эксплуатационному расходу. При изменении длины по 3-й градации будем считать переменными те же расходы.



## 21. Расходы, пропорциональные площади зданий (4,00% от эксплуатационного расхода).

Состав расхода виден из таблицы 27.

ТАБЛИЦА 27.

Состав расходов, пропорциональных площади зданий.

Номера и отделы экспл. отчета	Наименование расходов	Процент от всего эксплуатационного расхода				
		Нач. и кон. опер.	Ма- невры	Перев. опер.	Пас- сажир. дв.	Всего
Отделы I—II	Правление . . . . .	0,00	0,01	0,08	0,03	0,12
40—42	Управление службой пути . . .	0,00	0,00	0,03	0,02	0,05
43—57	Путевые расходы . . . . .	0,32	0,31	1,90	0,84	3,37
68	Содержание станционных помещений, садов, дворов и пр. .	0,07	0,03	0,16	0,08	0,34
Отделы VI—IX	Непредвиденные и пр. . . . .	0,01	0,01	0,07	0,03	0,12
В с е г о . . . . .		0,40	0,36	2,24	1,00	4,00

При изменении длины 1-й градации все расходы считать постоянными. При изменении длины по 2-й и 3-й градациям будем считать изменяющимися расходы по путевым зданиям, падающие на перевозочные операции и пассажирское движение в сумме 2,98% от эксплуатационного расхода.

## 22. Расходы, пропорциональные приведенной длине (12,02% от всего эксплуатационного расхода).

Состав этого расхода виден из таблицы 28.

ТАБЛИЦА 28.

Состав расходов, пропорциональных приведенной длине.

Номера и отделы экспл. отчета	Наименование расходов	Процент от всего эксплуатационного расхода				
		Нач. и кон. опер.	Ма- невры	Перев. опер.	Пас- сажир. дв.	Всего
Отделы I—II	Правление . . . . .	0,00	0,02	0,23	0,11	0,36
40—42	Управление службой пути . . .	0,02	0,01	0,10	0,04	0,17
43—57	Путевые . . . . .	1,11	0,53	6,34	2,86	10,84
68	Содержание станционных помещений, садов, дворов и пр. .	0,12	0,11	0,04	0,02	0,29
Отделы VI—IX	Непредвиденные и пр. . . . .	0,04	0,02	0,21	0,09	0,36
В с е г о . . . . .		1,29	0,69	6,92	3,12	12,02



Как видно из таблицы 28, основная масса этих расходов — путевые —  $10,84\%$ , остальные же расходы являются накладными.

В 1926/27 г. приведенная длина сети составляла 9 899 км, эксплуатационная длина — 75 753 км, или  $76,5\%$  от приведенной длины. Станционные пути составляли 28 743 км; переводя их по принятому эквиваленту 0,33, получим, что протяжение их составляет  $9,6\%$  от приведенной длины. Число переводов по сети было 102 977, а по эквиваленту (22 перевода считаются за 1 км) — 4 680 км, или  $4,7\%$  от приведенной длины. Остальные  $9,2\%$  от приведенной длины падают на второй путь, приведенный по эквиваленту 0,75. После установления этих соотношений можно все расходы, пропорциональные приведенной длине, разбить на 4 части: пропорциональные эксплуатационной длине, станционным путям, числу переводов и протяжению второго пути.

При этом на эксплуатационную длину будет падать  $76,5\%$  всех расходов, пропорциональных приведенной длине, на станционные пути —  $9,6\%$ , на переводы —  $4,7\%$  и на второй путь —  $9,2\%$ .

При изменении длины по 1-й градации будем считать изменяющимися расходы по перевозочной операции и пассажирскому движению, кроме расходов по отделам I—II, №№ 40—42 и отделам VI—IX, составляющие в сумме  $3,26\%$  от эксплуатационного расхода.

Учитывая только долю, падающую на эксплуатационную длину, следует считать переменными  $9,26 \cdot 0,765 = 7,09\%$  от эксплуатационного расхода.

При изменении длины по 2-й и 3-й градациям, кроме эксплуатационной длины, придется учесть расходы по станционным путям и переводам. Соответствующий процент изменения эксплуатационного расхода будет  $9,26/0,765 + 0,096 + 0,047 = 9,26 \cdot 0,908 = 8,40\%$ .

На основе приведенного рассмотрения эксплуатационных расходов может быть построена сводная таблица, указывающая, какой процент расхода, связанного с каждым из измерителей, будет изменяться при изменении длины линии (таблица 29).

Как видно из таблицы, при изменении длины линии по 1-й градации, т.-е. при незначительных изменениях длины, коэффициент влияния длины получается равным 0,47. По 2-й градации, т.-е. при изменении числа станций, коэффициент влияния будет равен 0,56 и при изменении длины на 3-й градации, т.-е. при больших изменениях длины — 0,63. Сопоставление полученных результатов с выводами Уэбба и проф. Кашкина показывают, что полученные цифры по 1-й градации значительно выше полученных этими исследователями. По 2-й градации полученная цифра также несколько выше. Произведенный нами подробный анализ в соответствии с ориентировочными подсчетами, сделанными в начале главы, показывает, что при изменении длины по 3-й градации ряд расходов, связанных исключительно с начальной, конечной и маневровой операцией, а именно количеством погруженных



ТАБЛИЦА 29.

## СВОДНАЯ ТАБЛИЦА

влияния изменения длины линии на эксплуатационные расходы.

№№ по пор.	Измерители	Процент эксплуатационного расхода, связанный с длиной при изменении длины линии по		
		1-й градации	2-й градации	3-й градации
1	Тонно-километры нетто . . . . .	0,00	0,00	0,00
2	Осе-километры вагонов товарного парка .	4,75	4,75	5,71
3	Поездо-километры товарного движения .	3,60	3,72	5,05
4	Паровозо-километры одиночного пробега двойной тяги и подталкивания товарных паровозов . . . . .	0,71	0,71	0,71
5	Паровозо-часы одиночного пробега, двойной тяги, подталкивания и горячего резерва товарных паровозов . . . . .	0,25	0,45	0,56
6	Поездо-часы товарного движения . . . . .	0,45	0,70	1,03
7	Человеко-часы в товарных поездах . . . .	3,75	5,88	5,88
8	Осе-часы наличных вагонов товарного парка . . . . .	0,26	0,26	0,33
9	Тонно-километры механической работы товарных поездов . . . . .	12,57	12,57	13,12
10	Паровозо-километры маневровой работы .	0,00	0,00	0,00
11	Тонно-километры механической работы пассажирских поездов . . . . .	4,47	4,47	4,81
12	Пассажиры-километры . . . . .	0,00	0,20	0,23
13	Осе-километры пассажирских вагонов . .	2,56	2,53	2,97
14	Осе-часы пассажирских вагонов . . . . .	0,35	0,35	0,44
15	Поездо-километры пассажирского движения . . . . .	1,99	1,99	2,89
16	Паровозо-километры пассажирских паровозов в одиночном следовании, двойной тяге и одиночном пробеге . . . . .	0,04	0,04	0,04
17	Паровозо-часы пассажирских паровозов .	0,16	0,20	0,76
18	Человеко-часы в пассажирских поездах .	1,44	1,80	2,54
19	Эксплуатационная длина . . . . .	2,37	4,22	4,22
20	Площадь зданий . . . . .	0,00	2,98	2,98
21	Приведенная длина . . . . .	7,09	8,40	8,40
В с е г о . . . . .		46,85	56,17	62,71

и выгруженных тонн, количеством отправок и числом отправленных пассажиров, а также расходы постоянные и расходы непредвиденные, чрезвычайные и временные, должны быть приняты не изменяющимися



и не влияющими на изменение длины. Вследствие этого коэффициент влияния длины по 3-й градации получается равным 0,63, между тем как Уэбб и проф. Кашкин, не производя подобного исследования, считают, что в этом случае пропорционально длине изменяются все или почти все эксплуатационные расходы.

Считая, что произведенное исследование, несмотря на детальное рассмотрение отдельных расходов, все же носит приближенный характер, примем коэффициент влияния длины на эксплуатационные расходы с округлением, а именно:

при изменении длины по 1-й градации (длина изменяется незначительно, число станций не меняется) — 0,47;

при изменении длины по 2-й градации (число станций изменяется) — 0,56;

при изменении длины по 3-й градации (длина изменяется значительно, вследствие чего может измениться число станций и участков) — 0,63.

Вследствие значительного расхождения полученных цифр с выводами проф. Кашкина, представляется интересным произвести сопоставление распределения эксплуатационных расходов на связанные с длиной линии и с нею не связанные по нашему расчету и по расчету К. Н. Кашкина. Так как К. Н. Кашкин разбирает лишь один случай изменения длины, а именно — незначительные изменения ее, то для сопоставления с результатами его исследования следует взять результаты нашего подсчета по 1-й градации изменения длины. Сопоставлению несколько затрудняется тем обстоятельством, что К. Н. Кашкин в своих таблицах исходит из среднего расхода за 1911—1913 годы, наши же расчеты произведены по данным 1926/27 г. Кроме того, распределение расходов у К. Н. Кашкина сделано по очередным номерам сметы Комиссии Глушинского, а в настоящем исследовании по довоенной форме эксплуатационного отчета, действовавшей в 1926/27 г. Сопоставление расходов сделано в таблице 30. В таблице 31 показано, как распределяется расход, изменяющийся при изменении длины по 1-й градации по отдельным номерам эксплуатационного отчета и по отдельным измерителям (таблица 30).

Как видно из таблицы, расходы по I и II отделам, как у К. Н. Кашкина, так и в настоящем исследовании, при незначительных изменениях длины (по 1-й градации) приняты неизменяющимися.

Процент изменяющихся расходов по III отделу, т.е. по Службе пути и зданий в обоих исследованиях принят, примерно, одинаковый: 12,67% — у К. Н. Кашкина и 13,79 — в нашей работе. Некоторая разница в распределении расходов имеет место в расходах отделов IV и V. У К. Н. Кашкина из числа расходов по IV отделу Службе движения и телеграфа (эксплоатации и связи) приняты изменяющимися лишь часть расходов по кондукторским бригадам и часть рас-



ТАБЛИЦА 30.

Сравнительная таблица влияния малых изменений длины линии на расходы эксплуатации по подсчету К. Н. Кашкина и настоящего исследования.

НАИМЕНОВАНИЕ РАСХОДОВ	Подсчет К. Н. Кашкина		Подсчет настоящего исследования	
	Величина расхода, в процентах от общей суммы	Процент изменяющихся расходов	Величина расхода, в процентах	Процент изменяющихся расходов
<b>Отделы I и II.</b>				
1. Расходы по Центральному и местному управлениям . . . . .	14,4	0	7,8	0,0
Итого по отделам I и II . . . . .	14,4	0	7,8	0,0
<b>Отдел III.</b>				
<b>Служба пути и зданий.</b>				
2. Управление службою . . . . .	1,4	0	1,4	—
3. Содержание личного состава по надзору за путем, квартирное довольствие, инвентарное имущество . . . . .	5,6	4,76		
4. Освещение пути, мостов и сигналов. Содержание и ремонт земляного полотна, откосов и канав . . . . .	0,5	0,43	19,3	13,79
5. Содержание и ремонт искусственных сооружений . . . . .	0,5	0,42		
6. Ремонт переездов в уровне рельсов . . . . .	0,1	0,09		
7. Заготовление балласта и шпал . . . . .	3,3	2,81		
8. Ремонт рельсов и скреплений . . . . .	2,6	2,21	3,5	—
9. Зимний ремонт пути . . . . .	1,8	1,35		
10. Содержание и ремонт принадлежностей пути и станций . . . . .	0,7	0		
11. Ремонт доков и пристаней . . . . .	0	0		
12. Содержание личного состава по надзору за зданиями . . . . .	0,3	0	22,8	13,79
13. Ремонт казарм, сторожевых домов, колодцев, жилых домов, на станциях, больниц, бань и пр. . . . .	1,2	0,60		
14. Ремонт пассажирских зданий, служб при них, пассажирских и товарных платформ . . . . .	0,7	0		
15. Ремонт паровозных сараев, мастерских, вагонных сараев и зданий водоснабжения . . . . .	0,3	0		
16. Ремонт всех прочих зданий на станциях, оград, дворов и т. д. Содержание и ремонт водопроводов . . . . .	1,3	0		
Итого по отделу III . . . . .	20,3	12,67	22,8	13,79



НАИМЕНОВАНИЕ РАСХОДОВ	Подсчет К. И. Кашкина		Подсчет настоящего исследования	
	Величина расхода, в процентах от общей суммы	Процент изменяющихся расходов	Величина расхода, в процентах	Процент изменяющихся расходов
<b>Отдел IV.</b>				
Расходы по службе движения и телеграфа.				
17. Содержание Управления службою	1,3	0	1,3	—
18. Содержание личного состава станционных служб и т. д. . . . .	13,40	0	10,6	1,90
19. Конвенционные штрафы . . . . .	0,3	0	—	—
20. Содержание личного состава службы поездов . . . . .	4,3	2,58	4,5	2,39
21. Содержание инвентарного имущества поездов . . . . .	0,1	0	0,1	—
22. Освещение поездов . . . . .	0,1	0		
23. Содержание личного состава и инвентаря телеграфов и телефонов	2,1	0	3,4	1,76
24. Телеграфные и телефонные линии и аппараты . . . . .	0,4	0,32		
Итого по отделу IV . . . . .	21,8	2,90	14,9	4,20
<b>Отдел V.</b>				
Расходы по Службе подвижного состава и тяги.				
25. Содержание Управления службою	1,3	0	2,2	6,0
26. Содержание личного состава по тяге поездов . . . . .	5,6	3,36	6,5	2,80
27. Содержание и возобновление инвентаря по тяге поездов и содержанию дежурных комнат . . . . .	0,3	0		
28. Отопление паровозов и премий . . . . .	15,2	6,84	12,6	10,63
29. Освещение, смазка и чистка паровозов и премий . . . . .	0,9	0,45	0,8	0,57
30. Снабжение паровозов водою . . . . .	1,0	0,45	1,2	1,10
31. Личный состав по содержанию вагонов . . . . .	0,6	0,36	0,6	0,29
32. Содержание вагонов, вагонных сараев и т. д. . . . .	0,2	0,72	2,8	1,66
33. Отопление и внутреннее освещение вагонов . . . . .	0,8	0,48	0,7	0,71
34. Хранение воин. приспособлений	0	0	0	0
35. Содержание больших и малых мастерских . . . . .	1,2	0	3,8	—
36. Содержание и возобновление инвентарного имущества, отопления и освещения мастерских	1,4	0		
37. Возобновление и исправление паровозов и тендеров . . . . .	0,6	2,81	7,2	5,54
38. Возобновление и исправление пассажирских вагонов . . . . .	2,53	0,51	2,3	1,67
39. Возобновление и исправление товарных вагонов . . . . .	4,27	1,54	5,9	3,90
40. Конвенционные штрафы . . . . .	0	0	0,0	—
41. Наем подвижного состава . . . . .	0,60	0		
Итого по отделу V . . . . .	43,5	17,52	46,6	28,86
Итого по отделам I—V . . . . .	100,0	33,09	97,1	46,85



ходов по телеграфным и телефонным линиям, всего в размере  $2,58 + 0,32 = 2,90\%$ . В настоящем исследовании из числа расходов этого отдела, кроме расходов по кондукторским бригадам, примерно в том же размере, как и у К. Н. Кашкина ( $2,39\%$ ), приняты изменяющимися расходы по службе связи в несколько большем проценте, вследствие того, что эти расходы в послевоенное время имеют больший удельный вес, чем в довоенное время, а также вследствие включения в число изменяющихся расходов также некоторой доли расходов по штату службы связи, неизменно изменяющихся при изменении длины линии.

Наибольшее различие в результатах рассматриваемых подсчетов обнаруживается в расходах по службе тяги (отдел V эксплуатационного отчета). Доля этих расходов в 1926/27 г. несколько больше, чем в 1911—1913 гг. Расходы по отоплению паровозов, по водоснабжению и по ремонту подвижного состава в настоящем исследовании приняты изменяющимися в большей доле, чем это принято К. Н. Кашкиным, в соответствии с тем, что расходы эти, как это показано анализом ряда исследований (Е. В. Михальцев, А. С. Чудов, автор настоящей работы и другие), в значительной своей доле зависят от измерителей пробега и времени работы: паровозо-километров, паровозо-часов, осе-километров вагонов и тонно-километров механической работы, которые, в свою очередь, прямо пропорциональны длине линии. Разница в определении процента расхода изменяющихся при изменении длины линии по отделу тяги, составляющая около  $11\%$  от эксплуатационного расхода, главным образом и создает различие в конечных результатах настоящего исследования и исследования К. Н. Кашкина. На основании ряда произведенных за последние годы аналитических работ по эксплуатационным расходам следует считать принятую нами зависимость тяговых расходов от измерителей отвечающей природе этих расходов; поэтому на выводы, полученные в результате на основе этого анализа, надо смотреть в современных условиях работы железных дорог как на более близкие к истине.



## Распределение расходов, изменяющихся при незначительных изменениях длины

Очередные номера и отделы эксплуатационного отчета	Процент эксплуатационного расхода	Процент эксплуатационного расхода, изменяющийся						
		Осе-взго- метры ваго- нов товарн. парка	Поездо-кило- метры товар- ного движе- ния	Паровозо-ки- лометры то- варного дви- жения	Поездо-часы товарн. дви- жения	Паровозо- часы товарн. паровозов	Человеко- часы в товар. поездах	Осе-часы ва- гонов товар. парка
Отделы I—II . . . . .	7,80	—	—	—	—	—	—	—
40—42 . . . . .	1,40	—	—	—	—	—	—	—
43—57 . . . . .	19,30	—	—	—	—	—	—	—
58—62 . . . . .	3,50	—	—	—	—	—	—	—
Всего по отделу III . . . . .	22,80	—	—	—	—	—	—	—
63—65 . . . . .	1,30	—	—	—	—	—	—	—
66 . . . . .	5,90	—	—	—	—	—	—	—
67 . . . . .	1,50	—	—	—	—	—	—	—
68 . . . . .	0,60	—	—	—	—	—	—	—
69—70 . . . . .	2,40	—	—	—	—	—	—	—
71 . . . . .	0,20	—	—	—	—	—	—	—
72—74 . . . . .	4,60	—	—	—	—	—	1,72	—
75—77 . . . . .	3,40	—	—	—	—	—	—	—
Всего по отделу IV . . . . .	19,90	—	—	—	—	—	—	—
78—80 . . . . .	2,20	—	—	—	—	—	—	—
81—82 . . . . .	6,50	—	—	—	—	—	2,03	—
83 . . . . .	12,60	—	2,25	0,43	0,32	0,18	—	—
84—85 . . . . .	0,40	—	0,18	0,04	0,01	—	—	—
86 . . . . .	0,40	—	0,09	0,02	0,04	0,02	—	—
87—90 . . . . .	1,20	—	0,15	0,03	0,03	0,02	—	—
91 . . . . .	0,60	—	—	—	—	—	—	—
92 . . . . .	0,10	—	—	—	—	—	—	—
93—94 . . . . .	0,70	—	—	—	—	—	—	—
95 . . . . .	1,50	1,20	—	—	—	—	—	—
96 . . . . .	1,20	—	—	—	—	—	—	—
97—103 . . . . .	3,80	—	—	—	—	—	—	—
104 . . . . .	1,50	—	—	—	—	—	—	—
105 . . . . .	5,70	—	1,02	0,19	0,05	0,3	—	—
106 . . . . .	2,30	—	—	—	—	—	—	—
107—108 . . . . .	5,90	3,55	—	—	—	—	—	0,26
Всего по отделу V . . . . .	46,60	—	—	—	—	—	—	—
Отделы VI—IX . . . . .	2,90	—	—	—	—	—	—	—
Всего . . . . .	100,0	4,75	3,69	0,71	4,45	0,25	3,75	0,26



при изменении длины для расходов, пропорциональных различным измерителям										
Тонно-килом. мех. работы товарных по- ездов	Тонно-килом. мех. работы пассажирск. поездов	Осе-кило- метры пас- сажирских вагонов	Осе-часы пасс. вагонов	Поездо-кило- метры пас- сажирского движения	Паровозо-ки- лометры пассажирск. паровозов	Паровозо- часы пасса- жирск. паро- воза	Человеко- часы на пас- сажирских паровозах	Эксплоата- ционная длина	Площадь зданий	В с е г о
5,10	1,52			0,13					7,04	13,79
										13,79
									0,05	0,05
							0,67	1,76		2,39 1,76
										4,20
4,86	1,45			1,05	0,02	0,07	0,77			2,80
0,36	0,11			0,11		0,01				10,63
				0,05		0,01		0,30		0,34
				0,09				0,29		0,23
		0,71						0,02		1,10
		0,26								0,29
		0,18								0,02
										0,71
	0,73									1,46
2,20	0,66			0,43	0,02	0,05				0,18
				0,13		0,02				0,00
		1,32	0,35							1,23
		0,09								4,30
										1,67
										3,90
										28,86
12,52	4,47	2,56	0,35	1,99	0,04	0,16	1,44	2,37	7,09	46,85



## ГЛАВА V.

### Влияние элементов профиля железнодорожной линии на эксплуатационные расходы по товарному движению.

Оценка влияния профиля железнодорожной линии на эксплуатационные расходы представляется сложной задачей.

Действительно, профиль линии, представляя собою чередование подъемов, скатов и площадок, прямых и кривых участков, с одной стороны, непосредственно влияет на вес поезда, сопротивление его движению и скорость движения и тем самым обуславливает ту или иную величину отдельных измерителей работы, связанных, в свою очередь, с эксплуатационным расходом. С другой стороны, профиль линии, определяя собою максимальный вес и наибольшую скорость движения поездов, может ограничивать пропускную способность линии, т.-е. требовать определенного размещения пунктов скрещения и обмена поездов, а при увеличении размеров движения может вызвать необходимость переустройства линии, усиление ее технического оборудования (открытие разъездов, блокпостов, введение автоматической блокировки) или усиления мощности подвижного состава, что также вызывает изменение эксплуатационных расходов.

В настоящем исследовании рассмотрена только первая задача — установления непосредственного влияния профиля на эксплуатационные расходы, т.-е. принято, что при изменении профиля пропускная способность линии остается достаточной для выполнения предъявляемых перевозок, и изменений в размещении остановочных пунктов не происходит.

Задача о влиянии профиля на эксплуатационные расходы, как и всякая задача о зависимости расхода от отдельных факторов, распадается на две составные части: установление влияния профиля на измерители работы железных дорог и определение зависимости между изменением измерителей и изменением эксплуатационных расходов.

При решении первой задачи можно исходить из установленных выше зависимостей измерителей от отдельных характеристик, вторая задача разрешается путем анализа приведенных в предыдущих главах таблиц, связывающих измерители с долями эксплуатационного расхода.

В настоящей главе влияние профиля рассмотрено только в отношении товарного движения. По пассажирскому движению произведены при помощи описанного метода подобные же подсчеты.

#### А. Влияние профиля линии на измерители работы железных дорог.

##### *а) Влияние отдельных факторов на измерители работы.*

Изучение влияния профиля на измерители работы показывает, что на величину измерителей оказывают воздействие следующие факторы, связанные с профилем линии: средний состав поезда, среднее



эквивалентное сопротивление и средняя коммерческая скорость поезда. Эти три фактора, как видно из главы III, непосредственно входят в формулы, определяющие собою значение измерителей работы железных дорог.

Средний состав поезда при заданном числе тонно-километров нетто определяет собою вместе со средней нагрузкой вагона число поездо-километров, а следовательно, и число поездо-часов, паровозо-километров, паровозо-часов и человеко-часов в поездах. Среднее эквивалентное сопротивление влияет прямо пропорционально на число тонно-километров механической работы, а средняя коммерческая скорость оказывает влияние на все измерители, связанные с временем, т.-е. на поездо-часы, паровозо-часы, человеко-часы в поездах и осе-часы вагонов товарного парка.

Схема влияния рассматриваемых трех факторов на измерители по товарному движению может быть представлена следующим образом:

ТАБЛИЦА 32.

Влияние отдельных факторов, связанных с профилем линии на измерители работы железных дорог по товарному движению.

№ по ряду	Наименование измерителей	Средний состав поезда	Среднее эквивалентное сопротивление	Средняя коммерческая скорость
1	Поездо-километры товарного движения.	Обратно пропорцион.	—	—
2	Паровозо - километры товарных пар. в од-ном пробеге, подталкив. и двойной тяге.	Обратно пропорцион.	—	—
3	Паровозо-часы товарного парка в од-ном пробеге, подталкив., двойной тяге и горячем резерве.	Обратно пропорцион.	—	Обратно пропорцион.
4	Поездо-часы товарного движения.	Обратн. пропор.	—	Обратн. пропор.
5	Человеко-часы в товарных поездах.	Обратно пропорцион.	—	Обратно пропорцион. в разм. 80%
6	Осе-часы наличных вагонов товарного парка.	—	—	Обратно пропорцион. в разм. 25%
7	Тонно - километры механической работы.	—	Прямо пропорц.	—

Приведенный в таблице процент влияния коммерческой скорости определен ниже.

Таблица 32 составлена на основании следующих соображений.

Влияние среднего состава поезда на поездо-километры, поездо-часы и человеко-часы состоит в обратной пропорциональности каждого из этих измерителей величине состава поезда. Более сложной является



зависимость от состава паровозо-километров и паровозо-часов в одиночном пробеге, двойной тяге, подталкивании и в горячем резерве.

Паровозо-километры одиночного пробега, составлявшие в 1926/27 г. по сети 27,7 миллионов, состоят из паровозо-километров неизбежного одиночного пробега, в размере 15,8 миллионов, т.-е. 57% и прочего одиночного пробега в размере 11,9 миллионов, или 43% (см. таблицу 4 и пояснения к ней в главе III). Из этой цифры 11,9 миллионов большая часть в размере 8,7 миллионов может быть отнесена на возвращение в одиночном пробеге паровозов, следовавших в подталкивании и двойной тяге. Таким образом на бесполезный (вредный) одиночный пробег в товарном движении может быть отнесено около 3,2 миллионов паровозо-километров или 12% от всего одиночного пробега в товарном движении. Так как с одиночным пробегом в товарном движении, как видно из таблицы 4, связано всего 0,62% от эксплуатационного расхода, а с паровозо-часами одиночного пробега 0,07% от этого расхода (см. таблицу 5), т.-е. сравнительно незначительная величина, то в пределах точности исследования вполне возможно не устанавливать зависимости отдельных составных частей этого пробега от профиля, а принять приближенно одиночный пробег пропорциональным пробегу поезвному. Тогда паровозо-километры одиночного пробега можно считать обратно пропорциональными среднему составу поездов, а паровозо-часы одиночного пробега — обратно пропорциональными и среднему составу и средней коммерческой скорости поездов.

Паровозо-километры в подталкивании и двойной тяге, как видно из таблиц 4 и 5, влияют на еще меньшие доли эксплуатационного расхода, а именно: паровозо-километры — на 0,19%, а паровозо-часы — на 0,05%. Вследствие этого влиянием этого рода пробега также можно пренебречь, приняв изменение паровозо-километров пропорциональным поездо-километрам и изменение паровозо-часов в этом виде движения — пропорциональным поездо-часам.

Паровозо-часы горячего резерва, связывающего около 1% эксплуатационного расхода и состоящие в значительной доле из простоя горячих паровозов в депо в ожидании поезда, могут быть с большим основанием приняты в нашем подсчете пропорциональными времени поездной работы паровозов, т.-е. обратно пропорциональными составу и коммерческой скорости поезда.

Паровозо-километры маневровой работы, как показано в главе III, можно считать зависящими от пробега вагонов, среднего расстояния между техническими станциями и среднего коэффициента маневровой работы. Таким образом этот измеритель можно считать независимым от изменения профиля линии.

Человеко-часы в товарных поездах, как отмечено в главе IV, обратно пропорциональны коммерческой скорости не полностью, а в доле, приходящейся на время работы бригад собственно в поездах. Считая, что на приемку и сдачу паровозов и составов брига-



дами затрачивается 20% от общего времени их работы, примем долю человеко-часов в поездах, изменяющуюся обратно пропорционально коммерческой скорости, равной 0,80 от общей величины этого измерителя.

Осе-часы наличных вагонов товарного парка, как показано в главе III, зависят от осе-километров пробега вагонов и среднесуточного пробега наличного вагона. Последняя величина может быть представлена в виде:

$$s_n = \frac{24d}{\frac{2a}{r} + b + \frac{1}{V_k}} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (40)$$

где  $s_n$  — среднесуточный пробег наличного вагона товарного парка

$d$  — отношение рабочего парка вагонов к наличному,

$a$  — средний простой вагона на одной станции загрузки или выгрузки,

$b$  — средний простой вагона на 1 км пробега на технических станциях (распорядительных и сортировочных),

$r$  — средний полный рейс вагона товарного парка,

$V_k$  — средняя коммерческая скорость товарных поездов.

Для 1926/27 года можно принять:

$a = 36$  часов,

$b = 0,145$  час. на км,

$r = 875$  км,

тогда  $\frac{2a}{r} + b = 0,227$  и среднесуточный пробег наличного вагона товарного парка

$$s_n = \frac{24d}{0,227 + \frac{1}{V_k}} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (41)$$

Так как коммерческая скорость в 1926/27 г. составляла 13,6 км в час, то, после подстановки этой величины, знаменатель последнего выражения обращается в  $0,227 + 0,074 = 0,301$ , а вся дробь — в величину

$$s_n = \frac{24d}{0,301} = 80d \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (42)$$

Здесь 80 — среднесуточный пробег рабочего вагона товарного парка в 1926/27 г., а  $80d$  с некоторым приближением — среднесуточный пробег наличного вагона товарного парка в том же году.

После подстановки выражения (40) в формулу для осе-часов наличных вагонов товарного парка (26) получим:

$$\Sigma nT = \frac{48 \Sigma p l_{гр}}{p_{гр}} \cdot \frac{\frac{2a}{r} + b + \frac{1}{V_k}}{24d} = \frac{2 \Sigma p l_{гр}}{p_{гр} d} \left( \frac{2a}{r} + b + \frac{1}{V_k} \right) \cdot \cdot \cdot (43)$$



Из этого выражения видно, что осе-часы наличных вагонов товарного парка могут быть разложены на два слагаемых, из которых только второе зависит от коммерческой скорости. Это второе слагаемое для 1926/27 г. составляет  $\frac{0,074}{0,301} \cdot 100 = 24,6\%$  от общего числа осе-часов наличных вагонов. Таким образом в нашем расчете можно принять, что осе-часы наличных вагонов товарного парка связаны с коммерческой скоростью в размере  $24,6\%$  или, с округлением,  $25\%$ . В течение 1927/28, 1928/29 и 1929/30 гг. это соотношение изменилось незначительно.

Приведенные соображения, сведенные в таблице 12, устанавливают связь между измерителями работы железной дороги и факторами, зависящими от профиля линии: средним составом поездов, средним эквивалентным сопротивлением и средней коммерческой скоростью. Для установления влияния профиля остается рассмотреть, каким образом каждый из этих трех факторов связан с профилем.

При рассмотрении влияния профиля на средний состав, эквивалентное сопротивление и коммерческую скорость представляется весьма важным разобраться в вопросе о роли отдельных направлений движения.

Как известно, в работе эксплуатируемых железнодорожных линий грузовое движение обычно располагается неравномерно по направлениям. То из направлений движения, в котором перемещается большее количество тонно-километров груза, называется грузовым или прямым, противоположное ему — порожним или обратным.<sup>1</sup> Отношение числа тонно-километров в обратном направлении к числу тонно-километров в прямом направлении можно назвать коэффициентом равномерности движения по направлениям. В прямом направлении движутся главным образом груженные вагоны, в обратном — и груженные и порожние. Появление порожняка в груженом направлении, имеющее место в отдельных случаях, может вызываться или нераспорядительностью движения или несовпадением грузового направления для некоторых родов специальных вагонов (полувагоны, цистерны, платформы, ледники) с общим грузовым направлением. Так как движение порожних вагонов в грузовом направлении обычно весьма незначительно —  $2 - 4\%$  от общего числа осе-километров, то в общем случае можно считать, что в грузовом направлении следуют исключительно груженные вагоны.

При коэффициенте равномерности, равном нулю, движение исключительно одностороннее, и в обратном направлении следуют исключительно порожние вагоны; при коэффициенте равномерности, равном

<sup>1</sup> Более точным будет считать прямым направлением то направление, в котором выполняется большее число тонно-километров, а грузовым — то, в котором выполняется большее число осе-километров вагонов товарного парка. В некоторых случаях прямое направление может и не совпадать с грузовым, но так как такие случаи очень редки, то на практике возможно оба понятия считать совпадающими.



единице, движение вполне равномерно, и порожние вагоны на такой линии не следуют вовсе. На существующих железнодорожных линиях, как показывает изучение этого вопроса, коэффициент равномерности колеблется от 0,10 до 1,00; в среднем по сети коэффициент равномерности движения по направлениям довольно устойчив и составляет (1926/27 — 1929/30 гг.) около 0,45 с некоторой наклонностью к повышению по мере приближения к последнему году пятилетки.

Практика работы железных дорог показывает, что связанные с профилем железнодорожной линии факторы: средний состав поездов, коммерческая скорость и среднее эквивалентное сопротивление, неодинаковы для различных направлений движения. Одной из причин этого различия является различие в профиле линии, вызывающее различие в величине перечисленных факторов. Другой причиной является наличие в порожнем направлении течения порожних вагонов, влекущих за собою увеличение состава в пределах возможного по длине станционных путей, а также изменение эквивалентного сопротивления.

При изменении профиля линии изменение его может быть различным для отдельных направлений движения. Так, например, смягчение предельного подъема в груженом направлении может и не отразиться на изменении предельного подъема в обратном направлении.

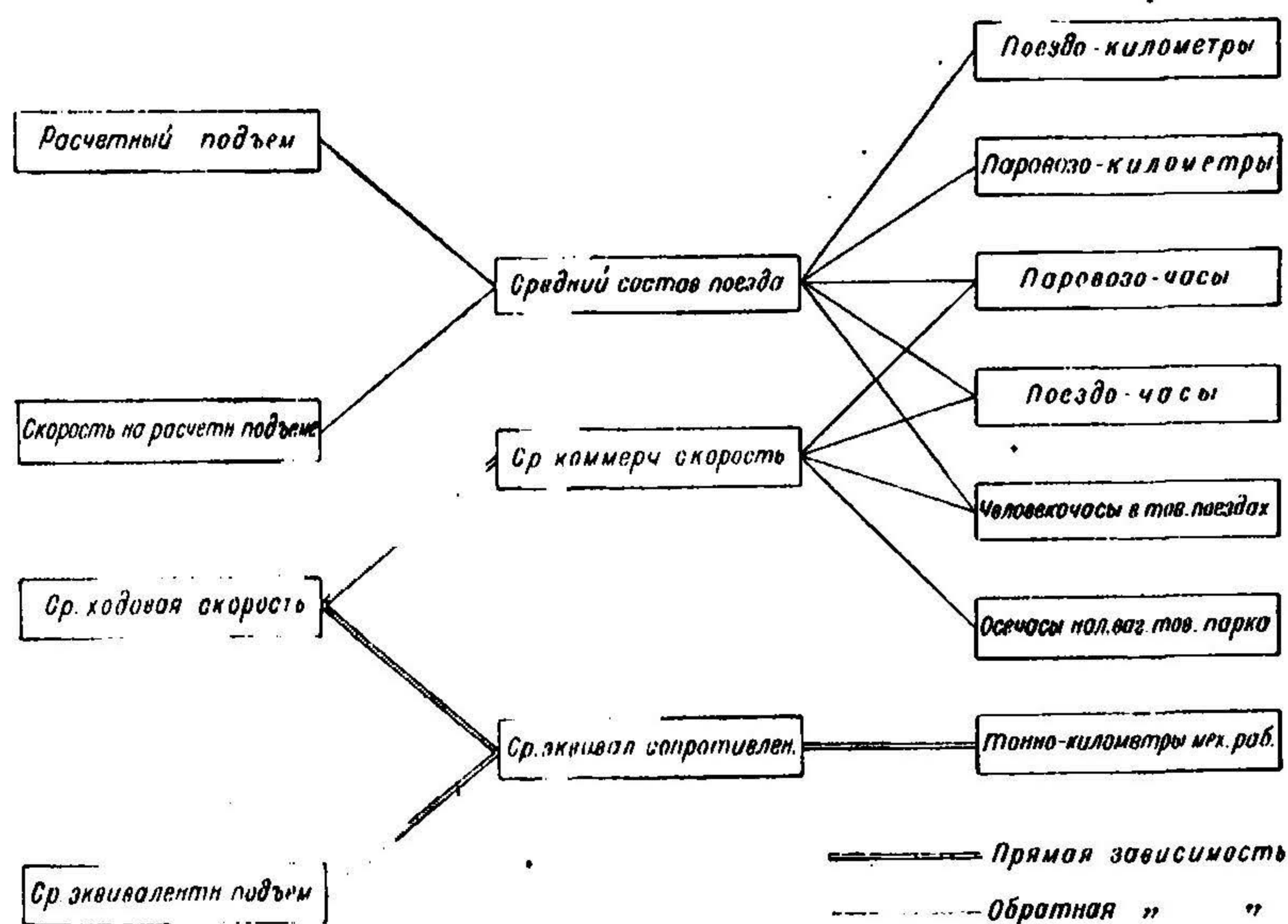
Вследствие этого представляется совершенно необходимым, в отличие от произведенных до настоящего времени исследований, установить влияние на эксплуатационные расходы профиля линии отдельно для каждого направления движения. Для этого возможно применить два приема.

Первый прием заключается в установлении зависимости факторов средних для обоих направлений от факторов груженого и порожнего направления. Например, возможно вывести алгебраическую формулу, связывающую средний состав в обоих направлениях со средними составами в грузовом и порожнем направлении. При определении влияния профиля в каком-либо одном направлении при этом способе расчета необходимо предварительно определить степень изменения интересующего нас фактора в данном направлении, затем перейти к изменению соответствующего фактора в обоих направлениях, а затем уже к изменению расхода.

Более простым представляется второй прием, принятый нами. Применяя его, устанавливается зависимость измерителей от профиля для какого-то обозначенного направления движения. Затем, при переходе от измерителей к эксплуатационным расходам, при учете влияния прямого направления в расчет вводится не весь расход, связанный с данным измерителем, а только часть его, падающая на прямое направление. Аналогично определяется и влияние на расход профиля в обратном направлении. Приняв этот метод расчета, в дальнейшем мы рассмотрим влияние профиля на измерители в каком-либо направлении движения; учет воздействия профиля в отдельных направлениях будет произведен впоследствии.



Как известно, средний состав поезда в каком-либо направлении движения обуславливается величиной максимального состава, который в свою очередь зависит от целого ряда величин; из числа этих величин с профилем связаны расчетный подъем в данном направлении движения и скорость на расчетном подъеме. Среднее эквивалентное сопротивление в каком-либо направлении составляется из среднего эквивалентного подъема в этом направлении, который является одной из основных характеристик профиля, и удельного сопротивления на прямом и горизонтальном пути, зависящего от величины ходовой скорости поезда. Наконец, средняя коммерческая скорость также находится в зависимости от ходовой скорости поезда.



Фиг. 12. Схема зависимости между характеристиками профиля и связанными с ними измерителями работы ж. д.

Таким образом входящие в формулы для измерителей работы железных дорог три фактора, связанные с профилем: средний состав поезда, эквивалентное сопротивление и коммерческая скорость, определяются в свою очередь в зависимости от 4 следующих величин, которые будем называть характеристиками профиля: 1) расчетного подъема, 2) скорости на расчетном подъеме, 3) ходовой скорости, 4) эквивалентного подъема. Каждая из этих характеристик влияет на величину одного из трех указанных факторов, воздействующих в свою очередь на измерители работы железной дороги.

Схема взаимодействия между характеристиками, факторами и измерителями представлена на фиг. 12.

При рассмотрении фиг. 12 необходимо учитывать сделанное выше замечание о влиянии на эксплуатационные расходы характеристик профиля в отдельных направлениях движения. Так как влияние на-



правления пока не учитывается, то выше высказанные соображения относятся к зависимости измерителей работы в каком-либо одном направлении движения от характеристик профиля в этом направлении. Таким образом представленная на фиг. 12 связь измерителей работы с характеристиками профиля может рассматриваться как схема взаимодействия профиля и измерителей работы в груженом направлении. Эта схема остается справедливой и для порожнего направления. В дальнейшем при рассмотрении взаимной связи отдельных характеристик профиля между собой и установлении количественной зависимости от них измерителей также будет предполагаться, что изучается одно из направлений движения: грузовое или порожнее. При переходе же от измерителей к эксплуатационным расходам влияние характеристик профиля в прямом и обратном направлении будет разделено и учтено отдельно.

Зависимость между факторами и измерителями работы для какого-либо направления движения достаточно подробно рассмотрена выше. Прежде чем перейти к рассмотрению зависимости между характеристиками и факторами, а затем между характеристиками и измерителями работы железных дорог, необходимо остановиться на приведенных основных характеристиках профиля и на связи между ними. При этом, как сказано выше, предполагается, что рассматриваемые характеристики относятся к какому-либо одному направлению движения.

*б) Основные характеристики профиля и взаимная связь их.*

Расчетным, или руководящим, подъемом в каком-либо направлении как известно, называется такой подъем, по которому рассчитывается максимальный вес товарных поездов в этом направлении. Таким образом, если на данной железнодорожной линии имеются подъемы и более руководящего, но преодолеваемые поездом при помощи двойной тяги, толкачей или с использованием живой силы поезда, то такие подъемы не являются расчетными для определения максимального веса поезда-брутто.

Величина расчетного подъема складывается из величины собственно подъема и сопротивления от кривой, если она совпадает с расчетным подъемом. Величина удельного сопротивления от кривой рассчитывается по известной формуле:

$$w_r = \frac{750}{R} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (41)$$

где  $R$  — радиус кривой в метрах.

В дальнейшем будем считать, что в величину расчетного подъема сопротивление от кривой на этом подъеме уже включено.

Так как на величину состава поезда, а следовательно, и на величину связанных с ним эксплуатационных расходов влияет не только расчетный подъем, но и скорость движения поезда на расчетном







для перемещения поезда и определяющей собою величину расходов по топливу и ремонту подвижного состава и пути.

Для характеристики этой работы, выражающейся в тонно-километрах механической работы товарных поездов брутто, необходимо ввести средний эквивалентный подъем, представляющий собою такой воображаемый расположенный на прямой однообразный подъем, по длине равный длине данного участка, на протяжении которого механическая работа паровоза равна механической работе на данном действительном участке. Величина эквивалентного подъема может быть определена, если учесть, что механическая работа складывается из трех элементов: 1) основной работы на площадках, подъемах и безвредных скатах, 2) дополнительной положительной работы на всех подъемах и отрицательной на безвредных скатах и 3) дополнительной работы на всех кривых, за исключением кривых, расположенных на вредных скатах.

Проф. Оппенгейм в своем курсе „Проектирование железных дорог“ приводит следующее выражение для определения величины среднего эквивалентного подъема в обоих направлениях:

$$i_{\text{э}} = \frac{1}{2L} \left\{ 1000 (\Sigma h_{\text{пв}} + \Sigma h_{\text{св}}) + 26 \Sigma \alpha^0 - \left[ (w_0^{\text{AB}} L_{\text{св}} + w_0^{\text{BA}} L_{\text{пв}}) + 13 (\Sigma \alpha_{\text{пв}}^0 + \Sigma \alpha_{\text{св}}^0) \right] \right\} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (46)$$

где

$\Sigma h_{\text{пв}}$  — сумма высот вредных подъемов, в метрах,

$\Sigma h_{\text{св}}$  — сумма высот вредных скатов, в метрах,

$\Sigma \alpha^0$  — сумма центральных углов всех кривых, в градусах,

$\Sigma \alpha_{\text{пв}}^0$  — сумма центральных углов кривых, расположенных на вредных подъемах, в градусах,

$\Sigma \alpha_{\text{св}}^0$  — сумма центральных углов, расположенных на вредных скатах, в градусах,

$w_0^{\text{AB}}$  — среднее основное удельное сопротивление в прямом направлении, в килограммах на тонну,

$w_0^{\text{BA}}$  — среднее основное удельное сопротивление в обратном направлении, в килограммах на тонну,

$L$  — длина линии, в метрах,

$L_{\text{св}}$  — протяжение вредных скатов, в метрах,

$L_{\text{пв}}$  — протяжение вредных подъемов, в метрах.

При этом под вредными и безвредными подъемами подразумеваются подъемы, отвечающие в обратном направлении вредным и безвредным скатам.



Средний эквивалентный подъем для прямого направления  $AB$  по формуле проф. Оппенгейма может быть представлен в следующем виде:

$$i_{\text{с}}^{\text{AB}} = \frac{1}{L} \left[ 1000 (\Sigma h_{\text{ПВ}} + \Sigma h_{\text{ПБВ}}) + 13 \Sigma \alpha^0 - (w_0^{\text{AB}} L_{\text{СВ}} + 1000 \Sigma h_{\text{СБВ}} + 13 \Sigma \alpha_{\text{СВ}}^0) \right] \dots \dots \dots (47)$$

а для обратного направления  $BA$  в таком виде:

$$i_{\text{с}}^{\text{BA}} = \frac{1}{L} \left[ 1000 (\Sigma h_{\text{СВ}} + \Sigma h_{\text{СБВ}}) + 13 \Sigma \alpha^0 - (w_0^{\text{BA}} L_{\text{ПВ}} + 1000 \Sigma h_{\text{ПБВ}} + 13 \Sigma \alpha_{\text{ПВ}}^0) \right] \dots \dots \dots (48)$$

где

$\Sigma h_{\text{ПБВ}}$  — протяжение безвредных подъемов в груженом направлении,  
 $\Sigma h_{\text{СБВ}}$  — протяжение безвредных скатов в груженом направлении,  
а остальные обозначения те же, что в формуле (46).

Как видно из приведенных формул, средний эквивалентный подъем может быть определен путем арифметического подсчета, если иметь профиль линии и основное удельное сопротивление в прямом и обратном направлениях.

Удельное сопротивление, как известно, зависит от ходовой скорости движения поезда; таким образом и средний эквивалентный подъем, рассчитываемый по формулам (46) — (48), зависит в некоторой степени от ходовой скорости поезда. Однако, так как члены, содержащие величину удельного сопротивления в формулах (46) — (48), имеют сравнительно небольшой удельный вес, то этой зависимостью удельного сопротивления от скорости в данном случае можно пренебречь и считать средний эквивалентный подъем, как и расчетное сопротивление, основной характеристикой профиля.

На этом основании при определении введенного на наших железных дорогах в 1928 г. виртуального коэффициента по механической работе среднее удельное сопротивление принято постоянным и равным  $3 \text{ кг/т}$ , что отвечает при расчете по формуле Балдвина средней ходовой скорости в  $30 \text{ км/час}$ .

Приведенные формулы для подсчета среднего эквивалентного подъема в этом случае несколько упрощаются (см. В. Ф. Егорченко — „Тяговые расчеты“).

По предложению проф. Гибшмана (см. „Проектирование железных дорог“ проф. Оппейгейма), величина удельного сопротивления в рассматриваемом случае может определяться по формуле Петерсена в зависимости от расчетного подъема. Эта формула для паровозов серии Э, удельного сопротивления паровоза с тендером в  $8 \text{ кг/т}$  и удельного



сопротивления вагонов  $2,5 \text{ кж/т}$  по формуле Балдина при скорости в  $20 \text{ км в час}$  принимает следующий вид (Оппенгейм — „Проектирование железных дорог“, часть III):

$$w_0 = \frac{290 + 5,5 i_p}{110,5} = 2,62 + 0,05 i_p \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (49)$$

При различных значениях расчетного подъема величина удельного сопротивления, подсчитываемая по этой формуле, следующая:

при $i_p = 4^\circ/\text{‰}$ ;	$w_0 = 2,82 \text{ кж/т}$
„ „ $= 6^\circ/\text{‰}$ ;	$w_0 = 2,92 \quad "$
„ „ $= 9^\circ/\text{‰}$ ;	$w_0 = 3,07 \quad "$
„ „ $= 12^\circ/\text{‰}$ ;	$w_0 = 3,22 \quad "$
„ „ $= 15^\circ/\text{‰}$ ;	$w_0 = 3,37 \quad "$

Очевидно, что при подсчете по формуле Петерсена игнорируется влияние на удельное сопротивление ходовой скорости, вследствие чего расчет этот неизбежно является приближенным, а самая зависимость удельного сопротивления от расчетного подъема — искусственный характер.

В нашем расчете влияние характеристики профиля на измерители и эксплуатационные расходы, удельное сопротивление в формулах (46) — (48) для среднего эквивалентного подъема можно принять независимым от скорости и самый эквивалентный подъем независимый характеристикой профиля. Однако в дальнейшем будет рассмотрен и более точный метод расчета, свободный от этого допущения.

Расчетное сопротивление, как указано выше, определяет собою вес поезда брутто. Вследствие этого при заданном типе паровоза и величине расчетного сопротивления может быть определено время хода поезда на каждом отдельном элементе профиля, т.-е. на площадках, подъемах и скатах различной крутизны.

Аналитическое выражение между уклоном данного элемента профиля и скоростью движения поезда на нем может быть выражено без особых трудностей, если воспользоваться методом равновесных скоростей, т.-е. ввести предположение, что на каждом элементе профиля поезд движется равномерно, с той скоростью, которая соответствует его силе тяги и весу поезда. Как известно, предположение это не отвечает действительности, но введение его в расчет дает значительное упрощение и допустимое расхождение с расчетом, произведенным по точным методам и приводящим к интегрированию уравнения движения поезда.

Если сделать указанное предположение, то для каждого элемента профиля с уклоном  $i$  и скоростью  $V$  справедливо будет равенство:

$$F_k = (P + Q) \left( 1,5 + \frac{V}{20} + i \right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (50)$$





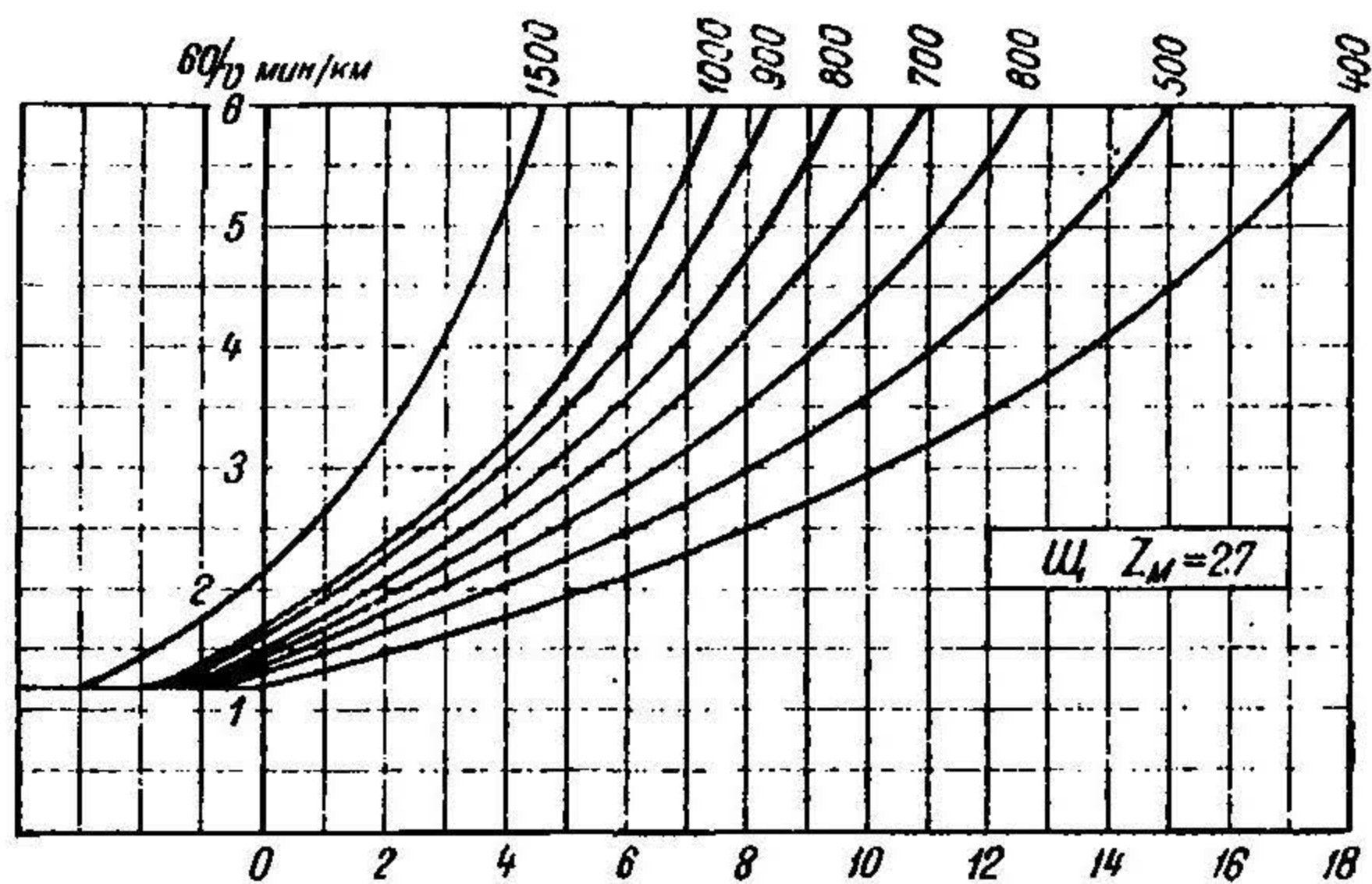


может служить диаграмма, представленная на фиг. 13, дающая зависимость между  $i$  и  $V$  для разных величин состава поездов при определенных типах паровозов.

Уравнение (53) показывает, что для каждого элемента профиля величина скорости может быть определена в зависимости от уклона данного элемента типа паровоза и расчетного сопротивления. Таким образом величина скорости на каждом элементе профиля при заданном типе паровоза является не независимой характеристикой, а функцией от уклона элемента и расчетного сопротивления участка.

Средняя скорость на каком-либо отрезке линии будет зависеть от скоростей на определенных элементах профиля, составляющих данный отрезок линии, и от характера самого профиля. Следовательно, средняя скорость на каком-нибудь участке профиля будет находиться в зависимости от расчетного сопротивления этого участка: чем больше расчетное сопротивление, тем меньше состав поезда, следовательно, тем больше при прочих равных условиях скорость движения поезда. Однако, кроме расчетного сопротивления, величина средней ходовой скорости зависит также от характера самого профиля, т.-е. от протяжения различных подъемов, спусков и площадок, от максимальной допускаемой скорости на спусках, а также от характера котловой кривой силы тяги паровоза. Все это заставляет считать среднюю ходовую скорость поезда на определенном участке одной из основных характеристик профиля и рассчитывать влияние изменения скорости на изменение эксплуатационного расхода. Величина ходовой скорости для каждого данного профиля определяется без затруднений после установления веса поезда и определения времени хода путем производства тяговых расчетов по одному из разработанных способов.

Произведенное рассмотрение зависимости отдельных измерителей работы железных дорог от факторов, на них влияющих, приводит таким образом к установлению основных характеристик профиля: расчетного сопротивления, среднего эквивалентного подъема и средней ходовой скорости. Задача о влиянии профиля на эксплуатационные расходы приводится таким образом к задаче об определении влияния на эксплуатационные расходы каждой из основных характеристик



Фиг. 13. Зависимость между подъемом элемента профиля и скоростью для разных величин весов поезда для паровоза серии Ц.



профиля. При переходе от одного профиля к другому должны быть определены старые и новые характеристики профиля и на основании изменения этих характеристик определено изменение эксплуатационных расходов.

К определению влияния каждой из основных характеристик на измерители работ железных дорог, а через них и на эксплуатационные расходы и переходим в дальнейшем.

в) *Влияние расчетного сопротивления на измерители работы железной дороги.*

Средний состав поезда в осях определяется в зависимости от веса поезда-брутто:

$$m = \frac{\alpha Q_p}{p + q} \dots \dots \dots (54)$$

здесь

$Q_p$  — максимальный (расчетный) вес поезда брутто:

$\alpha$  — коэффициент полновесности, равный отношению среднего фактического веса к расчетному,

$p$  — средняя динамическая нагрузка вагона товарного парка на ось,

$q$  — средняя тара вагона товарного парка на ось.

Максимальный вес поезда-брутто рассчитывается в зависимости от силы тяги паровоза, расчетного подъема и среднего удельного сопротивления по формуле:

$$Q_p = \frac{F_k - P(w_0' + i_p)}{w_0'' + i_p} \dots \dots \dots (55)$$

где  $F_k$  — касательная сила тяги при заданной скорости на расчетном подъеме, в килограммах,

$P$  — вес паровоза с тендером в рабочем состоянии, в тоннах,

$w_0'$  — удельное сопротивление паровоза с тендером как повозки на прямом горизонтальном пути, в килограммах на тонну веса,

$w_0''$  — то же, для вагонного состава,

$i_p$  — расчетный подъем, в тысячных.

Если принять для товарного поезда, как это обычно делается,  $w_0' = w_0'' = w_0$ , то это выражение обращается в следующее:

$$Q_p = \frac{F_k}{w_0 + i_p} - P \dots \dots \dots (56)$$

или

$$Q_p = \frac{F_k}{w_p} - P \dots \dots \dots (57)$$



Таким образом средний состав поезда может быть выражен следующим образом:

$$m = \frac{\alpha}{p + q} \left[ \frac{F_k}{w_p} - P \right] \dots \dots \dots (58)$$

здесь  $w_p$  — расчетное сопротивление.

Как видно из этого выражения, средний состав поезда зависит от величины расчетного сопротивления, являющейся одной из основных характеристик профиля. Увеличение расчетного сопротивления при сохранении без изменения прочих входящих в формулу (58) величин вызывает уменьшение состава поезда.

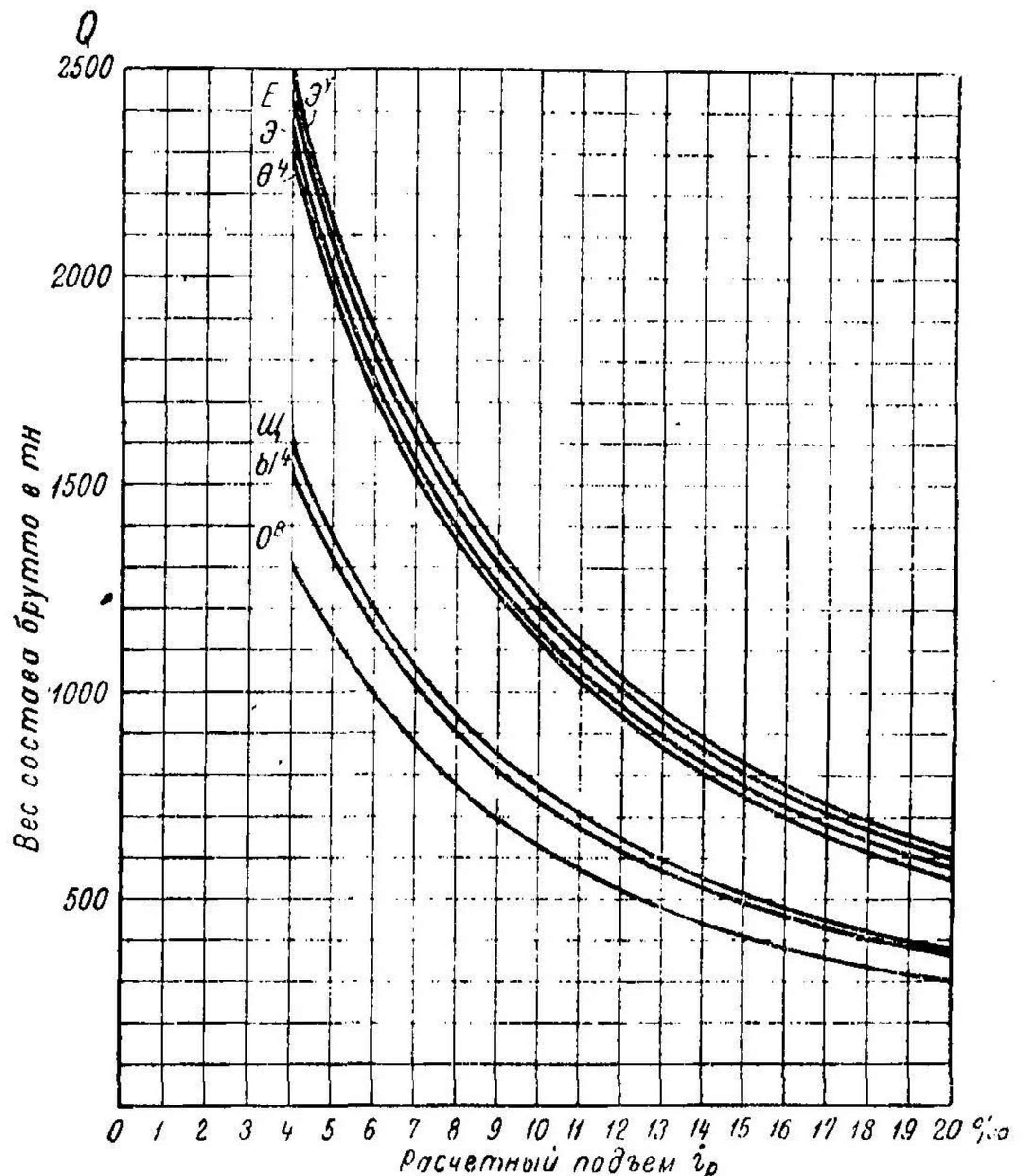
Однако, кроме расчетного сопротивления, на величину состава влияют следующие величины: коэффициент полновесности поезда, средняя нагрузка вагона на ось, средняя тара на ось, сила тяги паровоза на расчетном подъеме, находящаяся в зависимости от мощности паровоза и степени форсировки парка, а также вес паровоза стендером в рабочем состоянии.

Очевидно, что влияние расчетного подъема и расчетного сопроти-

вления на величину состава поезда будет различным при различных значениях входящих в формулу (58) величин. Не предполагая рассматривать все возможные комбинации этих величин, ограничимся установлением влияния расчетного подъема на состав при средних условиях.

В. Ф. Егорченко (см. „Тяговые расчеты“. Москва. 1929 г.) приводит следующую диаграмму зависимости расчетного веса поезда брутто от величины расчетного подъема для семи наиболее распространенных на нашей сети серий товарных паровозов (см. фиг. 14).

Этот график построен при основном удельном сопротивлении  $w_0 = 2 \text{ кг/т}$ , а  $F_k$  взято по ограничению силы тяги по сцеплению.



Фиг. 14. Зависимость между расчетным подъемом и весом состава брутто для разных типов паровозов.

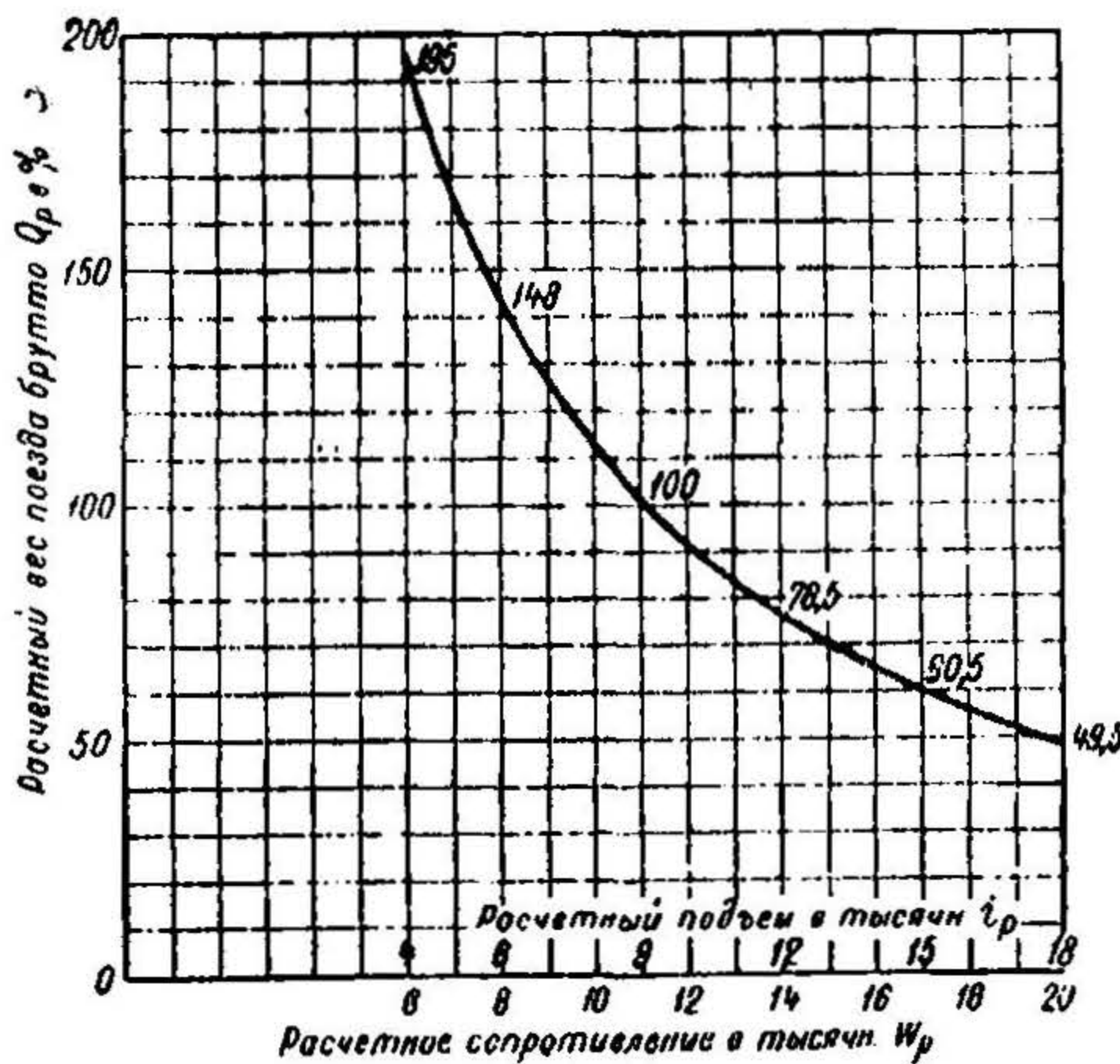


По данным этой диаграммы может быть построена следующая таблица изменения расчетного веса в процентах при изменении расчетного подъема; при этом за 100% для каждой серии паровоза принят вес при расчетном подъеме в 9‰, отвечающем средним условиям нашей сети железной дороги, т.-е. при расчетном сопротивлении, равном 11 тысячных.

ТАБЛИЦА 33.

Изменение расчетного веса товарного поезда в процентах при изменении расчетного сопротивления.

Расчетный подъем в ты- сячных	Расчетное сопротивление, в тысячных	Расчетный вес поезда в процентах при паровозе		
		Серии О <sup>в</sup>	Серии И <sup>ч</sup> , ИЦ	Серии Т <sup>ч</sup> , Э, Э <sup>у</sup> , Е
4	6	195	195	192
6	8	143	143	143
9	11	100	100	100
12	14	76,5	76,5	76,5
15	17	60	60,5	61
18	20	48,5	49,5	50,5



Фиг. 15. Изменение расчетного веса тов. поезда в зависимости от расчетного сопротивления. Паровоз серии ИЦ.

Данные таблицы 33 для паровоза серии ИЦ представлены на фиг. 15. Для других серий паровозов, как видно из таблицы, картина остается почти совершенно такой же.

Очевидно, что при постоянстве коэффициента полновесности, средней нагрузки и средней тары вагонов изменение величины состава будет пропорционально изменению веса. Поэтому данные таблицы 33 могут быть применены и для определения изменения среднего состава в зависимости от изменения расчетного подъема.

Как указано выше (см. табл. 32) изменение ряда измерителей, влияющих на эксплуатационный расход, а именно: поездо-километров, паровозо-километров, поездо-часов, паровозо-часов и человеко-часов в поездах, происходит обратно пропорционально изменению среднего состава поезда. Вследствие этого, для расчета влияния предельного подъема на перечисленные измерители может быть составлена новая таблица



путем пересчета приведенных в таблице 33 данных. Допустим, например, что при работе паровоза серии О<sup>в</sup> расчетный подъем смягчается с 9‰ до 6‰. Как видно из таблицы 33, средний вес, а следовательно и средний состав, увеличивается до 143‰ от среднего состава при 9‰-ном расчетном подъеме. Измерители, связанные со средним составом обратно пропорциональной зависимостью, составят  $\frac{100}{143} = 70\%$  от измерителей при расчетном подъеме в 9‰. Определенные таким образом цифры, выражающие влияние расчетного подъема на перечисленные пять измерителей, приведены в следующей таблице.

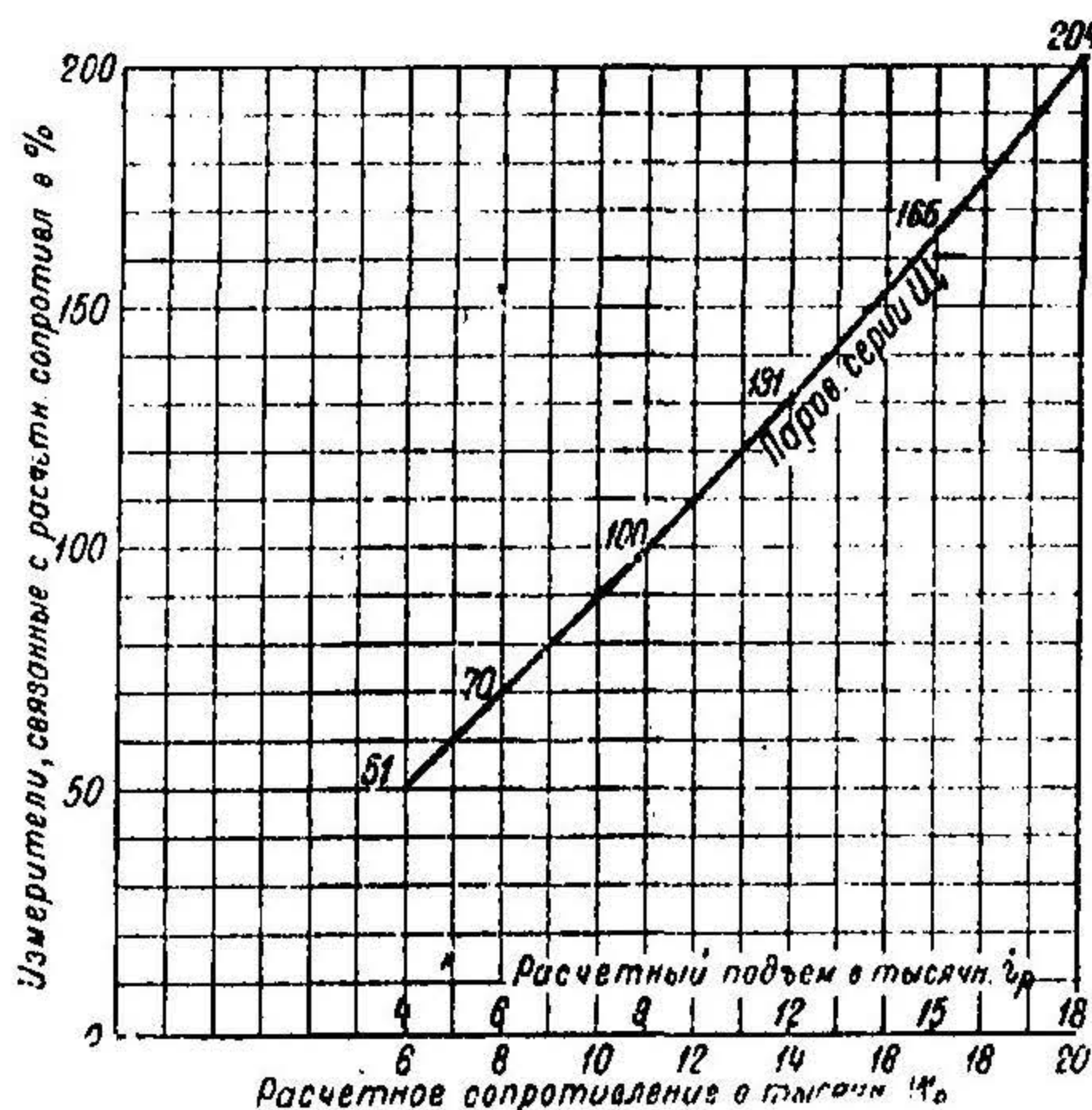
ТАБЛИЦА 34.

Изменение поездо-километров, паровозо-километров, поездо-часов, паровозо-часов и человеко-часов в поездах (в процентах) при изменении расчетного подъема.

Расчетный подъем.	Расчетное сопротивление	О <sup>в</sup>	Ы <sup>и</sup> , Ц	Ө <sup>и</sup> , Э, Э <sup>у</sup> , Е	Принятое среднее
4	6	52	51	52	51
6	8	70	70	70	70
9	11	100	100	100	100
12	14	131	131	131	131
16	17	167	165	164	165
18	20	206	204	198	204

Как видно из таблицы, различие в характере изменения измерителей, связанных со средним составом поезда при различных типах паровоза очень невелико и не превосходит 2‰. Вследствие этого является возможным рассматривать изменение перечисленных в заголовке таблицы измерителей в некоторых средних условиях. Эти средние условия примем применительно к паровозу серии Ц, который по мощности близок к среднему на нашей сети типу паровоза.

Из таблицы видно, что увеличение расчетного сопротивления на одну тысячную вызывает увеличение связанных с ним измерителей на 9—13‰, при чем увеличение это при большом расчетном сопротивлении, т.-е. при больших расчетных подъемах, несколько более значительно, чем при подъемах мягких. Однако общий характер изменения связанных со средним составом измерителей все же очень близок к прямой, что наглядно иллюстрируется фиг. 16.



Фиг. 16. Изменение измерителей связанных с расчетным сопротивлением в зависимости от величины расчетного сопротивления.



Алгебраическая зависимость между величиной измерителей, связанных с расчетным сопротивлением и величиной расчетного сопротивления, может быть выражена равенством

$$\Sigma XY = \frac{A}{Q_p} = \frac{A_1}{\frac{F_k}{w_p} - P} = \frac{A_1 w_p}{F_k - P w_p}; \quad \dots \quad (59)$$

где

$\Sigma XY$ —сумма измерителей, связанных с расчетным сопротивлением,

$A$  и  $A_1$ —численные множители, которые в рассматриваемом случае могут быть приняты постоянными,

$w_p$ —расчетное сопротивление,

$F_k$ —предел силы тяги по сцеплению,

$P$ —вес паровоза с тендером в рабочем состоянии.

Как видно из равенства (59), зависимость рассматриваемых измерителей от расчетного сопротивления принимает прямолинейный характер, если принять  $P = 0$ .

Наибольшая ошибка, получаемая от такого предположения, очевидно, будет при наибольшем значении члена  $P w_p$ , т.-е. при наибольшем значении  $w_p$ . Если принять это значение в 20-тысячных, то точное значение отношения рассматриваемых измерителей к среднему их значению при  $w_p = 11$  тысячных будет (для паровоза серии Ц).

$$\frac{\Sigma XY_{20}}{\Sigma XY_{11}} = \frac{20 A_1}{F_k - 20 P} \cdot \frac{F_k - 11 P}{11 A_1} = \frac{20}{11} \cdot \frac{10700 - 11.120}{10700 - 20.120} = 2,04.$$

Приближенное отношение тех же измерителей будет

$$\frac{\Sigma XY_{20}}{\Sigma XY_{11}} = \frac{20}{11} = 1,82.$$

Относительная ошибка  $\left(1 - \frac{1,82}{2,04}\right) 100 = 21\%$ .

Очевидно, что с такой ошибкой примириться нельзя, и криволинейная зависимость рассматриваемых измерителей от расчетного сопротивления должна учитываться.

Удобство расчетов влияния различных факторов на связанные с ними величины при помощи коэффициентов влияния приводит к мысли определить промежуточные коэффициенты влияния рассматриваемых факторов на связанные с ними измерители: поездо-километры, паровозо-километры, поездо-часы, паровозо-часы и человеко-часы в поездах. Определение этих коэффициентов влияния представляется весьма несложным.

Вследствие криволинейности зависимости измерителей, связанных с расчетным сопротивлением с величиной этого сопротивления, постоянного коэффициента влияния расчетного сопротивления на рассма-



рассматриваемые измерители установить нельзя. Однако для перехода от одного значения расчетного сопротивления к смежному с ним, как видно из диаграммы можно без особой погрешности принять эту зависимость прямолинейной и установить соответствующий коэффициент влияния равный, как показано в главе II, тангенсу угла наклона прямой, соединяющей соответствующие точки на фиг. 16 к оси абсцисс. Вычисленные значения коэффициентов влияния будут следующие:

при переходе от	$w_p = 8^0_{\infty}$	к	$w_p = 6^0_{\infty}$	или обр.,	коэф. влияния	$n = 1,09$		
"	"	"	$w_p = 11^0_{\infty}$	"	$w_p = 8^0_{\infty}$	"	"	$n = 1,10$
"	"	"	$w_p = 14^0_{\infty}$	"	$w_p = 11^0_{\infty}$	"	"	$n = 1,10$
"	"	"	$w_p = 17^0_{\infty}$	"	$w_p = 14^0_{\infty}$	"	"	$n = 1,16$
"	"	"	$w_p = 20^0_{\infty}$	"	$w_p = 17^0_{\infty}$	"	"	$n = 1,27$

Учитывая, что расчетное сопротивление складывается из трех слагаемых:

$$w_p = 1,5 + \frac{V}{20} + i_p; \dots \dots \dots (45).$$

возможно для каждого из рассматриваемых пяти случаев перехода вычислить коэффициент влияния на рассматриваемые измерители расчетного подъема  $i_p$  и скорости на расчетном подъеме отдельно. Эти коэффициенты влияния будут:

	Коэффициент влияния расчетного подъема	Коэффициент влияния скорости на расчетном подъеме
при переходе от $i_p = 6^0_{\infty}$ к $i_p = 4^0_{\infty}$ или обратно	$n = 0,82$	$n = 0,07$
" " " $i_p = 9^0_{\infty}$ " $i_p = 6^0_{\infty}$ " "	$n = 0,90$	$n = 0,05$
" " " $i_p = 12^0_{\infty}$ " $i_p = 9^0_{\infty}$ " "	$n = 0,95$	$n = 0,04$
" " " $i_p = 15^0_{\infty}$ " $i_p = 12^0_{\infty}$ " "	$n = 1,03$	$n = 0,03$
" " " $i_p = 18^0_{\infty}$ " $i_p = 15^0_{\infty}$ " "	$n = 1,14$	$n = 0,03$

При этом для каждого перехода от одного расчетного подъема к другому при расчете коэффициента влияния принято высшее для данного перехода значение  $i_p$ , например, при переходе от  $9^0_{\infty}$ -ного к  $6^0_{\infty}$ -ному подъему коэффициент влияния расчетного подъема определен для  $i_p = 9^0_{\infty}$ -ному.

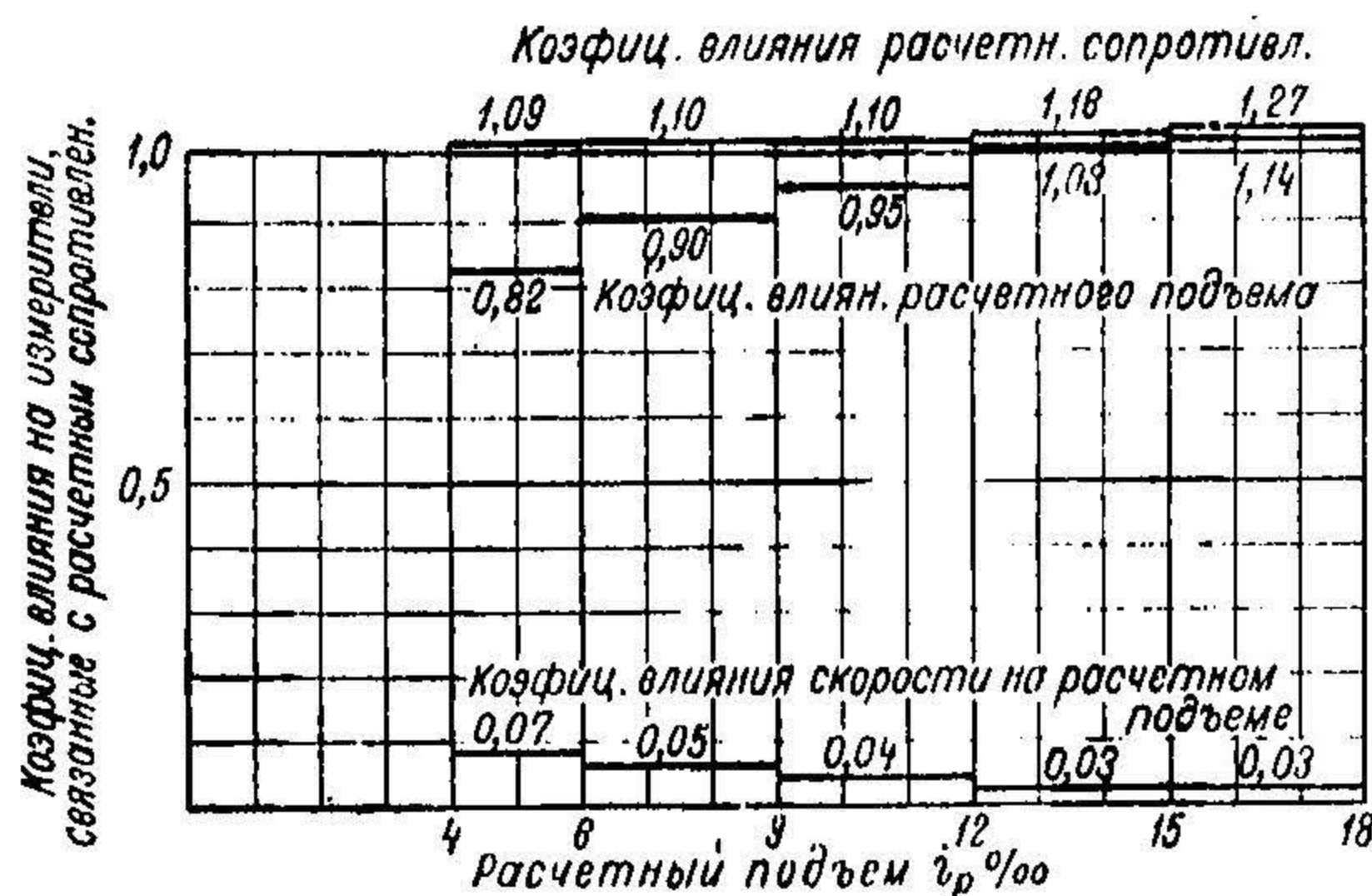
Как видно из приведенных цифр, коэффициент влияния расчетного подъема на измерители, с ним связанные, при увеличении величины расчетного подъема несколько возрастает.<sup>1</sup> Коэффициент влияния скорости на расчетном подъеме на связанные с ней измерители по абсолютной величине не велик и при увеличении величины расчетного подъема уменьшается.

<sup>1</sup> Величина коэффициента влияния больше единицы, показывает, что рассматриваемые измерители возрастают относительно быстрее, чем фактор, на них воздействующий.



Изменение величины коэффициентов влияния характеристик профиля на измерители, связанные с расчетным сопротивлением для различных значений расчетного подъема показано графически на фиг. 17.

На фиг. 18 показано относительное изменение измерителей, связанных с расчетным сопротивлением, при изменении величины скорости на расчетном подъеме для расчетного подъема  $i_p = 9\text{‰}$ . Для другой величины расчетного подъема характер изменения измерителей будет тот же, но наклон прямой будет другим, в соответствии с приведенными выше цифрами коэффициента влияния скорости на расчетном подъеме.



Фиг. 17. Коэффициенты влияния характеристик профиля на связанные с ними измерители.

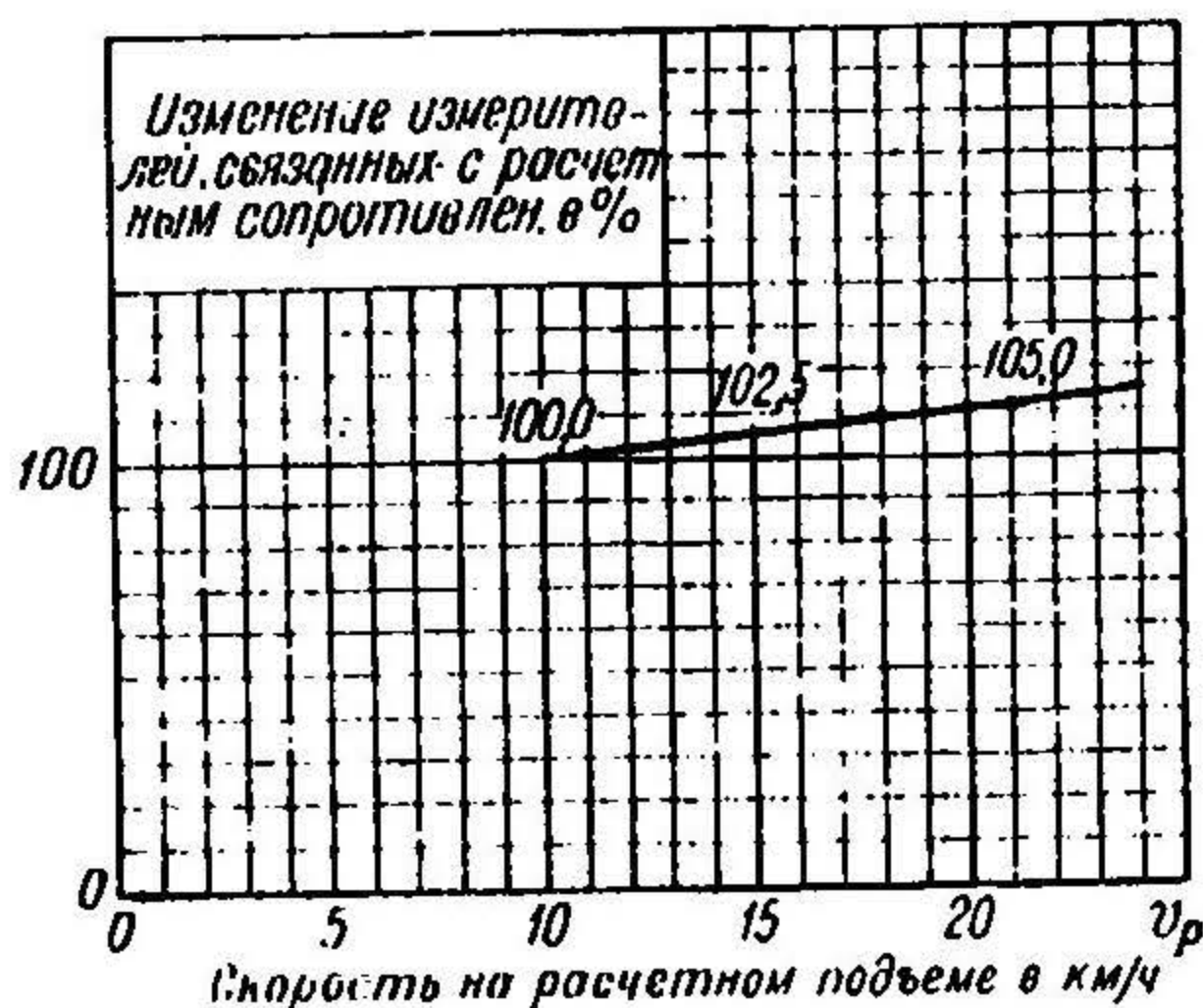
Коэффициенты влияния рассматриваемых факторов на связанные с ними измерители разрешают поставленную задачу о влиянии расчетного сопротивления на связанные с ним измерители работы железных дорог. Для установления влияния расчетного подъема на эксплуатационный расход остается учесть изменение расхода при изменении измерителей, что и будет сделано в дальнейшем.

#### г) Влияние эквивалентного подъема на измерители работы железных дорог.

Среднее эквивалентное сопротивление, входящее в выражение механической работы товарных поездов, может быть представлено в виде суммы среднего эквивалентного подъема ( $i_3$ ) и среднего удельного сопротивления поезда на прямом горизонтальном пути —  $w_0$ , т.-е.

$$w_3 = i_3 + w_0 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (60)$$

Среднее удельное сопротивление служит характеристикой подвижного состава, но зависит, как известно, и от скорости движения поезда. При рассмотрении влияния эквивалентного подъема эта вели-



Фиг. 18. Изменение измерителей, связанных с расчетным сопротивлением при изменении скорости на расчетном подъеме.



чина может считаться постоянной. Средний эквивалентный подъем является одной из основных характеристик профиля железнодорожной линии.

После подставления в выражение для механической работы товарных поездов:

$$\Sigma F L = \frac{p+q}{p} w_0 \Sigma p l . . . . . (17)$$

величины среднего эквивалентного сопротивления, получим:

$$\Sigma F L = \frac{p+q}{p} i_0 \Sigma p l + \frac{p+q}{p} w_0 \Sigma p l . . . . . (61)$$

Из этого выражения видно, что эквивалентный подъем изменяет прямо пропорционально некоторую долю тонно-километров механической работы. Эта доля для среднесетевых условий может быть приближенно определена в  $\frac{1,5}{1,5+2,5} = 0,375$ , где 1,5 — эквивалентный подъем в тысячных для средних условий сети железных дорог СССР и 2,5 — среднее удельное сопротивление в килограммах на тонну по формуле Балдина при скорости в 20 км/час. Количество тонно-километров механической работы при других значениях эквивалентного подъема и скорости движения в процентах от механической работы при эквивалентном подъеме в 1,5 тысячных приводится в таблице 35 и фиг. 19.

ТАБЛИЦА 35.

Изменение тонно-километров механической работы в процентах при изменении среднего эквивалентного подъема.

Средний эквивалентный подъем, в тысячных $i_0$	Средняя ходовая скорость поезда, километров в час				
	15	20	25	30	40
— 1,5	20	25	30	33	40
— 0,0	60	62,5	65	67	70
+ 1,5	100	100	100	100	100
+ 3,0	140	137,5	135	133	130
+ 4,5	180	175	170	167	160

Как можно видеть из таблицы и диаграммы фиг. 19, влияние среднего эквивалентного подъема на механическую работу имеет прямолинейный характер; это влияние будет различным при различной величине ходовой скорости, а именно чем больше скорость, тем это влияние будет слабее, например, при скорости 15 км/час от среднего эквивалентного подъема зависит 40% механической работы, причем увеличение эквивалентного подъема на одну тысячную вызывает увеличение механической работы на 27%; при скорости 30 км/час

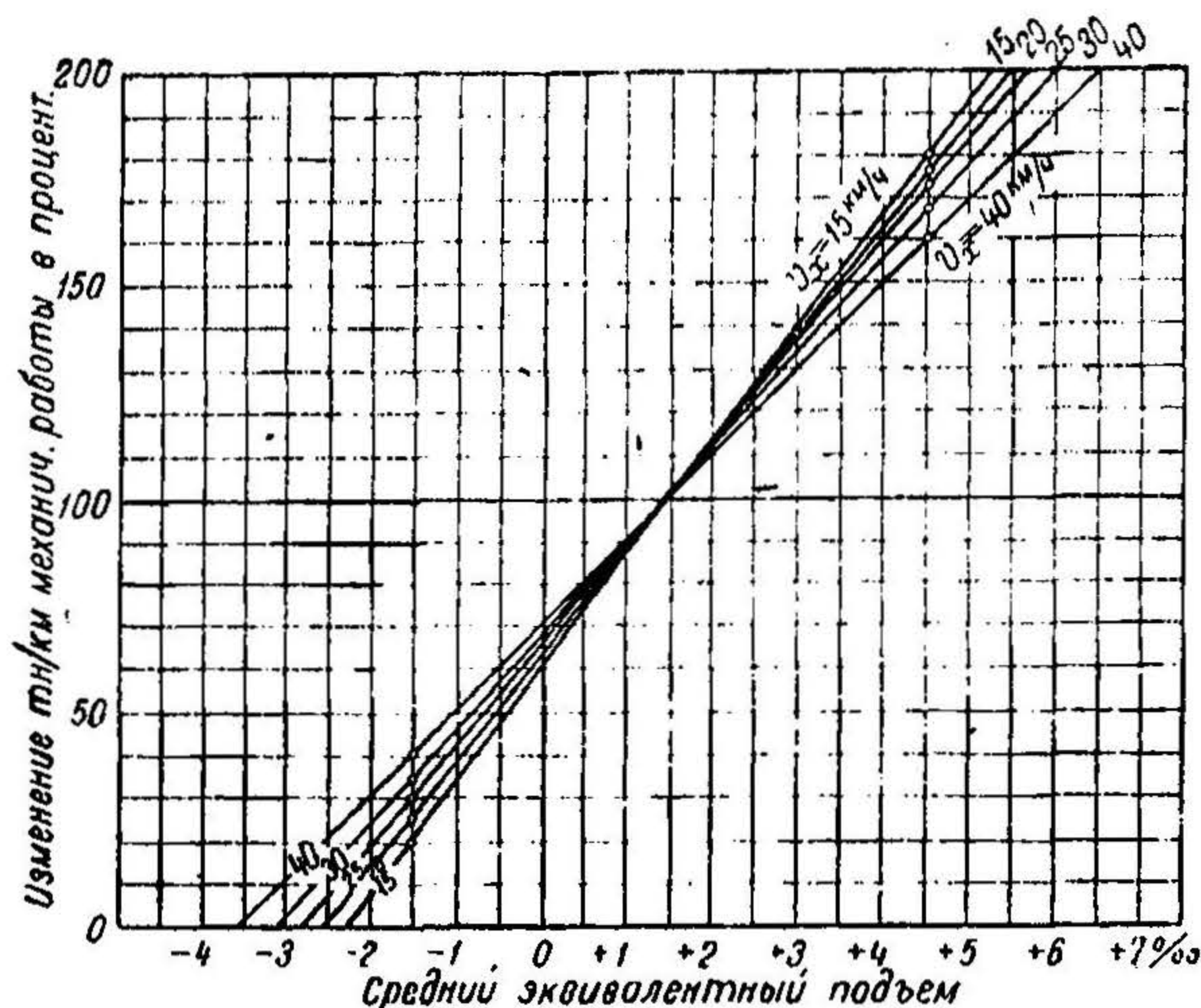


от среднего эквивалентного подъема зависит  $33\%$  механической работы и увеличение эквивалентного подъема на одну тысячную дает приращение тонно-километров механической работы на  $22\%$ .

Таким образом коэффициент влияния среднего эквивалентного подъема на механическую работу будет равен:

при ходовой скорости	15 км/час	—0,40
"	"	"
"	20	—0,38
"	"	"
"	30	—0,33
"	"	"
"	40	—0,30
"	"	"

При помощи приведенной таблицы и диаграммы 19, от изменения среднего эквивалентного сопротивления легко перейти к изменению



Фиг. 19. Изменение тонно-километров механической работы в зависимости от среднего эквивалентного подъема.

тонно-километров механической работы. Для определения влияния среднего эквивалентного сопротивления на эксплуатационный расход достаточно учесть изменение этого расхода при изменении механической работы.

#### д) Влияние скорости на измерители работы железных дорог.

Влияние скорости на величину измерителей работы железных дорог значительно сложнее, чем

влияние других характеристик профиля: расчетного подъема и среднего эквивалентного сопротивления. Как легко усмотреть, скорость движения поезда влияет на измерители работы железных дорог тройным образом.

С одной стороны, скорость на расчетном подъеме обуславливает собою величину сопротивления на расчетном подъеме, а следовательно, влияет на вес и состав поезда.

С другой стороны, ходовая скорость поезда определяет собою среднее сопротивление движения поезда, а вследствие этого и величину среднего эквивалентного сопротивления.

Наконец, скорость движения поезда дает возможность выполнить ту или иную среднюю коммерческую скорость, которая непосредственно влияет на все измерители работы железных дорог, связанные со временем работы поездов, паровозов, вагонов и бригад.



Рассмотрим последовательно каждую сторону влияния скорости на измерители работы.

Влияние скорости на расчетном подъеме на величину связанных с ней измерителей можно оценивать по коэффициентам влияния, выведенным выше. Возможно также построить специальные таблицы для оценки влияния этой скорости.

Величина расчетного веса товарных поездов для товарного паровоза ПД при различных расчетных подъемах и скоростях на этих подъемах, рассчитанная по формуле (56), приведена в следующей таблице:

ТАБЛИЦА 36.

Изменение расчетного веса товарного поезда при изменении скорости на расчетном подъеме (для паровоза ПД).

Скорость на расчетном подъеме, километров в час	Расчетный подъем, в тысячных			
	4	6	9	15
10	1665 (100)	1220 (100)	854 (100)	510 (100)
15	1595 (96)	1180 (97)	830 (97)	500 (98)
20	1530 (92)	1140 (93,5)	810 (95)	493 (97)

В таблице для каждой скорости и расчетного подъема приведен вес поезда брутто в тоннах и процентах (в скобках) от веса при том же подъеме и скорости 10 км в час.

По данным этой таблицы может быть составлена таблица 37, дающая в процентах изменение измерителей, обратно пропорциональных составу и весу поезда. Таблица эта составлена аналогично таблице 34.

ТАБЛИЦА 37.

Изменение поездо-километров, паровозо-километров, поездо-часов, паровозо-часов и человеко-часов в поездах в процентах при изменении скорости на расчетном подъеме.

Скорость на расчетном подъеме, километров в час	Расчетный подъем, в тысячных			
	4	6	9	15
10	100	100	100	100
15	104	103,5	102,5	101,5
20	109	107	105	103

Эта таблица, как можно видеть, дает одинаковые результаты с результатами подсчета по коэффициентам влияния, приведенным на фиг. 18.



Переходим к влиянию на измерители изменения ходовой скорости. Как отмечено выше, ходовая скорость определяет собою величину среднего эквивалентного сопротивления поезда. При среднем для всей сети эквивалентном подъеме в 1,5 тысячных и среднем удельном сопротивлении на прямом горизонтальном пути в 2,5-тысячных, удельное сопротивление составляет  $\frac{2,5}{1,5 + 2,5} = 0,625$  от общей величины эквивалентного сопротивления или влияет на 62,5% от общего числа тонно-километров механической работы поезда.

Величина удельного сопротивления на прямом горизонтальном пути, рассчитываемая по формуле Балдина, имеет вид:

$$w_0 = 1,5 + \frac{V}{20}.$$

При средних условиях  $V = 20$  км в час и  $w_0 = 2,5\text{‰}$ ; легко видеть, что величина скорости оказывает влияние только на второе слагаемое среднего удельного сопротивления, которое при средних условиях составляет  $\frac{1,0}{2,5} = 0,40$  от всей величины среднего удельного сопротивления на прямом горизонтальном пути или  $0,40 \cdot 0,625 = 0,25$  от общей величины числа тонно-километров механической работы. Изменение числа тонно-километров механической работы при изменении ходовой скорости поезда представлено в таблице 38. При этом за 100% принято число тонно-километров механической работы при скорости в 20 км в час.

По данным таблицы 38 построена фиг. 20, наглядно показывающая влияние ходовой скорости на механическую работу.

Как можно видеть из диаграммы, коэффициент влияния ходовой скорости на механическую работу будет равен:

при $i_s = -1,5$	$n = 1,00$
$i_s = 0,0$	$n = 0,40$
$i_s = +1,5$	$n = 0,25$
$i_s = +3,0$	$n = 0,18$

ТАБЛИЦА 38.

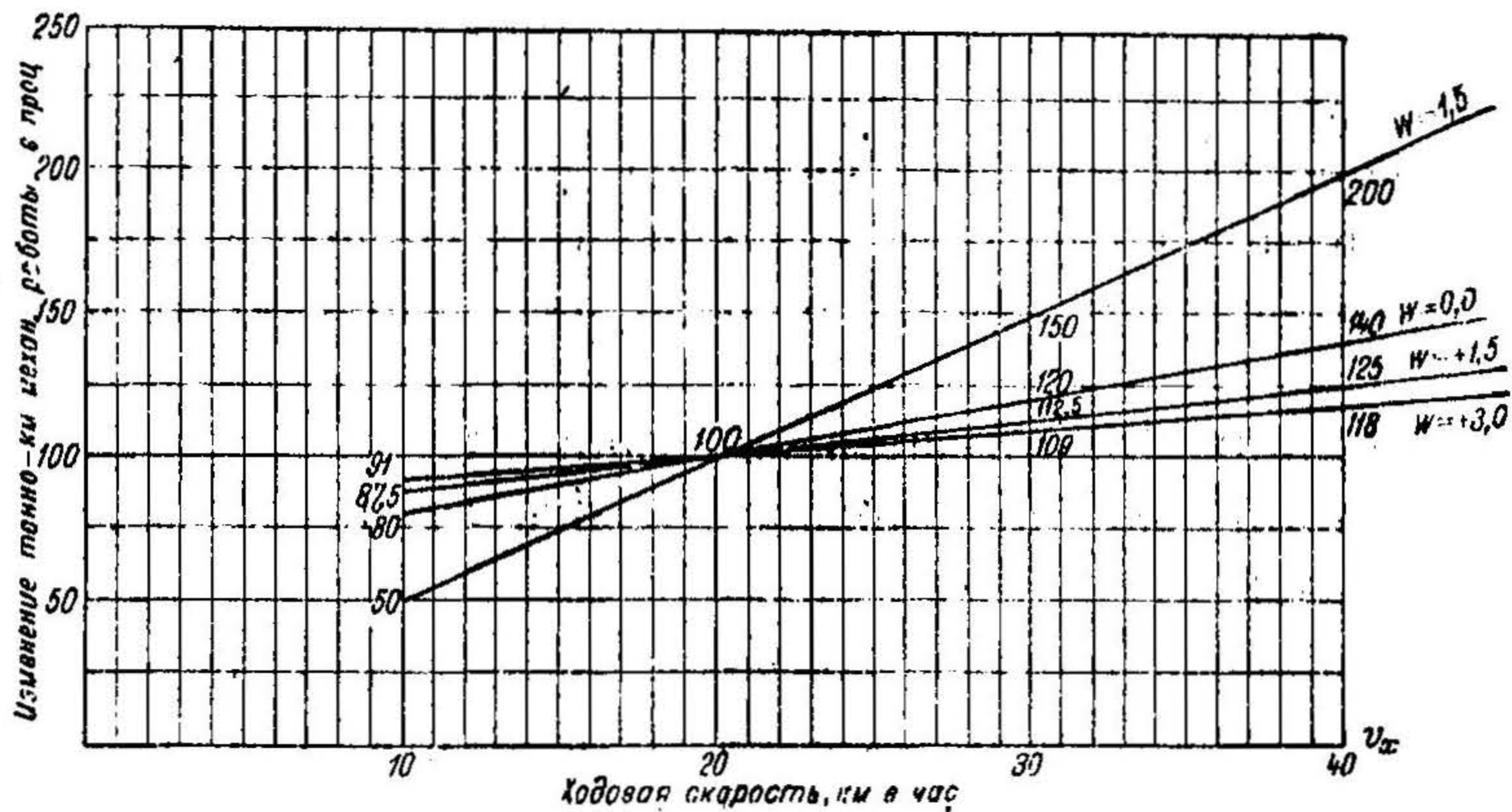
Изменение тонно-километров механической работы в процентах при изменении ходовой скорости поезда.

Ходовая скорость поезда, километров в час	Эквивалентный подъем, в тысячных				
	-1,5	0,0	+1,5	+3,0	+4,5
10	50	80	87,5	91	93
20	100	100	100	100	100
30	150	120	112,5	109	107
40	200	140	125	118	114
50	250	160	137,5	127	121



Последним подлежащим освещению вопросом остается вопрос о влиянии ходовой скорости на связанные с часами измерители работы железных дорог. Во все эти измерители (см. табл. 32) входит величина коммерческой скорости товарных поездов, находящаяся в зависимости от величины ходовой скорости.

Как показано исследованиями проф. И. И. Васильева и других авторов, величина коммерческой скорости, кроме ходовой скорости, зависит также и от ряда других обстоятельств, как то: размещения остановочных пунктов, конфигурации графика пассажирских поездов,



Фиг. 20. Изменение тонно-километров механической работы в зависимости от ходовой скорости (в процентах).

степени заполнения графика, способа управления движением поездов на участке и качества работы станций участка и паровозных и поездных бригад. Для целей настоящей работы нет необходимости учитывать все эти факторы, из которых лишь один, а именно частота размещения остановочных пунктов, связан с профилем линии, а достаточно принять во внимание характер зависимости между ходовой и коммерческой скоростью при некоторых средних условиях. Эта зависимость может быть выражена в виде равенства:  $V_k = \beta V_x$ , где  $\beta$  представляет собою отношение коммерческой скорости к ходовой.

Существующая в настоящее время отчетность не дает величины ходовой скорости. Даваемая отчетностью техническая скорость по примерным подсчетам на 10% ниже ходовой скорости. Отношение коммерческой скорости к технической, в среднем, по сети равно 0,66, колеблясь по отдельным дорогам от 0,58 до 0,75. Отношение коммерческой скорости к ходовой скорости, в среднем, около 0,60, с колебаниями от 0,52 до 0,68. В дальнейшем расчете примем отношение коммерческой скорости к ходовой равным 0,60. Если принять, что коммерческая скорость составляет 60% от ходовой скорости, то общее время нахождения поезда на участке будет в  $\frac{1}{0,60} = 1,68$  раз более



времени чистого хода его. Таким образом из общего времени нахождения поездов на участке только  $\frac{1,00}{1,68} 100 = 60\%$  будет падать на время чистого хода, следовательно, только 60% от общего количества связанных с поездом-часами и паровозо-часами измерителей будет зависеть от ходовой скорости. Человеко-часы в поездах, как подсчитано выше (гл. IV), зависят от коммерческой скорости только на 80%. Следовательно, от величины ходовой скорости будет зависеть  $80 \cdot 0,60 = 48\%$  этого измерителя. Осе-часы вагонов товарного парка связаны с коммерческой скоростью, как показано выше, в размере 25%; с ходовой скоростью этот измеритель будет связан, следовательно, в размере  $25 \cdot 0,60 = 15\%$ .

Изменение каждого из перечисленных измерителей при изменении величины ходовой скорости приведено в таблице 39. При этом за 100% принято значение каждого измерителя при ходовой скорости 20 км/ч.

Данные таблицы 39 представлены фиг. 21.

Коэффициентами влияния ходовой скорости на связанные с ней измерители будут:

для поездом-часов и паровозом-часов . . . . .	0,60
„ человеко-часов в поездах . . . . .	0,48
„ осе-часов вагонов товарного парка . . . . .	0,15

ТАБЛИЦА 39.

Изменение поездом-часов, паровозом-часов, человеко-часов в поездах и осе-часов наличных вагонов товарного парка (в процентах) при изменении средней ходовой скорости.

Средняя ходовая скорость, километров в час	Поездо-часы, паровозо-часы	Человеко-часы в поездах	Осе-часы наличных вагонов товарного парка
10	160	148	115
20	100	100	100
30	80	84	95
40	70	76	93,5
50	64	71,5	91

е) Выводы в отношении влияния профиля на измерители работы железных дорог.

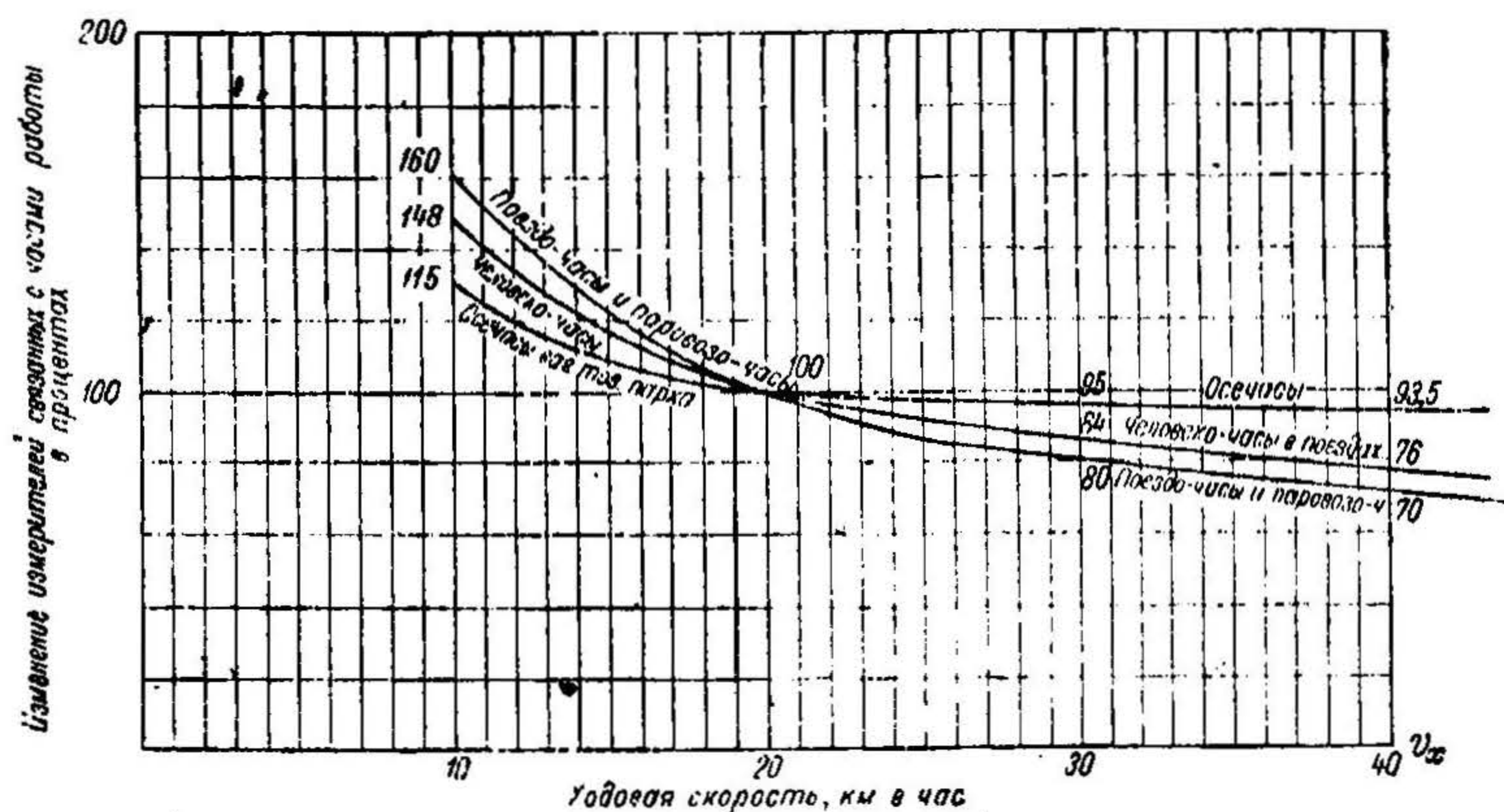
Подводя итоги произведенному нами анализу изменения измерителей работы железных дорог при изменении отдельных характеристик профиля, можно отметить следующее:

1) Влияние профиля железнодорожной линии на измерители работы и эксплуатационные расходы железной дороги возможно определить



путем установления влияния на измерители и расходы основных характеристик профиля: расчетного подъема, эквивалентного подъема, средней ходовой скорости и скорости на предельном подъеме. Устанавливая изменение каждой из этих характеристик, можно определить изменение измерителей работы железной дороги, а затем и эксплуатационных расходов.

2) Основные характеристики профиля находятся во взаимной зависимости. Зависимость эта носит сложный характер, так как обуславливается протяжением площадок, подъемов и скатов различной кру-



Фиг. 21. Изменение измерителей, связанных с часами работы при изменении ходовой скорости в процентах.

тизны. Однако для каждого данного профиля все основные характеристики могут быть без затруднения определены путем тяговых расчетов, вследствие чего при переходе от одного профиля к другому возможно без затруднений определить изменение основных характеристик его.

3) Характер изменения измерителей при изменении каждой из основных характеристик профиля будет различным при различных типах подвижного состава и условиях работы железнодорожной линии, т.-е. будет зависеть от силы тяги паровоза, характера его котловой кривой, коэффициента сцепления, форсировки котла, удельного сопротивления паровозов и вагонов на прямом и горизонтальном пути, размещения остановочных пунктов, степени заполнения графика и т. д. Вследствие невозможности изучения всех комбинаций перечисленных факторов, установление зависимости измерителей и расходов железной дороги от характеристик профиля может быть сделано лишь для определенных условий.

4) Величина расчетного сопротивления, как видно из схемы фиг. 12, оказывает влияние на поездо-километры, паровозо-километры, поездо-часы, паровозо-часы и человеко-часы в поездах, увеличивающихся при увеличении расчетного подъема. Как можно видеть из таблицы 34,



степень этого влияния для различных серий паровозов почти одинакова, причем увеличение расчетного сопротивления на одну тысячную вызывает увеличение перечисленных измерителей на 10—13%.

5) Коэффициент влияния расчетного сопротивления на связанные с ним измерители для сопротивлений 8—17-тысячных составляет 1,09—1,27; коэффициент этот возрастает с увеличением расчетного сопротивления. Для среднего расчетного сопротивления в 11-тысячных он составляет 1,10 (фиг. 17).

6) Коэффициент влияния расчетного подъема на связанные с ним измерители также увеличивается при возрастании расчетного подъема, составляя (фиг. 17):

при переходе от	6‰	к	4‰	расчетному подъему	. . .	0,82
"	"	"	9‰	"	"	0,90
"	"	"	12‰	"	"	0,95
"	"	"	15‰	"	"	1,03
"	"	"	18‰	"	"	1,14

7) Средний эквивалентный подъем изменяет прямо пропорционально некоторую долю механической работы. Эта доля (коэффициент влияния эквивалентного подъема на механическую работу), как видно из таблицы 35, зависит от средней ходовой скорости поезда<sup>1)</sup> и составляет:

при скорости	15 км/час	. . .	0,40
"	20	"	0,375
"	25	"	0,35
"	30	"	0,33
"	40	"	0,30

Каждая тысячная увеличения эквивалентного подъема дает в зависимости от скорости увеличение механической работы на 22—27%, а именно:

при скорости	15 км/час	. . .	27%
"	20	"	25%
"	25	"	23%
"	30	"	22%

8) Скорость на расчетном подъеме оказывает влияние на поездок-километры, паровозо-километры, поездок-часы, паровозо-часы и человеко-часы в поездах. Влияние это сравнительно слабое; как видно из таблицы 37, увеличение скорости на 5 км/час вызывает увеличение перечисленных измерителей на 2—5%. Соответственно этому коэффициент влияния скорости на расчетном подъеме на связанные с ним измерители составляет 0,03—0,09.

<sup>1)</sup> Эта зависимость носит приблизительный характер. При более точном подсчете необходимо для каждого элемента профиля принимать соответствующую ему скорость по тяговым расчетам.



9) Средняя ходовая скорость, с одной стороны, вызывает прямое изменение числа тонно-километров механической работы, а с другой — изменяет обратно пропорционально некоторую долю измерителей, связанных со временем, т.-е. поезд-часов, паровозо-часов, человеко-часов в поездах и осе-часов наличных вагонов товарного парка. Увеличение ходовой скорости на 1 км/час, как видно из таблицы 38, вызывает увеличение числа тонно-километров механической работы. Увеличение это будет различно при различных эквивалентных подъемах, а именно:

при эквивалентном подъеме—1,50‰ на 50‰ причем с ходовой скоростью 1,00 механ. работы связано (коэффициент влияния на механическую работу)

„	„	„	0,00‰	„	20‰	„	0,40	„	„
„	„	„	+ 1,50‰	„	1,25‰	„	0,25	„	„
„	„	„	+ 3,00‰	„	0,90‰	„	0,18	„	„
„	„	„	+ 3,50‰	„	0,70‰	„	0,14	„	„

В то же время средняя ходовая скорость влияет обратно пропорционально на 60‰ поезд-часов и паровозо-часов, на 48‰ человеко-часов в поездах и на 15‰ осе-часов наличных вагонов товарного парка, вследствие чего увеличение ее на 1 км/час приводит к уменьшению этих измерителей от 0,25‰ до 6‰.

Коэффициент влияния ходовой скорости таким образом будет:

для поезд-часов и паровозо-часов	. . . . .	0,60
„ человеко-часов в поездах	. . . . .	0,48
„ осе-часов вагонов товарного парка	. . . . .	0,15

Прежде чем перейти к установлению зависимости от профиля эксплуатационного расхода, необходимо разобрать вопрос о характеристиках профиля в прямом и обратном направлениях.

#### Б. Влияние характеристик профиля в прямом и в обратном направлении на измерители работы.

Различие профиля в прямом и в обратном направлениях вызывает необходимость оценки влияния на расходы характеристик профиля в каждом направлении в отдельности. Найденные выше зависимости измерителей работы железной дороги от характеристик профиля выведены без учета направления движения, т.-е. могут быть применены для груженого или для порожнего направления в отдельности. Таким образом для каждого из направлений движения на основании произведенных подсчетов может быть определено влияние изменений характеристик профиля в этом направлении на измерители этого направления.

Для перехода к изменению эксплуатационного расхода необходимо установить зависимость между измерителями работы в каждом направлении и измерителями работы в обоих направлениях, т.-е. определить долю числа поезд-километров в груженом направлении от общего



числа поездо-километров в обоих направлениях, долю паровозо-километров груженого направления от общего и т. д.

При этом необходимо рассмотреть те из измерителей, которые связаны с отдельными характеристиками профиля, т.-е. поездо-километры, паровозо-километры, паровозо-часы, поездо-часы, человеко-часы в товарных поездах, осе-часы наличных вагонов товарного парка и тонно-километры механической работы.

К расчленению каждого из перечисленных 7 измерителей на доли, падающие на прямое и обратное направления, и переходим в дальнейшем.

#### *а) Поездо-километры товарного движения.*

При неравномерности движения по направлениям некоторое число вагонов в обратном направлении будет следовать порожним. Вследствие этого средний состав поезда в обратном направлении будет может быть больше среднего состава в грузовом направлении и число поездов меньше. Поэтому доля поездо-километров в груженом направлении при неравномерном движении по направлениям несколько больше половины общего числа поездо-километров.

Для средних условий сети в 1926/27 г., применительно к которым ведется расчет, доля поездо-километров груженого направления от общего составляла 0,55. Для отдельных железнодорожных линий величина эта колеблется в пределах 0,50 — 0,60 в зависимости от равномерности движения и от величины средних динамических нагрузок вагона тов. парка в прямом и обратном направлении.

Таким образом для средних условий можно принять, что в груженом направлении следует 0,55 от общего числа поездо-километров. Для условий работы каждой отдельной линии необходимо произвести специальный подсчет.

Для того чтобы произвести этот подсчет, приходится разобраться в способах формирования поездов обратного направления. При наличии течения порожняка в обратном направлении возможно отправлять порожняк специальными порожняковыми составами или составлять комбинированные поезда из груженных и порожних вагонов.

При отправлении порожняка специальными составами обычно длина поезда получается настолько большой, что состав должен быть ограничен по длине, вследствие чего использование силы тяги паровоза получается далеко неполным. Поезда из груженных вагонов следуют в этом случае полногружными или близкими к полногружным.

Например, при среднем по сети расчетном подъеме в  $9\text{‰}$ , паровозе серии ПД с пределом силы тяги по сцеплению 10700 кг и весом паровоза с тендером в рабочем состоянии 120 тонн и скорости на расчетном подъеме в 10 км-час, удельное сопротивление порожних вагонов будет 2,20 км/т, паровоза — 2,0 км/т.



Расчетный вес для поезда из порожних вагонов

$$Q_p = \frac{10\,700 - 120(2,0 + 9,0)}{2,20 + 9,0} = \frac{10\,700 - 1\,320}{11,2} = \frac{9\,380}{11,2} = 837 \text{ т.}$$

Расчетный состав при средней tare на ось 3,8 тонн будет:

$$m_p = \frac{Q_p}{3,8} = \frac{837}{3,8} = 220 \text{ осей.}$$

Между тем среднее по сети ограничение состава по длине станционных путей около 120 осей. Таким образом недоиспользование веса поезда при таком способе формирования поездов получается весьма значительным.

При работе комбинированными составами из груженых и порожних вагонов и расчетный вес поезда-брутто может быть определен из равенства:

$$Q_p = \frac{10\,700}{2,0 + 9,0} - 120 = 974 - 120 = 854 \text{ т.}$$

Расчетный состав будет зависеть от соотношения между груженными и порожними вагонами. Если долю осе-километров порожних вагонов от общего числа осе-километров в обоих направлениях обозначить через  $y$ , то доля порожняка в порожнем направлении будет  $2y$ , и средний состав в порожнем направлении  $m_{БВ}$  будет состоять из  $2ym_{БВ}$  — порожних вагонов, весом  $2ym_{БВ}q$  и из  $(1 - 2y)m_{БВ}$  — груженых вагонов весом  $(1 - 2y)m_{БВ}(p_{гр} + q)$ , а общий вес состава брутто:

$$Q_{БВ} = 2ym_{БВ}q + (1 - 2y)m_{БВ}(p_{гр} + q) \text{ или}$$

$$Q_{БВ} = m_{БВ}[2yq + (1 - 2y)(p_{гр} + q)]$$

$$Q_{БВ} = m_{БВ}(p_{гр} + q - 2yp_{гр}).$$

При средней нагрузке груженого вагона в порожнем направлении в 1926/27 г., равной 5,8 тонны,<sup>1</sup> средней tare 3,8 тонны на ось, получим для 1926/27 г.:

$$Q_{БВ} = m_{БВ}(9,6 - 11,6y);$$

отсюда

$$m_{БВ} = \frac{Q_{БВ}}{9,6 - 11,6y};$$

Для средних условий 1926/27 г. по сети процент порожнего пробега от общего составлял 29,3%, следовательно, среднее по сети значение величины  $m_{БВ}$  будет 0,293 и средняя величина состава поезда при работе комбинированными составами будет

$$m_{БВ} = \frac{854}{9,6 - 11,6 \cdot 0,293} = \frac{854}{9,6 - 3,4} = \frac{854}{6,2} = 138 \text{ осей.}$$

<sup>1</sup> См. Н. А. Морщихин. — „Себестоимость перевозки в прямом и обратном направлении“ Сборник „Себестоимость перевозочных операций на железных дорогах“, часть II. Москва. 1931 г.



Между тем ограничение по длине в среднем по сети заставляет отправлять поезда не более 120 осей. Если учесть, что для более мощных паровозов О, Э, Э<sup>у</sup>, Е, расчетный комбинированный состав будет еще больше, чем подсчитанный для паровозов серии Ц, то приходится признать, что применение комбинированных поездов с использованием силы тяги паровоза в полной мере для средних условий (при среднем подъеме в 9 тысячных) невозможно.

Фактический средний состав поезда в порожнем направлении в 1926/27 г. был 107,5 осей.

Таким образом сила тяги паровоза в порожнем направлении при обоих способах формирования состава в среднем используется не полностью, и фактический вес и состав поезда в порожнем направлении определяется не в зависимости от расчетного подъема в этом направлении, а в зависимости от ограничения состава поезда по длине.

Для того чтобы учесть влияние расчетного подъема в порожнем направлении для какой-либо железнодорожной линии, можно применить два метода: 1) ввести предположение, что длина станционных путей не препятствует (при имеющемся на дороге проценте порожнего пробега) применению комбинированных составов полного веса в порожнем направлении, определяемого по расчетному подъему в этом направлении; 2) ввести предположение, что комбинированные составы не применяются, и расчетный подъем в порожнем направлении, определяет состав только груженых поездов в этом направлении.

Оба эти способа учета влияния расчетного подъема в порожнем направлении основаны на предположениях, не отвечающих действительному положению дела. Однако второе предположение ближе к действительности и может быть принято в качестве условного предположения для нашего расчета.

Действительно, если бы в 1926/27 г. порожние вагоны отправлялись бы комбинированными составами, то средний состав поезда в порожнем направлении мог бы быть определен следующим образом.

Общее число осе-километров порожних вагонов товарного парка в 1926/27 г. составляло 29,3% от общего, или около 58,6% от числа осе-километров в порожнем направлении. Если принять для порожнего направления состав порожняковых поездов по ограничению по длине — 120 осей, и средний состав груженых поездов, как и в груженом направлении — 90,6 осей, то средний состав в порожнем направлении определится из уравнения:

$$\frac{58,6}{120} + \frac{41,4}{90,6} = \frac{100,0}{X}; \text{ откуда}$$

$$X = \frac{100,0}{\frac{58,6}{120} + \frac{41,4}{90,6}} = \frac{100,0}{0,489 + 0,456} = \frac{100,0}{0,945} = 106 \text{ осей.}$$



Фактический средний состав в порожнем направлении в 1926/27 г. был 107,5 осей. Из сопоставления этих цифр среднего состава: расчетного в 106 осей, при работе исключительно порожняковыми составами, и 107,5 осей фактического видно, что работа железных дорог в 1926/27 г. происходила главным образом путем выделения специальных порожняковых составов, вследствие чего сделанное нами предположение будет для 1926/27 г. довольно близким к действительности. В течение 1927/28 — 1928 — 30 гг. положение изменилось незначительно.

Исходя из этого предположения, нетрудно расчленить общее число поездо-километров на поездо-километры грузеного и порожнего направлений.

Для этого расчленения общий вагонный поток линии на три отдельных потока, которые для краткости назовем потоками А, Б и В.

Потоком А назовем поток груженых вагонов в грузовом направлении. Среднюю динамическую нагрузку этих вагонов обозначим  $p_A$ , а средний состав поездов этого потока —  $m_A$ .

Потоком Б будем называть поток груженых вагонов в обратном направлении. Средняя динамическая нагрузка этих вагонов будет  $p_B$ , а средний состав поездов —  $m_B$ .

Поток В будет поток порожних вагонов в обратном направлении средний состав поездов этого потока обозначим  $m_B$ .

Тогда число тонно-километров нетто будет:

для потока А:  $\Sigma p l_A$

для потока Б:  $\Sigma p l_B = \mu \Sigma p l_A$ ,

где  $\mu$  — коэффициент равномерности движения по направлениям;

для потока В:  $\Sigma p l_B = 0$ .

Общее число тонно-километров нетто будет:

$$\Sigma p l = (1 + \mu) \Sigma p l_A$$

Число осе-километров вагонов товарного парка будет:

для потока А:  $\Sigma n s_A = \frac{\Sigma p l_A}{p_A}$ ;

для потока Б:  $\Sigma n s_B = \frac{\Sigma p l_B}{p_B}$ , или  $\Sigma n s_B = \frac{\mu \Sigma p l_A}{p_B}$ ;

для потока В:  $\Sigma n s_B = \Sigma n s - \left( \frac{\Sigma p l_A}{p_A} + \frac{\mu \Sigma p l_A}{p_B} \right) = \Sigma n s - \left( \frac{1}{p_A} + \frac{\mu}{p_B} \right) \Sigma p l_A$ .



Так как при нормальной работе железнодорожной линии число осе-километров грузеного направления равно числу осе-километров порожнего направления, то:

$$\Sigma ns_A = 0,5 \Sigma ns;$$

$$\Sigma ns_B + \Sigma ns_B = 0,5 \Sigma ns.$$

Отсюда

$$\Sigma ns = 2 \Sigma ns_A = \frac{2 \Sigma pl_A}{p_A};$$

$$\Sigma ns_B = \frac{\Sigma pl_A}{p_A} - \frac{\mu \Sigma pl_A}{p_A} = \left( \frac{1}{p_A} - \frac{\mu}{p_B} \right) \Sigma pl_A.$$

Число поездо-километров по каждому потоку будет:

для потока А:

$$\Sigma NL_A = \frac{\Sigma ns_A}{m_A} = \frac{\Sigma pl_A}{p_A m_A} \dots \dots \dots (62)$$

для потока Б:

$$\Sigma NL_B = \frac{\Sigma ns_B}{m_B} = \frac{\mu \Sigma pl_B}{p_B m_B} \dots \dots \dots (63)$$

для потока В:

$$\Sigma NL_B = \frac{\Sigma ns_B}{m_B} = \left( \frac{1}{p_A} - \frac{\mu}{p_B} \right) \frac{\Sigma pl_A}{m_B} \dots \dots \dots (64)$$

Общее число поездо-километров:

$$\Sigma NL = \Sigma NL_A + \Sigma NL_B + \Sigma NL_B,$$

или

$$\Sigma NL = \frac{\Sigma pl_A}{p_A m_A} + \frac{\mu \Sigma pl_A}{p_B m_B} + \left( \frac{1}{p_A} - \frac{\mu}{p_B} \right) \frac{\Sigma pl_A}{m_B} \dots \dots \dots (65)$$

С другой стороны,

$$\Sigma NL = \frac{\Sigma ns}{m} = \frac{2 \Sigma pl_A}{p_A m}.$$

Следовательно,

$$\frac{2 \Sigma pl_A}{p_A m} = \frac{\Sigma pl_A}{p_A m_A} + \frac{\mu \Sigma pl_A}{p_B m_B} + \left( \frac{1}{p_A} - \frac{\mu}{p_B} \right) \frac{\Sigma pl_A}{m_B}$$

Отсюда получаем основную зависимость между средним составом поезда в обоих направлениях и средними составами по каждому из потоков:

$$\frac{2}{p_A m} = \frac{1}{p_A m_A} + \frac{\mu}{p_B m_B} + \frac{1}{p_A m_B} - \frac{\mu}{p_B m_B}.$$



Величина обратная среднему составу, в обоих направлениях будет равна:

$$\frac{1}{m} = 0,5 \left( \frac{1}{m_A} + \frac{\mu p_A}{p_A m_B} + \frac{1}{m_B} - \frac{\mu p_A}{p_B m_B} \right) \dots \dots \dots (66)$$

Из полученного выражения для среднего состава поезда в обоих направлениях видно, что средний состав зависит от средних составов поездов в каждом из трех потоков  $m_A$ ,  $m_B$ ,  $m_B$ , а также от коэффициента равномерности движения по направлениям  $\mu$  и отношения нагрузок в грузовом и в обратном направлениях  $\frac{p_A}{p_B}$ .

Так как величина

$$\mu \frac{p_A}{p_B} = \frac{\sum ns_B}{\sum ns_A} \dots \dots \dots (67)$$

то эта величина представляет собою отношение числа осе-километров груженых вагонов в обратном направлении к числу осе-километров груженого направления и может быть названа коэффициентом равномерности движения по направлениям в осе-километрах. Эта величина, как легко видеть, связана с долей порожнего пробега от общего простой зависимостью:

$$\mu \frac{p_A}{p_B} = \frac{\sum ns_B}{\sum ns_A} = 1 - y,$$

где  $y$  — отношение порожнего пробега вагонов товарного парка к общему.

Тогда  $1 - \mu \frac{p_A}{p_B} = 2y$ , и выражение (66) принимает вид

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{2m_A} + \frac{1-2y}{2m_B} + \frac{y}{m_B} \dots \dots \dots (68)$$

Доля поездо-километров груженого направления от общего числа поездо-километров будет

$$\gamma_A = \frac{\sum NL_A}{\sum NL} = \frac{m}{2m_A} \dots \dots \dots (69)$$

или после подстановки значения среднего состава из выражения (68)

$$\gamma_A = \frac{1}{1 + (1-2y) \frac{m_A}{m_B} + 0,5 y \frac{m_A}{m_B}} \dots \dots \dots (70)$$

Доля поездо-километров груженых поездов обратного направления от общего числа поездо-километров будет:

$$\gamma_B = \frac{\sum NL_B}{\sum NL} = \frac{\mu p_A m}{2 p_B m_B} = \frac{1-2y}{2} \cdot \frac{m}{m_B} \dots \dots \dots (71)$$



или

$$\eta_B = \frac{1-2y}{\frac{m_B}{m_A} + 1 - 2y + \frac{y m_B}{m_B}} \dots \dots \dots (72)$$

Доля поездо-километров порожних поездов обратного направления от общего числа поездо-километров будет:

$$\eta_B = \frac{\sum N L_B}{\sum N L} = \left( \frac{1}{p_A} - \frac{y}{p_B} \right) \frac{p_A m}{2 m_B} = \frac{y m}{m_B} \dots \dots \dots (73)$$

$$\eta_B = \frac{y}{\frac{m_B}{2 m_A} + \frac{(1-2y) m_B}{2 m_B} + y} \dots \dots \dots (74)$$

Как видно из полученных выражений (68—74), доля поездо-километров по каждому из потоков от общего числа поездо-километров будет зависеть от величины составов поездов по каждому из потоков и от коэффициента порожнего пробега  $y$ .

Для каждого значения коэффициента порожнего пробега  $y$ —зависимость между величинами составов:  $m$ ,  $m_A$ ,  $m_B$ ,  $m_B$ , будет выражаться равенством (68).

Вследствие того, что в выражение (68) входят 4 переменных, то графическое изображение этой зависимости представляется довольно сложным.

Эта зависимость может быть построена, если задаться двумя величинами из четырех. На фиг. 22, 23 и 24 эта зависимость построена для трех частных случаев: 1) коэффициент порожнего пробега  $y=0$ ; движение равномерно по направлениям, порожняка отсутствует, и величина  $m_B$  из уравнения выпадает (фиг. 22).

2) Коэффициент порожнего пробега  $y=0,5$ ; в обратном направлении груз не следует, движется исключительно порожняк, и величина  $m_B$  выпадает (фиг. 23).

3) Коэффициент порожнего пробега равен средне-сетевому—0,275. Ограничение по длине 200 осей. На фиг. 24 для каждого значения  $m_A$  и  $m_B$  может быть найдено соответствующее значение  $m$ .

Если распределение общего числа поездо-километров не может быть принято таким же, как и в среднем по сети, т.-е. 0,55, то отношение числа поездо-километров каждого из потоков к общему может быть определено по формулам (69), (71), (73), при чем значения  $m$  при различных величинах  $m_A$ ,  $m_B$ ,  $m_B$  и  $y$  определяются по формуле (68) или по диаграмме, аналогичным диаграммам 22—24.

Для средних условий сети мы примем отношение числа поездо-километров груженого направления к общему числу поездо-километров равным 0,55.

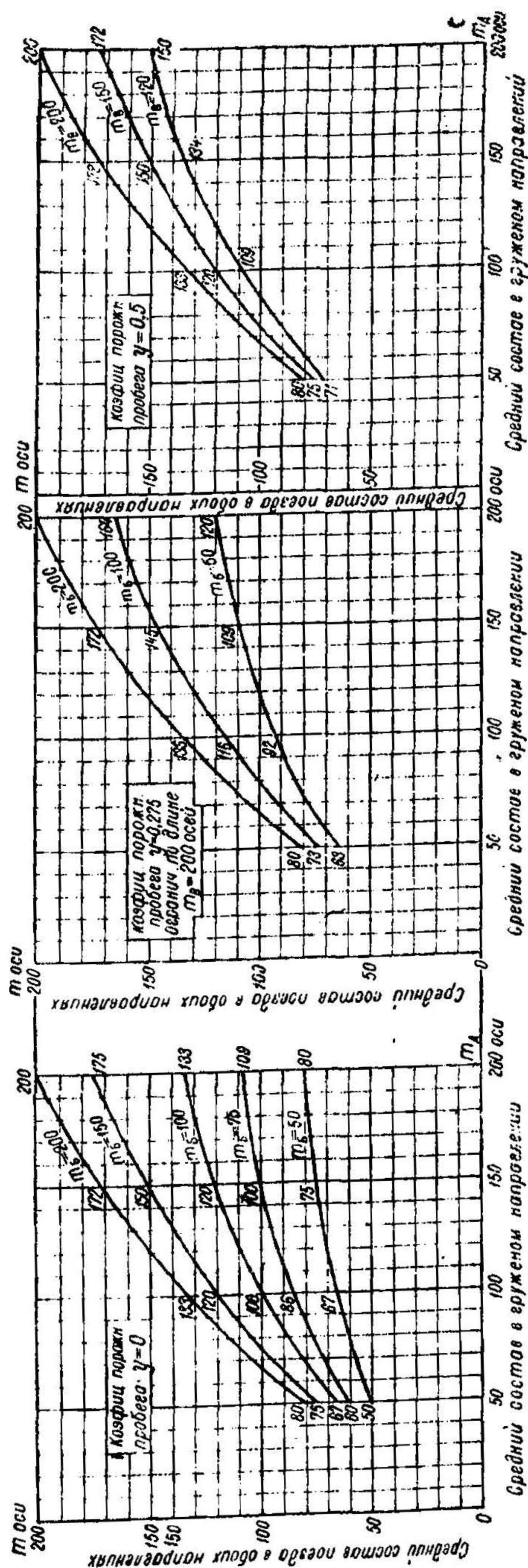


Отношение числа поездо-километров груженых поездов обратного направления к общему числу поездо-километров для средних условий 1926/27 г. найдется из следующего расчета.

Число осе-километров порожняка от общего составляет 0,293. Число осе-километров груженых поездов порожнего направления от общего числа осе-километров в обоих направлениях будет  $0,5 - 0,293 = 0,207$ . Если составы груженых поездов прямого и обратного направления принять одинаковыми, то поездо-километры груженых поездов порожнего направления составят  $0,55 \cdot \frac{0,207}{0,50} = 0,228$ , или, с округлением, 23%.

В соответствии с соображениями, высказанными выше, будем считать, что средний состав порожняковых поездов ограничен не по весу, а по длине, вследствие чего число поездо-километров этих поездов будет определяться не расчетным сопротивлением в обратном направлении, а длиной станционных путей. Поэтому влияние расчетного сопротивления в обратном направлении на поездо-километры будем учитывать лишь в той доле, которая падает на груженные поезда этого направления, т.-е. для средних условий сети в доле 0,23.

Определим, при каком расчетном подъеме состав порожняка будет определяться не ограничением по длине поезда, которое примем в 120 осей, а расчетным подъемом. Этот подъем для паровоза серии ПЦ найдется из



Фиг. 22--24. Зависимость среднего состава поезда в обоих направлениях от средних составов в груженом и в обратном направлениях.

уравнения:



$$\frac{10700}{2,2 + X} - 120 = 120 \cdot 3,8,$$

откуда

$$X = \frac{10700}{120 \cdot 3,8 + 120} - 2,2 = \frac{10700}{575} - 2 = 18,6 - 2,2$$

$$X = 16,4\%$$

Таким образом при рассмотрении линий с расчетным подъемом менее 16,4% в расчет влияния расчетного подъема в обратном направлении можно вводить только груженные поезда этого направления. При большом расчетном подъеме необходимо учитывать все поезда обратного направления.

*б) Паровозо-километры и паровозо-часы товарных паровозов в одиночном пробеге, подталкивании и двойной тяге и поездо-часы товарного движения.*

Как определено выше, процент эксплуатационных расходов, связанных с каждым из этих измерителей, незначителен (около 1% эксплуатационного расхода). Вследствие этого в пределах точности подсчета представляется целесообразным не учитывать довольно сложное влияние характеристик профиля на эти измерители, а принять распределение этих измерителей по направлениям, пропорциональным распределению поездо-километров, т.-е. для средних условий отнести 0,55 на измерители грузового направления и 0,45 или 0,23 на измерители порожнего направления. Для условий, отклоняющихся от среднесетевых распределение рассматриваемых измерителей по направлениям производится на основании распределения поездо-километров.

*в) Человеко-часы в товарных поездах.*

Как показано в нашей работе „Себестоимость перевозки в прямом и в обратном направлении“, коммерческая скорость поездов в прямом и в обратном направлениях для средних условий работы сети может считаться одинаковой. В этом случае распределение человеко-часов в товарных поездах по направлениям для средних условий будет таким же, как и для поездо-километров.

В том случае, если коммерческая скорость в прямом и в обратном направлениях отличается от средней в обоих направлениях, то при распределении человеко-часов в товарных поездах необходимо ввести поправку на различные коммерческие скорости, т.-е. долю поездо-километров, приходящуюся на каждое направление, умножить на отношение средней скорости в обоих направлениях и скорости в данном направлении движения.

При этом в отношении порожнего направления остается в силе приведенное выше соображение об учете пробега поездов из порожняка лишь при расчетном подъеме выше 16 тысячных (при паровозе серии ПЦ).



а) Тонно-километры механической работы.

Не имея данных о величине среднего эквивалентного сопротивления в прямом и обратном направлении для средних условий сети, будем считать его одинаковым для обоих направлений. Распределение тонно-километров механической работы может быть определено, исходя из распределения тонно-километров брутто.

Величина тонно-километров брутто для каждого из потоков найдется умножением числа тонно-километров нетто на величину отношения веса брутто к весу нетто. В соответствии с этим получим число тонно-километров брутто равным

$$\text{для потока } A : \frac{p_A + q}{p_A} \Sigma p l_A = (1 + \lambda_A) \Sigma p l_A$$

$$\text{„ „ } B : \frac{p_B + q}{p_B} \Sigma p l_B = (1 + \lambda_B) \mu \Sigma p l_A$$

$$\text{„ „ } B : \frac{q}{p_A} \Sigma p l_A - \frac{p l q}{p_B} \Sigma p l_A = (\lambda_A - \mu \lambda_B) \Sigma p l_A$$

Отношение числа тонно-километров брутто по каждому из потоков к общей равной величине:

$$(1 + \mu + 2\lambda_A) \Sigma p l_A$$

будет равно:

$$\text{для потока } A : \frac{1 + \lambda_A}{1 + \mu + 2\lambda_A};$$

$$\text{„ „ } B : \frac{(1 + \lambda_B) \mu}{1 + \mu + 2\lambda_A};$$

$$\text{„ „ } B : \frac{\lambda_A - \mu \lambda_B}{1 + \mu + 2\lambda_A};$$

где  $\lambda_A$  — отношение тары к средней динамической нагрузке в груженом направлении,

$\lambda_B$  — отношение тары к средней динамической нагрузке груженых вагонов порожнего направления.

Так как среднее эквивалентное сопротивление в порожнем направлении влияет на все поезда этого направления как на порожние, так и на груженые, то для оценки влияния профиля в обратном направлении необходимо учитывать оба потока  $B$  и  $B$ .

Величина механической работы для этих потоков, кроме количества тонно-километров брутто, будет отличаться также и величиной среднего эквивалентного сопротивления, которое для потока  $B$ , состоящего из порожних вагонов, будет больше.







д) *Осе-часы наличных вагонов товарного парка.*

В работе по определению себестоимости перевозки в прямом и обратном направлениях найдено, что отношение среднего суточного пробега вагона в груженом направлении к среднему равно величине:

$$\frac{s_A}{s} = 0,925 + 0,075\mu;$$

при средних условиях  $\mu = 0,44$  и

$$\frac{s_A}{s} = \frac{1}{0,925 + 0,075 \cdot 0,44} = \frac{1}{0,958} = 1,05.$$

Очевидно, что при рассмотрении осе-часов вагонов товарного парка, с которыми связано всего около 3% эксплуатационного расхода, такой поправкой можно пренебречь и считать среднесуточные пробеги вагонов по направлениям одинаковыми. При этом предположении распределение осе-часов вагонов товарного парка по направлениям будет таким же, как и распределение осе-километров, т.-е. по 50% на каждое направление.

Такое распределение можно принять и для условий работы, отличающихся от средних.

После рассмотрения распределения измерителей по направлениям переходим к определению влияния характеристик профиля на эксплуатационные расходы.

## В. Влияние профиля линии на эксплуатационные расходы.

Для оценки влияния рассмотренных характеристик профиля: расчетного подъема, эквивалентного подъема, ходовой скорости и скорости на расчетном подъеме на эксплуатационные расходы, остается определить долю эксплуатационного расхода, связываемого каждым из входящих в схему 12 измерителей работы железных дорог. При этом, подобно тому, как это было нами выполнено при определении влияния длины линии, учтем изменение эксплуатационных расходов по нескольким градациям. Введем две градации изменения расходов. Первой градацией будем считать незначительное изменение элементов профиля, сопровождающееся незначительным изменением эксплуатационного расхода. Этот случай будет отвечать переустройству профиля на существующей линии, когда расходы по управлению дорогой, расходы по мастерским, а также расходы чрезвычайные, временные и непредвиденные можно считать неизменяющимися при изменении профиля. Второй градацией будем считать более крупные изменения профиля на эксплуатируемой линии или изменения профиля для проектируемой линии. В этом случае все расходы, связанные с тем или иным измерителем, будем считать изменяющимися.



Оценивая влияние каждой из характеристик профиля на эксплуатационные расходы, сначала определим влияние рассматриваемой характеристики в обоих направлениях, а затем, учитывая произведенное расчленение измерителей работы железнодорожной линии по направлениям движения, рассчитаем для средних условий работы сети в 1926/27 г. влияние на эксплуатационные расходы изменения отдельных характеристик для прямого и обратного направления в отдельности.

*а) Изменение эксплуатационного расхода при изменении расчетного сопротивления.*

Как показано выше, с расчетным сопротивлением связаны следующие измерители: поездо-километры, паровозо-километры, паровозо-часы и человеко-часы в товарных поездах. Каждый из этих измерителей связывает следующий процент эксплуатационного расхода (табл. 6):

1) поездо-километры . . . . .	— 5,98%	} от всего эксплуатационного расхода
2) паровозо-километры . . . . .	— 0,82%	
3) паровозо-часы . . . . .	— 1,08%	
4) поездо-часы . . . . .	— 1,12%	
5) человеко-часы в товарных поездах . . . . .	— 7,96%	
<hr/> Всего . . . . .		16,96%

Таким образом все пять измерителей связывают 16,96% от всего эксплуатационного расхода, или, так как товарное движение охватывает 74,22% всех эксплуатационных расходов,  $\frac{16,96}{0,7422} = 22,9\%$  от расхода по товарному движению.

Все перечисленные измерители, как показано выше, будут обратно пропорциональны составу поезда. Следовательно, доля эксплуатационного расхода, связанная с этими измерителями, может быть названа коэффициентом влияния состава поезда. Величина этого коэффициента влияния при изменении расходов по 2-й градации таким образом будет равна 0,229, а с округлением — 0,23.

Для определения коэффициента влияния среднего состава поезда по 1-й градации, т.-е. при рассмотрении состава на эксплуатируемых железнодорожных линиях или при незначительных изменениях величины состава, необходимо рассмотреть более детально эксплуатационные расходы, связанные с каждым из перечисленных 5 измерителей и выделить из них расходы по управлению, по мастерским, а также расходы, непредвиденные, и пр. Такое рассмотрение производится весьма просто при помощи таблиц 10, 11, 12 и 13, дающих распределение расходов, пропорциональных рассматриваемым 5 измерителям на составные части.



Из расходов, пропорциональных поездо-километрам товарного движения (табл. 10), подлежат выделению следующие расходы, в процентах:

по правлению дороги . . . . .	—0,20
„ управлению службой эксплуатации . .	—0,03
„ „ „ тяги . . . . .	—0,05
„ мастерским . . . . .	—0,25
непредвиденные и пр. . . . .	—0,18

Всего . . 0,71

В числе расходов, изменяющихся по 1-й градации, остается таким образом  $5,98\% - 0,71\% = 5,27\%$  от всего эксплуатационного расхода или  $\frac{5,27}{0,7422} = 7,1\%$  от эксплуатационного расхода по товарному движению.

Из расходов, пропорциональных паровозо-километрам товарных паровозов в подталкивании, двойной тяге и одиночному пробегу, подлежат исключению следующие расходы (табл. 11), в процентах:

по правлению дороги . . . . .	—0,03	} от всего эксплуатационного расхода
„ управлению службами эксплуатации и тяги . . . . .	—0,01	
„ мастерским . . . . .	—0,05	
расходы, непредвиденные, и пр. . . . .	—0,02	
Всего . . 0,11		

Остается расходов, изменяющихся по 1-й градации,  $0,82\% - 0,11\% = 0,71\%$  от всех эксплуатационных расходов, или  $9,6\%$  от расхода по товарному движению.

Из расходов, пропорциональных паровозо-часам одиночного пробега, подталкивания, двойной тяги и горячего резерва (табл. 12), подлежат исключению расходы, в процентах:

по правлению дороги . . . . .	—0,035	} от всего эксплуатационного расхода
„ управлению службами эксплуатации и тяги . . . . .	—0,01	
„ мастерским . . . . .	—0,32	
непредвиденные и пр. . . . .	—0,035	
Всего . . 0,40		

Остается таким образом  $1,08\% - 0,40\% = 0,68\%$  от всего эксплуатационного расхода, или  $0,92\%$  от расхода по товарному движению.



Из числа расходов, пропорциональных поездо-часам, (табл. 12) подлежат исключению те же расходы в процентах, составляющие:

по правлению дороги . . . . .	—0,35	} от всего эксплуатационного расхода
„ управлению службой . . . . .		
„ эксплуатации и тяги . . . . .	—0,02	
„ мастерским . . . . .	—0,33	
непредвиденные и пр. . . . .	—0,35	
<hr/> Всего . . . 0,40		

Из числа рассматриваемых расходов остается, таким образом,  $1,12\% - 0,40\% = 0,72\%$  от всего эксплуатационного расхода, или  $0,97\%$  от расхода по товарному движению.

Из расходов, пропорциональных человеко-часам в товарных поездах, исключаем расходы (табл. 13) в процентах:

по правлению дороги . . . . .	—0,27	} от всего эксплуата- ционного расхода
„ управлению службой эксплуатации	—0,04	
„ „ „ тяги . . . . .	—0,05	
непредвиденные и пр. . . . .	—0,24	
<hr/>		
Всего . . . 0,60		

Расходами, изменяющимися по 1-й градации, будут таким образом,  $7,96\% - 0,60 = 7,36\%$  от всего эксплуатационного расхода, или  $9,94\%$  от расхода по товарному движению.

Таким образом при изменении расчетного сопротивления по 1-й градации будет изменяться следующее количество расходов, в процентах:

1) пропорц. поездо-километрам . . . . .	—5,27	} от всего эксплуатационного расхода
2) „ паровозо-километрам . . . . .	—0,71	
3) „ паровозо-часам . . . . .	—0,68	
4) „ поездо-часам . . . . .	—0,72	
5) „ человеко-часам в товарных поездах . . . . .	—7,36	
<hr/> Всего . . . 14,74		

или  $19,9\%$  от эксплуатационного расхода по товарному движению.

Коэффициент влияния при изменении состава поезда по 1-й градации будет равен таким образом величине 0,20.

Результаты произведенного анализа приводят таким образом к установлению двух значений коэффициента влияния состава поезда на эксплуатационные расходы:

0,23 — по 2-й градации,

0,20 — по 1-й градации.



Для определения коэффициента влияния расчетного сопротивления на эксплуатационный расход необходимо учесть установленную выше зависимость состава поезда или перечисленных пяти измерителей, связанных с составом, от расчетного сопротивления.

Характер изменения рассматриваемых измерителей при изменении расчетного сопротивления виден из таблицы 34. Эта таблица показывает, как изменяются измерители, связанные с расчетным сопротивлением при изменении величины расчетного сопротивления. Зная долю расходов, падающую на эти измерители, нетрудно перейти и к изменению эксплуатационного расхода. Это изменение видно из таблицы 40, построенной по данным таблицы 34 с заменой измерителей связываемой ими долей эксплуатационного расхода.

ТАБЛИЦА 40.

Изменение эксплуатационного расхода по товарному движению при изменении расчетного сопротивления.

Расчетное сопротивление, в тысячных	Расчетный подъем в тысячных	Доля изменения измерителей, связанных с расчетным сопротивлением	Доля эксплуатационного расхода, связанная с расчетным сопротивлением		Доля изменения эксплуатационного расхода при изменении расчетного сопротивления	
			по 1-й градации	по 2-й градации	по 1-й градации	по 2-й градации
6	4	0,51	0,102	0,117	— 0,098	— 0,113
8	6	0,70	1,140	0,161	— 0,060	— 0,069
11	9	1,00	0,200	0,230	0,000	0,000
14	12	1,31	0,262	0,302	+ 0,062	+ 0,072
17	15	1,65	0,330	0,380	+ 0,130	+ 0,150
20	18	2,04	0,408	0,470	+ 0,208	+ 0,240

Данные таблицы 40 представлены на фиг. 25. Эта диаграмма и таблица 40 дают искомую зависимость эксплуатационного расхода от расчетного сопротивления. Как видно из таблицы и из диаграммы, изменение расчетного сопротивления на 1-тысячную вызывает изменение эксплуатационного расхода (по 2-й градации), примерно, на 2% при расчетном сопротивлении менее среднего (11-тысячных) и, примерно, 3% при расчетном сопротивлении больше среднего.

При переходе от одного расчетного сопротивления к другому, данными таблицы 40 или фиг. 25 приходится пользоваться два раза. Так, например, при переходе от расчетного сопротивления в 17-тысячных к расчетному сопротивлению в 8-тысячных подсчет можно производить следующим образом (по 2-й градации):

Эксплуатационный расход при расчетном сопротивлении 11 тысячных — 1,000  
 " " " " " 17 " — 1,150  
 " " " " " 8 " — 0,931



При переходе от 17‰-ного к 8‰-ному расчетному сопротивлению эксплуатационный расход уменьшится на величину  $1,150 - 0,931 = 0,219$ , или в процентах от первоначального эксплуатационного расхода на величину:

$$\frac{0,219}{1,15} \cdot 100 = 19,0\%$$

Таблицей 40 и диаграммой 25 можно пользоваться и для определения изменения эксплуатационного расхода при изменении расчетного подъема, если принять скорость на расчетном подъеме постоянной и равной 10 км в час. Расчет производится таким же образом, как и для расчетного сопротивления.

Для определения изменения эксплуатационного расхода при изменении скорости на расчетном подъеме необходимо предварительно определить изменение расчетного сопротивления. Так, например, если требуется определить изменение эксплуатационного расхода при переходе от скорости 10 км в час к скорости 20 км в час на расчетном подъеме 15‰, то последовательно определяем:

$$\text{расчетное сопротивление в 1-м случае} = 1,5 + \frac{10}{20} + 15 = 17$$

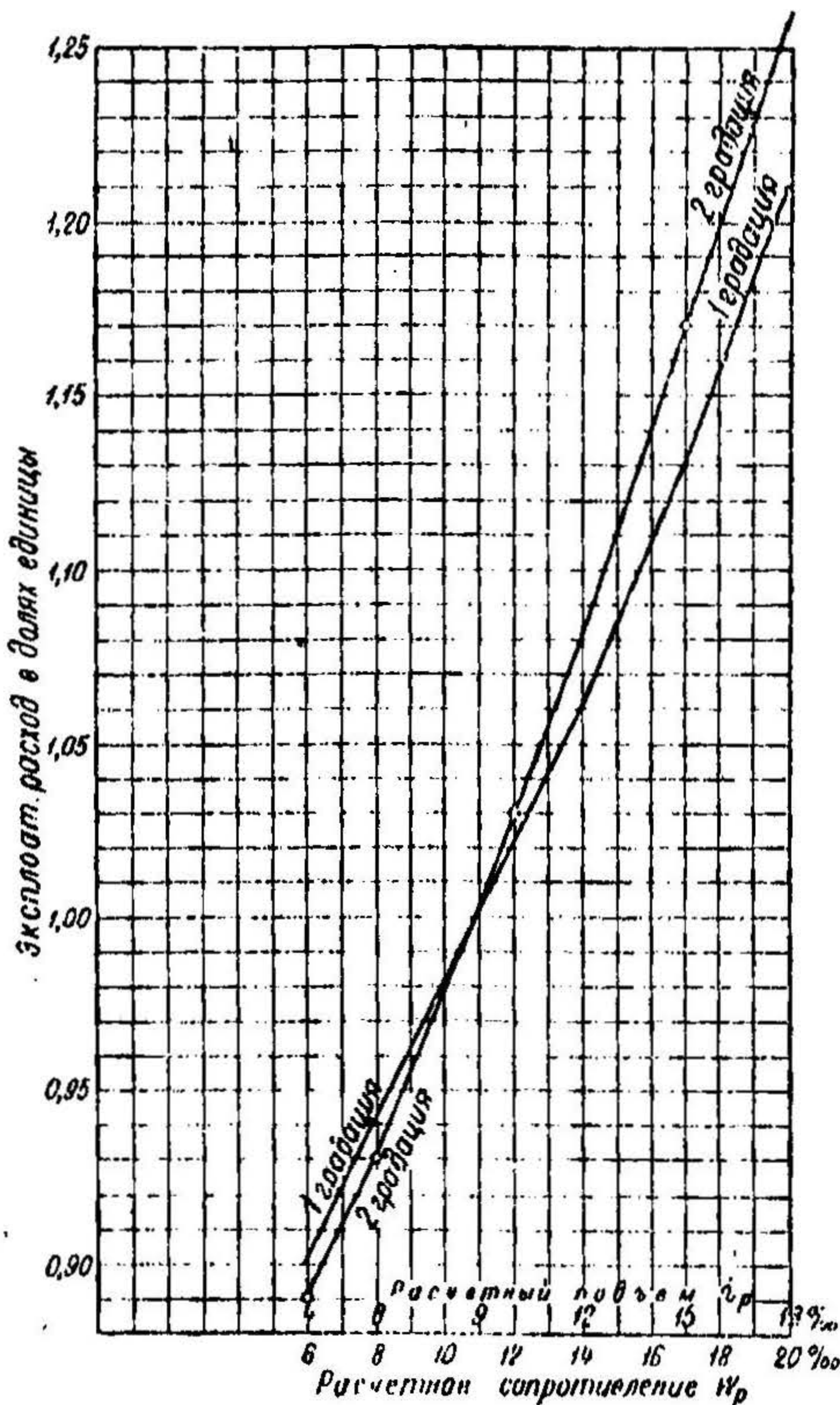
$$\text{„ „ „ 2-м „} = 1,5 + \frac{20}{20} + 15 = 17,5$$

$$\text{Эксплуатационный расход по 2-й градации в 1-м случае (по диагр.)} = 1,17$$

$$\text{„ „ „ „ „ 2-м „} = 1,185$$

Изменение эксплуатационного расхода — 0,015, или в процентах от первоначального  $\frac{0,015}{1,17} 100 = 1,3\%$ .

При совместном изменении расчетного подъема и скорости на расчетном подъеме подсчет производится таким же способом, т.-е. предварительно определяется расчетное сопротивление в 1-м и во 2-м случаях, а затем делается переход по диаграмме 25 к изменению эксплуатационного расхода.



Фиг. 25. Изменение эксплуатационного расхода по движению в зависимости от изменения расчетного сопротивления (в долях единицы).



Вместо того, чтобы пользоваться таблицей 40 или диаграммой 25, возможно применить метод коэффициентов влияния, установив коэффициенты влияния расчетного сопротивления, расчетного подъема и скорости на расчетном подъеме на эксплуатационные расходы. Так как зависимость эксплуатационных расходов от этих измерителей имеет криволинейный характер, то значения коэффициентов влияния будут различные для различных значений характеристик. Очевидно, что коэффициенты влияния расчетного сопротивления и расчетного подъема будут увеличиваться при увеличении этих характеристик, а коэффициент влияния скорости на расчетном подъеме при увеличении расчетного подъема будет уменьшаться.

Определение коэффициентов влияния рассматриваемых характеристик на эксплуатационные расходы может быть произведено двумя путями. Первый путь заключается в использовании коэффициентов влияния расчетного сопротивления, расчетного подъема и скорости на расчетном подъеме на измерители, с ними связанные. Очевидно, что умножив коэффициенты влияния на измерители для каждой из этих характеристик на долю эксплуатационного расхода, связанного с этими измерителями при данном расчетном сопротивлении, получим искомый коэффициент влияния характеристики на эксплуатационный расход.

Так, например, при снижении расчетного сопротивления с 20 до 17-тысячных коэффициент влияния расчетного сопротивления на измерители, с ним связанные, составляет 1,27. Доля эксплуатационного расхода, зависящая от измерителей, связанных с расчетным сопротивлением, т.-е., другими словами, коэффициент влияния этих измерителей на эксплуатационный расход по данным таблицы 40, равна (по 2-й градации)  $\frac{0,470}{1,240} = 0,38$ . Следовательно, искомый коэффициент влияния расчетного сопротивления на эксплуатационный расход при расчетном сопротивлении в 20-тысячных будет  $1,27 \cdot 0,38 = 0,48$ .

Другой способ заключается в определении по таблице 40 отношения относительного изменения эксплуатационного расхода к относительному изменению характеристики. Применяя этот прием к рассмотренному примеру, получим:

относительное изменение эксплуатационного расхода при переходе от 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-ного к 17<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-ному расчетному сопротивлению будет равно:

$$= \frac{0,240 - 0,150}{1,240} = - 0,0725;$$

относительное изменение расчетного сопротивления:

$$= \frac{20 - 17}{20} = - 0,150;$$

искомый коэффициент влияния:

$$\frac{- 0,0725}{- 0,150} = 0,48.$$



Очевидно, что результат подсчета при пользовании тем и другим приемом должны быть одинаковыми (в пределах точности подсчета, т.-е., примерно, до 1% эксплуатационного расхода).

Значение коэффициентов влияния расчетного сопротивления, расчетного подъема и скорости на расчетном подъеме для различных значений расчетного сопротивления приводятся в следующей таблице.

ТАБЛИЦА 48,

Коэффициенты влияния расчетного сопротивления, расчетного подъема и скорости на расчетном подъеме на эксплуатационный расход.

Расчетное сопротивление	Расчетный подъем	Коэффициенты влияния характеристик на измерители, с ними связанные			Доля экспл. расхода, связанного с измерителями		Коэффициенты влияния характеристик на эксплуатационный расход					
		Расчетное сопротивление	Расчетный подъем	Скорость на расчетн. подъеме	1 градация	2 градация	Расчетное сопротивление		Расчетный подъем		Скорость на расч. подъеме	
							1 градация	2 градация	1 градация	2 градация	1 градация	2 градация
8—6	6—4	1,09	0,82	0,07	0,15	0,17	0,16	0,19	0,12	0,14	0,01	0,01
11—8	9—6	1,10	0,90	0,05	0,20	0,23	0,22	0,25	0,18	0,21	0,01	0,01
14—11	12—9	1,10	0,95	0,04	0,24	0,28	0,27	0,31	0,23	0,27	0,01	0,01
17—14	15—12	1,16	1,03	0,03	0,29	0,33	0,34	0,38	0,30	0,34	0,01	0,01
20—17	18—15	1,27	1,14	0,03	0,33	0,38	0,43	0,48	0,38	0,43	0,01	0,01

Приведем пример. При переходе от расчетного подъема в 6-тысячных к подъему в 4-тысячных относительное изменение расчетного подъема

$$K = \frac{4-6}{6} = -0,333.$$

Коэффициент влияния расчетного подъема по таблице (по 2-й градации):  $n = 0,14$ .

Изменение эксплуатационного расхода  $\Delta = nk = -0,14 \cdot 0,333 = -0,047$ , т.-е. расход уменьшится на 4,7%.

То же можно получить по таблице 40 или диаграмме 25.

Изменение эксплуатационного расхода в долях от среднего (по 2-й градации) будет  $0,113 - 0,069 = 0,044$ , или в процентах от первоначального:

$$\frac{0,044}{1 - 0,069} \cdot 100 = \frac{0,044}{0,931} \cdot 100 = 4,7\%.$$

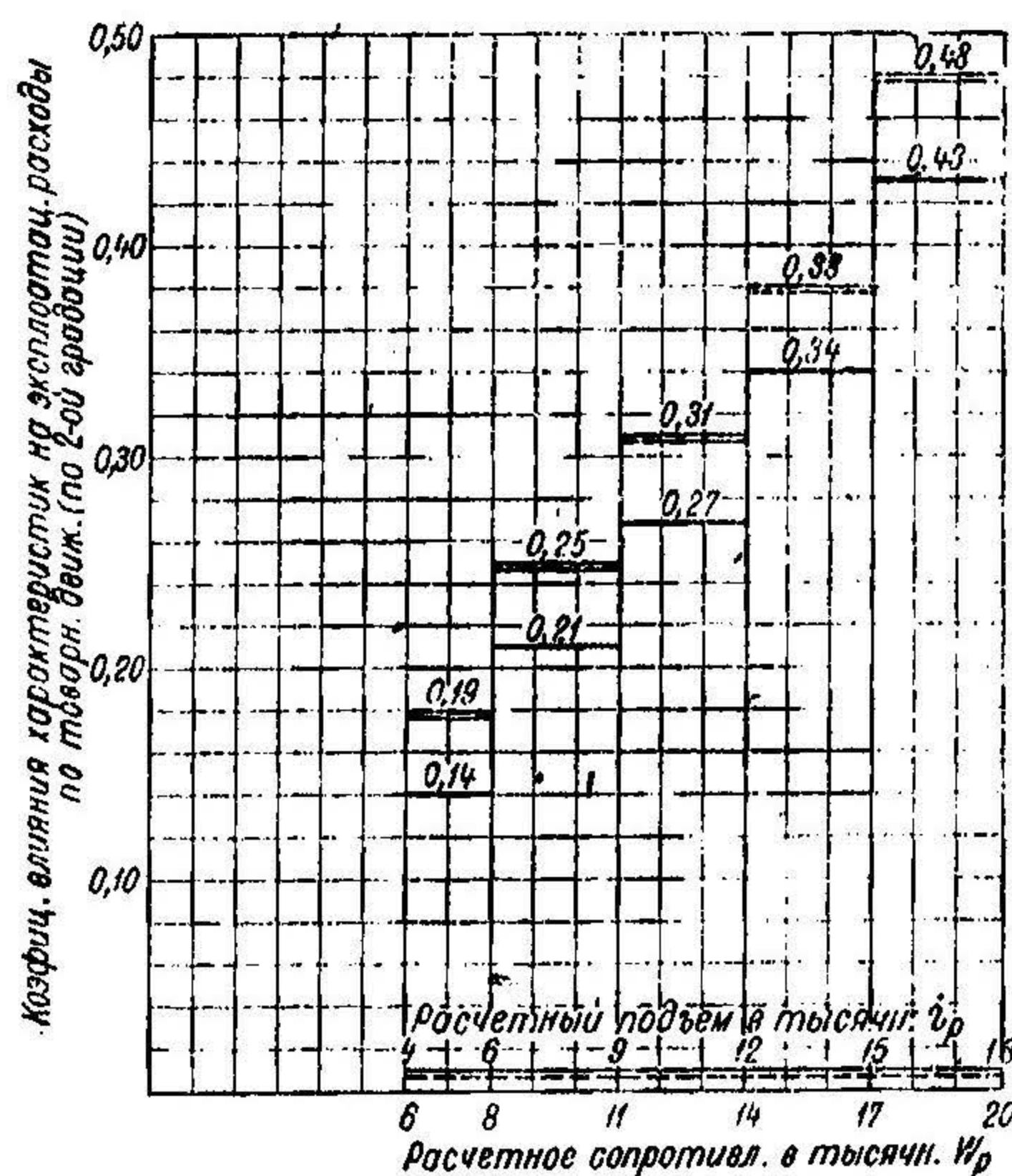
На фиг. 26 по данным таблицы 41 представлена доля эксплуатационных расходов, связанная с измерителями: поездок-километрами, паровозо-километрами, поездок-часами, паровозо-часами и человеко-



часами в поездах при различных значениях расчетного подъема. Так как все эти измерители обратно пропорциональны среднему составу поезда, то приведенные на фиг. 26 и в таблице 41 доли будут в то же самое время коэффициентами влияния для среднего (в обоих направлениях) состава поезда на эксплуатационные расходы. Приведенными коэффициентами влияния можно пользоваться для определения изменения эксплуатационных расходов при изменении среднего состава в обоих направлениях. Так как средний состав поезда является обратным фактором, то расчет должен производиться по формуле:

$$\Delta = \frac{-pk}{1+k}$$

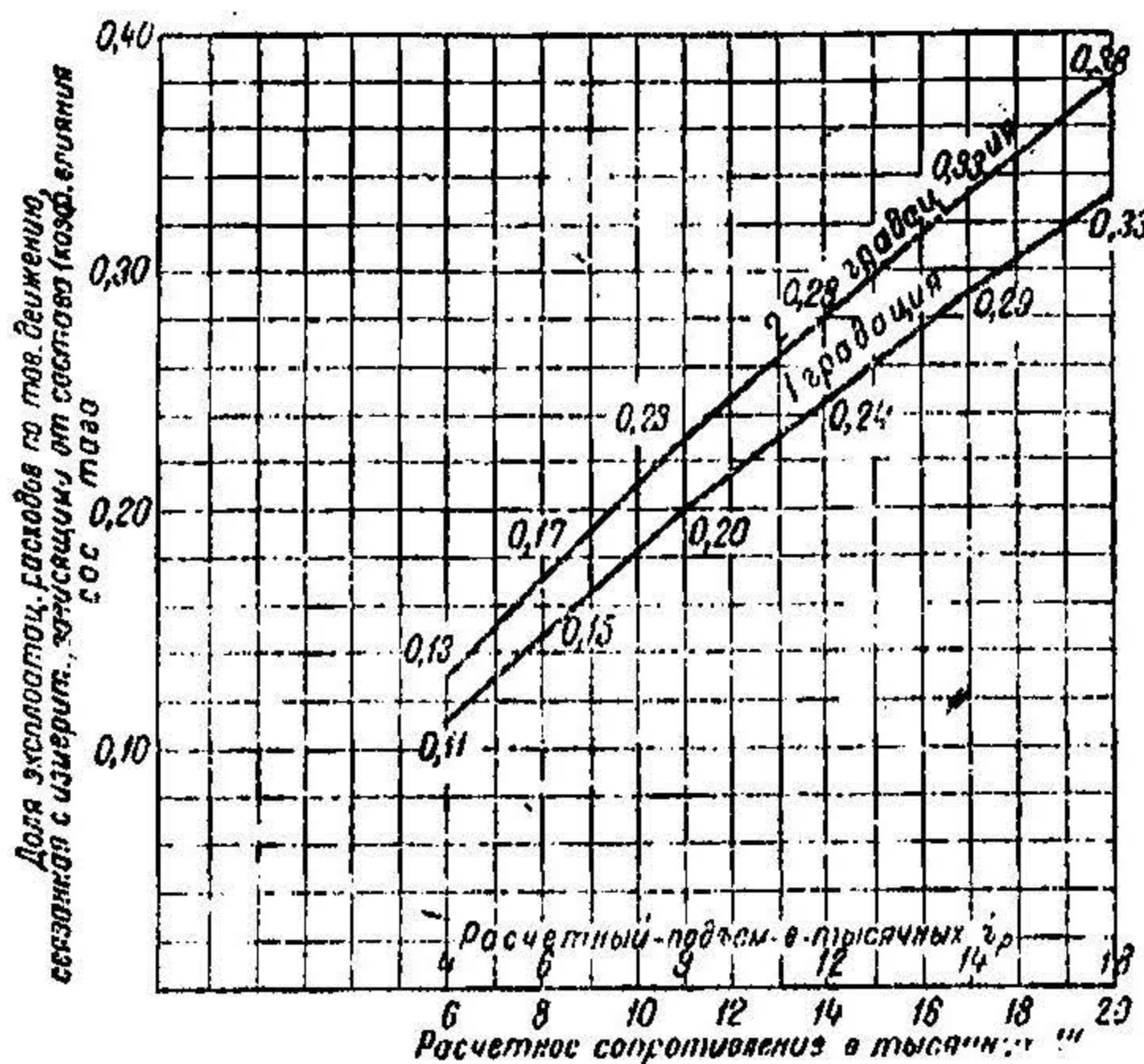
На фиг. 27 изображена величина коэффициента влияния расчетного сопротивления, расчетного подъема и скорости на расчетном подъеме при различных величинах расчетного сопротивления.



— коэффициент влияния  
расчетного сопротивления  
--- коэффициент влияния  
расчетного подъема  
..... коэффициент влияния скорости  
-.-.- коэффициент влияния скорости  
на расч. подъеме

Фиг. 27. Коэффициент влияния характеристики профиля на эксплуатационные расходы по тов. движению (по 2 градации).

значениях расчетного подъема. Так пропорциональны среднему составу



Фиг. 26. Доля эксплуатационного расхода, связанная с измерителями, зависящими от состава поезда (коэффициент влияния среднего состава в обоих направлениях).

Табл. 40 и соответствующая ей фиг. 25, а также табл. 41 и фиг. 26 и 27 составлены без учета направления движения. В действительности же приходится различать отдельные направления движения. Таким образом применение табл. 40 и фиг. 25 может быть допущено только в том случае, если рассматривать изменение среднего расчетного сопротивления в обоих направлениях. При этом порядок расчета изменений эксплуатационного расхода должен быть таков:

1) по расчетным сопротивлениям в четном и нечетном направлениях и по соотношению числа поездов в каждом из направлений, определяется первоначальное расчетное сопротивление линии в обоих направлениях;



2) таким же образом определяется расчетное сопротивление в обоих направлениях после изменения профиля линии;

3) для каждого из вариантов по табл. 40 или графику 25 определяется доля изменения эксплуатационного расхода, которая затем может быть определена в процентах от первоначального эксплуатационного расхода.

Подобный способ расчета может быть значительно упрощен, если приходится, как это часто бывает на практике, рассматривать изменение расчетного сопротивления или расчетного подъема только в одном направлении движения. Для этого из общего эксплуатационного расхода, связанного с измерителями, зависящими от этих характеристик, необходимо выделить расходы, падающие на измерители только грузового или только порожнего направления. Как показано выше, доля рассматриваемых измерителей, падающих на грузовое направление, для средних условий сети составляет 0,55, а на обратное—0,23, если считать связанными с расчетным подъемом в обратном направлении только груженные поезда обратного направления и 0,45, если считать зависящими от расчетного подъема обратного направления все поезда этого направления. Для условий, отклоняющихся от среднесетевых, доля расходов, приходящихся на прямые и обратные направления, должна быть рассчитана при помощи приведенных выше формул.

Если принять соотношение между расходами грузового и обратного направления для среднесетевых условий, то изменение эксплуатационного расхода при изменении расчетного подъема в каком-либо направлении может быть определено весьма просто: путем умножения величины, определенной выше для обоих направлений, на соответствующий коэффициент 0,55—для грузового направления и 0,23 или 0,45—для порожнего направления.

Рассчитанные таким образом данные приводятся в таблицах 42 и 43

ТАБЛИЦА 42.

Эксплуатационный расход по товарному движению, связанный с расчетным сопротивлением в грузовом и в обратном направлении.

Расчетное сопротивление в грузовом или обратном направлении	Расчетный подъем в грузовом или обратном направлении	Доля эксплуатационного расхода, связанная с расчетным сопротивлением в грузовом направлении		Доля эксплуатационного расхода, связанная с расчетным сопротивлением в порожнем направлении			
				При учете влияния всех поездов		При учете влияния груженных поездов	
		1 градация	2 градация	1 градация	2 градация	1 градация	2 градация
6	4	0,056	0,064	0,046	0,053	0,023	0,027
8	6	0,077	0,089	0,063	0,072	0,032	0,037
11	9	0,110	0,127	0,090	0,103	0,046	0,053
14	12	0,144	0,166	0,118	0,136	0,060	0,069
17	15	0,187	0,209	0,143	0,171	0,076	0,087
20	18	0,224	0,258	0,184	0,212	0,094	0,108

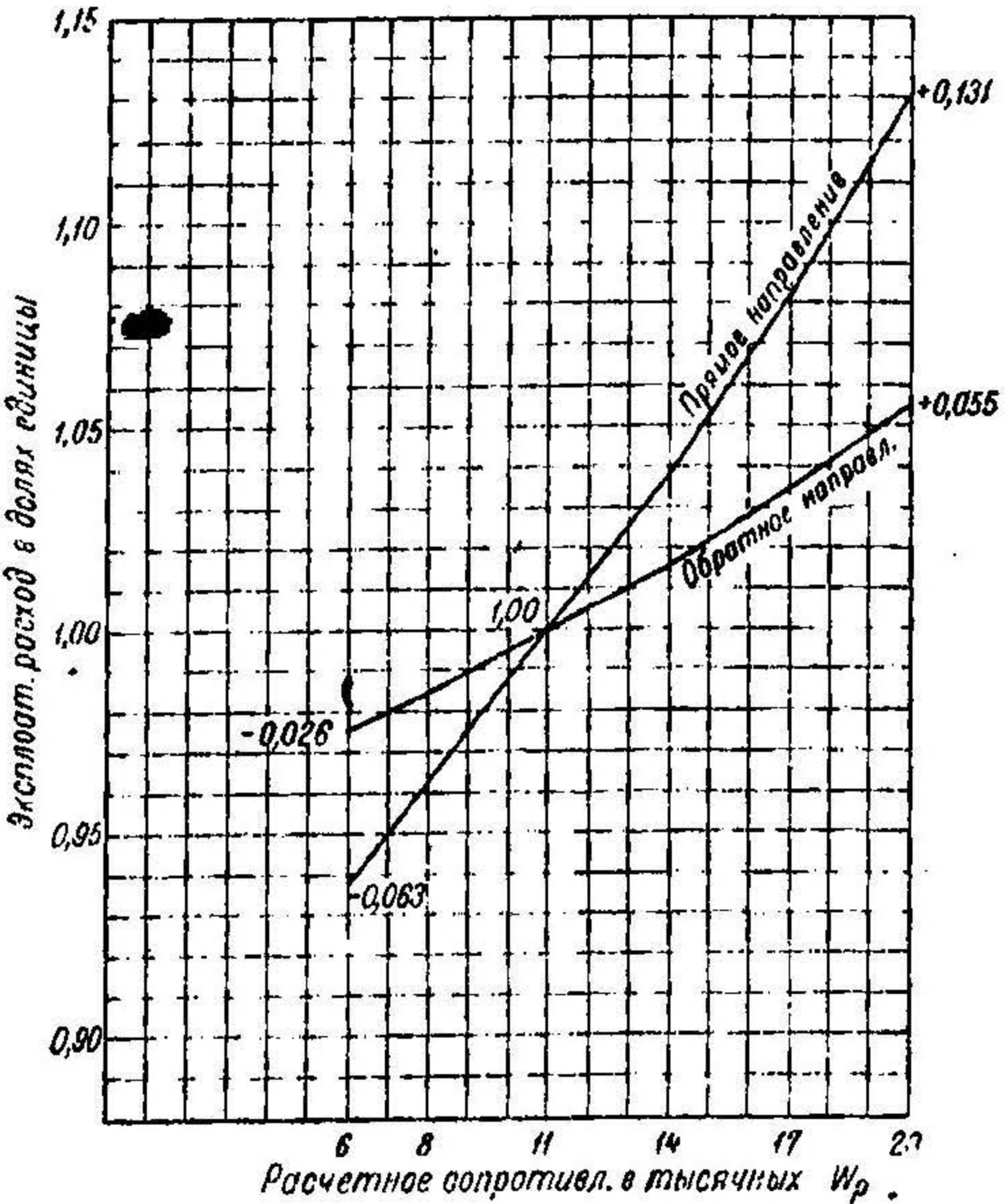


ТАБЛИЦА 43.

Изменение эксплуатационного расхода по товарному движению при изменении расчетного сопротивления в грузовом и в обратном направлениях.

Расчетное сопротивление в грузовом или обратном направлении	Расчетный подъем в грузовом или обратном направлении	Доля изменения эксплуатационного расхода при изменении расчетного сопротивления					
		В грузовом направлении		В обратном направлении			
				При учете влияния всех поездов		При учете влияния груженых поездов	
		1 градация	2 градация	1 градация	2 градация	1 градация	2 градация
6	4	- 0,054	- 0,063	- 0,044	- 0,050	- 0,023	- 0,026
8	6	- 0,033	- 0,038	- 0,027	- 0,031	- 0,014	- 0,016
11	9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14	12	+ 0,034	+ 0,039	+ 0,028	+ 0,033	+ 0,014	+ 0,016
17	15	+ 0,077	+ 0,082	+ 0,053	+ 0,058	+ 0,030	+ 0,034
20	18	+ 0,114	+ 0,131	+ 0,194	+ 0,109	+ 0,048	+ 0,055

Данные табл. 43 представлены фиг. 28. Как видно из таблицы и из диаграммы, изменение расчетного сопротивления или расчетного подъема в грузовом направлении на одну тысячную при расчете по 2-й градации приводит к изменению эксплуатационного расхода, примерно, на  $1\frac{1}{4}\%$  — при мягких подъемах и на  $1\frac{1}{2}\%$  — при подъемах около 15—18-тысячных. Изменение расчетного подъема в обратном направлении по 2-й градации при учете влияния расчетного подъема только на груженные поезда дает изменение эксплуатационного расхода на 0,5 — 1%. Аналогичным образом могут быть рассчитаны коэффициенты влияния расчетного сопротивления и расчетного подъема в грузовом и в обратном направлении на эксплуатационный расход. Таблица этих коэффициентов влияния приводится ниже (табл. 44). При этом коэффициенты влияния даны при изменении по 2-й градации, т.-е. при изменении всех расходов. Для обратного направления учтено влияние только груженых поездов. Для скорости на расчетном подъеме коэф-



Фиг. 28. Изменение эксплуатационного расхода по тов. движению в зависимости от величины расчетного сопротивления в прямом и в обратном направлении.



коэффициенты влияния не даны, так как они все меньше 0,01 и могут быть приняты постоянными для всех значений расчетного сопротивления, а именно 0,006 — для груженого направления, и 0,002 или 0,004 — для обратного направления.

ТАБЛИЦА 44.

Коэффициенты влияния расчетного сопротивления и расчетного подъема в грузовом и в обратном направлениях на эксплуатационный расход (по 2-й градации).

Расчетное сопротивление в грузовом или обратном направлении	Расчетный подъем в грузовом или обратном направлении	Доля эксплуатационного расхода, связанная с измерителями (коэффициент влияния состава)		Коэффициент влияния расчетного сопротивления		Коэффициент влияния расчетного подъема	
		Грузовое направл.	Обратное направл.	Грузовое направл.	Обратное направл.	Грузовое направл.	Обратное направл.
8—6	6—4	0,09	0,04	0,10	0,045	0,08	0,03
11—8	9—6	0,13	0,05	0,14	0,06	0,115	0,05
14—11	12—9	0,15	0,05	0,17	0,07	0,15	0,06
17—14	15—12	0,18	0,075	0,21	0,09	0,19	0,08
20—17	18—15	0,21	0,09	0,26	0,11	0,24	0,10

При помощи приведенной таблицы расчет изменения эксплуатационных расходов при изменении расчетного подъема и расчетного сопротивления в прямом и обратном направлениях для среднего распределения поездов между направлениями может быть произведен без всяких затруднений. Как видно из таблицы, при расчетном подъеме в 9‰, отвечающем средним условиям работы сети, коэффициент влияния расчетного подъема в грузовом направлении будет равен 0,115, а в обратном направлении — 0,05.

На этом можно считать законченным исследование влияния расчетного сопротивления, расчетного подъема и скорости на расчетном подъеме на эксплуатационные расходы. Приведенные таблицы, графики и формулы позволяют установить это влияние как в средних случаях, так и в случаях, отклоняющихся от средних.

*б) Изменение эксплуатационного расхода при изменении среднего эквивалентного сопротивления.*

С эквивалентным подъемом, как видно из фиг. 12, связан только один измеритель — тонно-километры механической работы, связывающие по данным таблицы 6 — 14,19‰ от всего эксплуатационного расхода, или 19,1‰ — от эксплуатационного расхода по товарному движению.

Состав расходов, пропорциональных тонно-километрам механической работы, виден из табл. 15. Если из этих расходов исключить расходы по управлению дороги — 0,48‰, управлению службы экспло-



атации и тяги —  $0,14\%$ , по мастерским —  $0,54\%$  и расходы непредвиденные, и пр. —  $0,42\%$ , то остается  $12,61\%$  от эксплуатационного расхода или  $17,0\%$  от эксплуатационного расхода по товарному движению.

(Определенные таким образом величины, т.-е.

$0,17$  — для изменения расходов по 1-й градации

$0,19$  — для изменения расходов по 2-й градации

будут коэффициентами влияния для среднего эквивалентного сопротивления, которому прямо пропорционально количество тонно-километров механической работы.

Изменение эксплуатационного расхода при изменении среднего эквивалентного сопротивления в долях от среднего эксплуатационного расхода при эквивалентном подъеме равно  $\pm 1,5$ , средней ходовой скорости в  $20$  км в час, т.-е. при среднем эквивалентном подъеме равном

$$w_9 = 1,5 + \frac{V}{20} + i_9 = 1,5 + 1,0 + 1,5 \text{ или}$$

$$w_9 = 4,0 \text{ тысячных,}$$

представлено в табл. 45 и на фиг. 29.

ТАБЛИЦА 45.

Изменение эксплуатационного расхода при изменении среднего эквивалентного сопротивления.

Среднее эквивалентное сопротивление в тысячных	Доля эксплуатационного расхода, связанного с эквивалентным сопротивлением		Доля изменения эксплуатационного расхода от среднего	
	1 градация	2 градация	1 градация	2 градация
0	0	0	— 0,17	— 0,19
1	0,04	0,05	— 0,13	— 0,143
2	0,085	0,095	— 0,085	— 0,095
3	0,13	0,14	— 0,04	— 0,048
4	0,17	0,19	0,000	0,000
5	0,21	0,24	+ 0,04	+ 0,048
6	0,255	0,285	+ 0,085	+ 0,095
7	0,30	0,33	+ 0,13	+ 0,143
8	0,34	0,38	+ 0,17	+ 0,19

Как видно из таблицы, изменение среднего эквивалентного сопротивления на одну тысячную изменяет величину эксплуатационного расхода на  $4,25\%$  — по 1-й градации и  $4,75\%$  — 2-й градации.

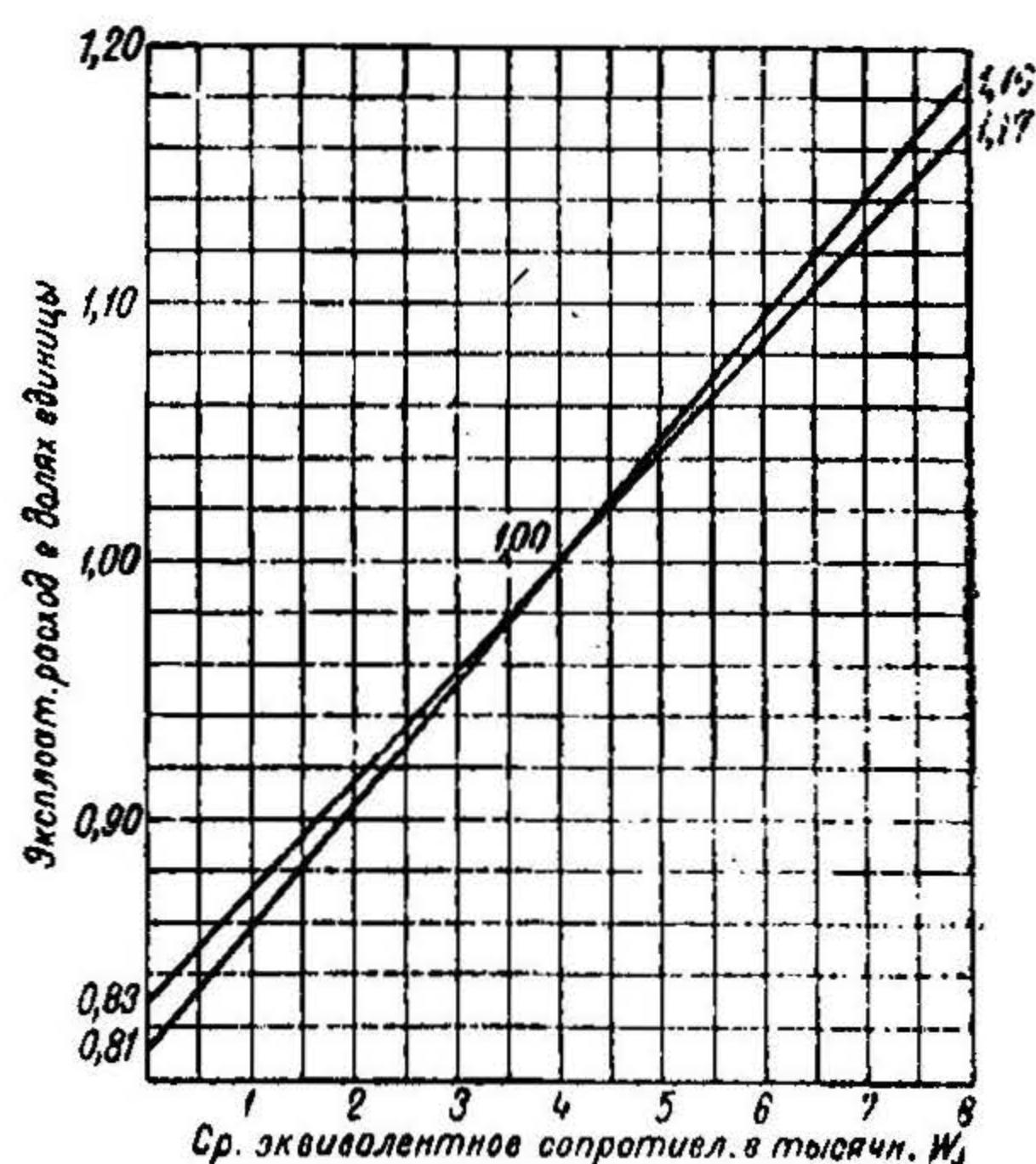


Зная изменение расхода при изменении среднего эквивалентного сопротивления, легко перейти и к изменению расхода при изменении расчетного подъема.

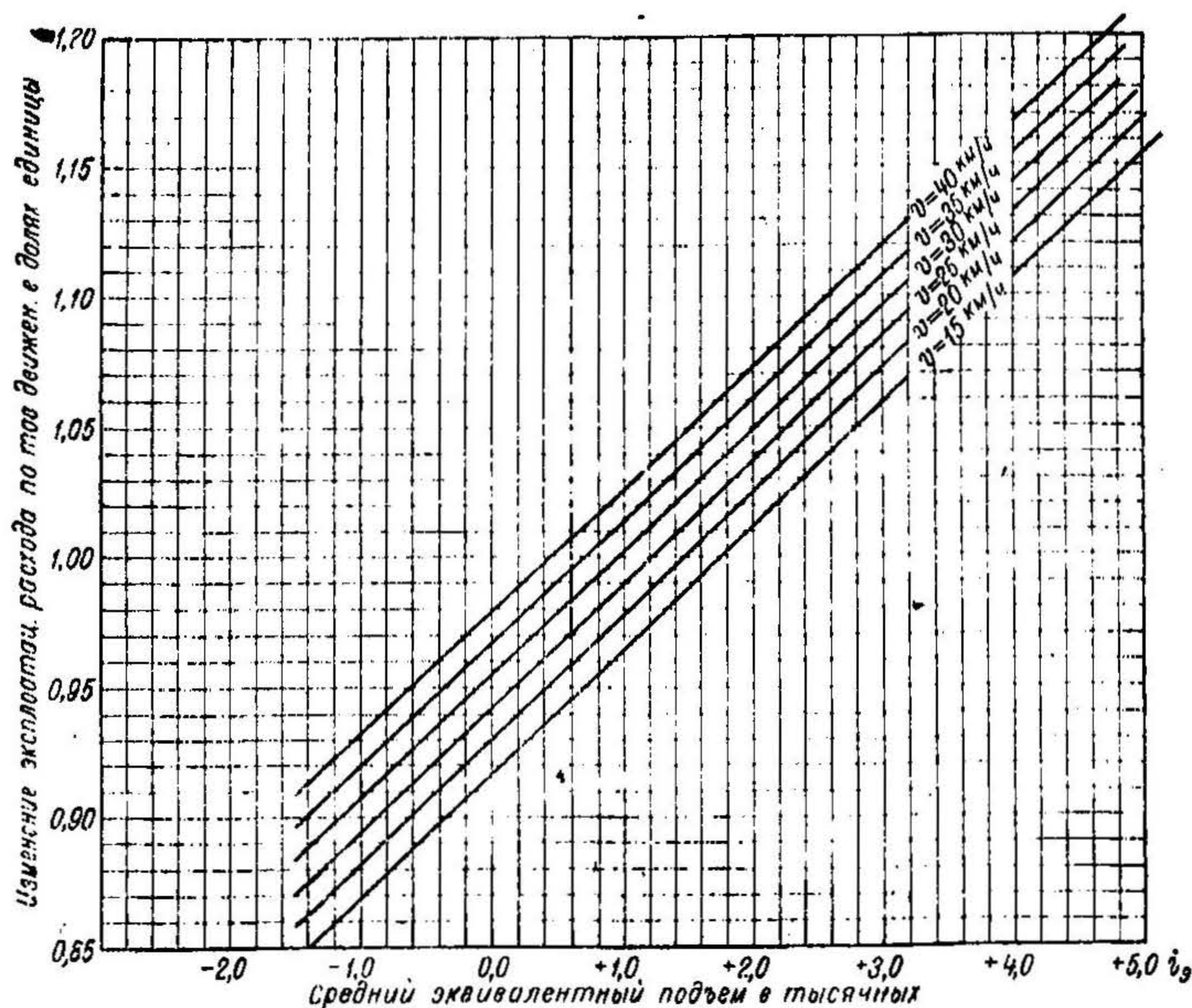
Вследствие зависимости среднего эквивалентного сопротивления одновременно и от эквивалентного подъема и от скорости необходимо рассмотреть влияние на эксплуатационный расход каждой из этих характеристик в отдельности.

Рассмотрим случай изменения расчетного подъема при постоянной величине ходовой скорости, равной средней по сети, т.е. 20 км в час. В этом случае для средних условий величина эквивалентного подъема составляет 37,5% от величины эквивалентного сопротивления. Коэффициент влияния эквивалентного подъема на эксплуатационный расход будет равен величине:

по 1-й градации  $0,17 \cdot 0,375 = 0,064$ , а с округлением 0,06,  
по 2-й градации  $0,19 \cdot 0,375 = 0,071$ , а с округлением 0,07.



Фиг. 29. Изменение эксплуатационного расхода по товарному движению при изменении среднего эквивалентного сопротивления (в долях единицы).



Фиг. 30. Изменение эксплуатационного расхода по товарному движению при изменении среднего эквивалентного подъема.



Изменение эксплуатационного расхода при изменении эквивалентного подъема, как видно из фиг. 30, будет происходить по прямой, дающей по 2-й градации

- при  $i_0 = 0$  изменение эксплуатационного расхода — 7%
- „  $i_0 = -1,5$  „ „ „ 0
- „  $i_0 = +4,5$  „ „ „  $-14\%$

При одновременном изменении величины ходовой скорости и среднего эквивалентного подъема предварительно определяется изменение величины среднего эквивалентного сопротивления, после чего по табл. 45 или фиг. 29 легко определить и изменение эксплуатационного расхода.

Так, например, при переходе от эквивалентного подъема  $-2,5\%$  и скорости 40 км в час к эквивалентному подъему  $+2,0\%$  и скорости 30 км в час находим

- ср. эквивалентное сопротивление в 1-м случае:  $1,5 - \frac{40}{20} + 2,5 = 6$ -тысячных
- ср. эквивалентное сопротивление в 2-м случае:  $1,5 + \frac{30}{20} + 2,0 = 5$ -тысячных.

Доля изменения эксплуатационного расхода по табл. 45 будет:

$0,095 - 0,05 = 0,045$  среднего или  $\frac{0,045}{1,095} \cdot 100 = 4,1\%$  от первоначального.

Для ускорения расчетов может служить табл. 46 и фиг. 30.

ТАБЛИЦА 46.

Изменение эксплуатационного расхода по товарному движению (в процентах) при изменении среднего эквивалентного подъема линии (по 2-й градации).

Эквива- лентный подъем	Среднее эквивалентное сопро- тивление					Доля изменения эксплуатационного расхода от среднего				
	Средняя ходовая скорость километров в час									
	15	20	25	30	40	15	20	25	30	40
— 1,5	0,75	1,0	1,25	1,5	2,0	— 0,155	— 0,14	— 0,13	— 0,12	— 0,095
0,0	2,25	2,5	2,75	3,0	3,5	— 0,085	— 0,07	— 0,06	— 0,05	— 0,025
+ 1,5	3,75	4,0	4,25	4,5	5,0	— 0,012	— 0,00	+ 0,01	+ 0,025	+ 0,05
+ 3,0	5,25	5,5	5,75	6,0	6,5	+ 0,06	+ 0,07	+ 0,085	+ 0,095	+ 0,12
+ 4,5	6,75	7,0	7,25	7,5	8,0	+ 0,13	+ 0,14	+ 0,155	+ 0,165	+ 0,19



Для определения коэффициентов влияния для эквивалентного подъема, составляющего только часть эквивалентного сопротивления, надо умножить каждую из этих величин на долю эквивалентного подъема в общей величине эквивалентного сопротивления. Эта доля, как показано выше, зависит от средней ходовой скорости и составляет:

при скорости	15 км/час.	.	.	.	40%
"	"	20	"	.	37,5%
"	"	25	"	.	35%
"	"	30	"	.	33%
"	"	40	"	.	30%

В соответствии с этим коэффициенты влияния для эквивалентного подъема при разных скоростях будут составлять:

				По 1-й градации	По 2-й градации
при ходовой скорости	15 км/час.	.	.	0,07	0,08
"	"	20	"	0,06	0,07
"	"	25	"	0,06	0,07
"	"	30	"	0,06	0,06
"	"	40	"	0,05	0,06

Эти коэффициенты влияния, как и для разобранных выше случаев изменения расчетного подъема, выражены в долях эксплуатационного расхода по товарному движению.

Рассматривая влияние эквивалентного сопротивления на эксплуатационные расходы, мы предполагали, что изменится среднее эквивалентное сопротивление в обоих направлениях. Если изменится среднее эквивалентное сопротивление только в одном направлении, то сначала определяется изменение среднего эквивалентного сопротивления в обоих направлениях, а затем уже делается переход к эксплуатационному расходу. Однако, на практике изменение эквивалентного сопротивления, происходящее вследствие перепроектирования или переустройства профиля линии, происходит в обоих направлениях одновременно. Вследствие этого нет необходимости различать изменение эквивалентного сопротивления в каждом направлении в отдельности.

Такой случай может, однако, представлять интерес при рассмотрении себестоимости перевозки в прямом и в обратном направлениях, когда в расчет вводится эквивалентное сопротивление отдельно для прямого и отдельно для обратного направления. В этом случае переход от среднего эквивалентного сопротивления в прямом и обратном направлениях к среднему в обоих направлениях может быть совершен по формуле:

$$w_{\Sigma}(1 + \mu + 2\lambda_A) = w_A(1 + \lambda_A) + \mu w_B(1 + \lambda_B) + w_B(\lambda_A - \mu\lambda_B) \quad (78)$$

представляющей собою выражение для тонно-километров механической работы в обоих направлениях.







Если  $\alpha$  — центральный угол кривой, равной углу поворота линии в градусах, то длина кривой

$$S_r = 2 \pi R \frac{\alpha}{360} \dots \dots \dots (80)$$

Отсюда

$$R = \frac{360 S_r}{2 \pi \alpha} = 57,3 \frac{S_r}{\alpha} \dots \dots \dots (81)$$

Следовательно, добавочное сопротивление от кривой

$$w_r = \frac{750 \alpha}{57,3 S_r} = \frac{13,1 \alpha}{S_r} \dots \dots \dots (82)$$

На одном километре длины пути получим:

$$w_r = 0,0131 \alpha \dots \dots \dots (83)$$

т.-е. увеличение эквивалентного сопротивления на одну тысячную вызывается увеличением кривизны линии в  $\frac{1}{0,0131} = 76,5^\circ$  на каждом километре длины или увеличение кривизны пути на  $1^\circ$  на каждом километре приводит к увеличению среднего эквивалентного сопротивления на 0,0131 *м* на тонну.

Как было показано выше, для средних условий изменение эквивалентного сопротивления на одну тысячную вызывает изменение эксплуатационных расходов на 4,75%. Следовательно, увеличение кривизны пути на  $1^\circ$  на каждом километре влечет за собою увеличение эксплуатационного расхода на  $0,0131 \cdot 4,75 = 0,062\%$ .

Произведенный подсчет показывает, что для учета влияния кривизны пути можно пользоваться построенными таблицами и графиками для среднего эквивалентного сопротивления, приравнивая каждые  $76,5^\circ$  центральных углов на километре длины одной тысячной эквивалентного подъема или применяя коэффициент влияния кривизны пути, который будет равен

0,00062 — для  $1^\circ$  центральных углов на километре длины или для избежания большой дробности,

0,062 — для каждых  $100^\circ$  центральных углов на километре.

Так как кривизна пути одинаково отзывается на том и другом направлении движения, то определения особых коэффициентов для прямого и обратного направления не требуется.

#### в) Изменение эксплуатационного расхода при изменении годовой скорости.

Ходовая скорость, как выяснено выше, с одной стороны, влияет на среднее эквивалентное сопротивление и через него на тонно-километры механической работы, а с другой стороны — на все измерители, связанные с часами работы подвижного состава и бригад.

Степень влияния первого рода зависит от величины эквивалентного подъема. При среднем эквивалентном подъеме  $\frac{1}{2}$  — 1,5 тысячных с ходовой



скоростью, как показано выше, связано 25% от общей величины эквивалентного сопротивления. Так как коэффициент влияния эквивалентного сопротивления составляет 0,17 по 1-й градации и 0,19 по второй, то коэффициент влияния ходовой скорости будет 0,0425, а с округлением 0,04 по 1-й градации и 0,0475, с округлением 0,05 по 2-й градации. Значения доли эквивалентного сопротивления, связанной с ходовой скоростью, подсчитанные выше, и соответствующие коэффициенты влияния ходовой скорости при разных эквивалентных подъемах будут следующие:

Эквивалентный подъем	Процент расходов, связанных с ходовой скоростью	Коэффициент по 1-й град.	Влияние по 2-й град.
— 1,50/00	100%	— 0,17	— 0,19
— 0,00/00	40%	— 0,07	— 0,08
+ 1,50/00	25%	— 0,04	— 0,05
+ 3,00/00	18%	— 0,03	— 0,03
+ 4,50/00	14%	— 0,02	— 0,03

Влияние ходовой скорости в данном случае будет прямое, вследствие чего при подсчете следует пользоваться формулой, таблицей или диаграммой прямых факторов.

Другое влияние ходовой скорости, как показано выше (схема 12), выражается в изменении обратно пропорционально ходовой скорости доли расходов, связанных с поезд-часами, паровозо-часами, человеко-часами в поездах и осе-часами наличных вагонов товарного парка. Эта доля расходов, связанная с ходовой скоростью, как найдено выше, составляет:

для поезд-часов и паровозо-часов . . . . .	60%
„ человеко-часов в поездах . . . . .	48%
„ осе-часов вагонов товарного парка . . . . .	15%

При изменении ходовой скорости по 2-й градации следует считать изменяющимися все расходы, связанные с этими измерителями в той доле, в какой они зависят от ходовой скорости. Вследствие этого коэффициент влияния ходовой скорости по 2-й градации найдется следующим образом (по данным табл. 6):

с поезд-часами связано . . . . .	1,12%	от экспл. расх., из них с ход. скор.	$1,12 \cdot 0,60 = 0,67\%$
„ паровозо-часами . . . . .	1,08%	„ „ „ „ „ „ „ „	$1,08 \cdot 0,60 = 0,65\%$
„ человеко-часами в тов. поездах . . . . .	7,96%	„ „ „ „ „ „ „ „	$7,96 \cdot 0,48 = 3,82\%$
„ осе-часами ваг. тов. парка . . . . .	3,12%	„ „ „ „ „ „ „ „	$3,12 \cdot 0,15 = 0,47\%$
<hr/>			
Всего . . . . .			5,61%

Таким образом при учете изменения расходов по 2-й градации с ходовой скоростью связано обратной зависимостью 5,61% всего эксплуатационного расхода или 7,57% от эксплуатационного расхода по товарному движению. Коэффициентом влияния ходовой скорости по 2-й градации, следовательно, будет величина 0,08.



Для подсчета коэффициента влияния ходовой скорости по 1-й градации произведенный расчет надо повторить, исключив из расходов по перечисленным измерителям расходы по управлению, мастерским непредвиденным и пр.

Расходы, пропорциональные паровозо-часам, после исключения этих расходов, как подсчитано выше, составят  $0,68\%$  от всего эксплуатационного расхода, расходы, пропорциональные поездо-часам, —  $0,72\%$ , а расходы, пропорциональные человеко-часам в товарных поездах, —  $7,36\%$ . Исключив подобные расходы из расходов, пропорциональных осе-часам вагонов товарного парка (табл. 14), получим  $2,28\%$  от всего эксплуатационного расхода.

Коэффициент влияния ходовой скорости по 1-й градации определяется после этого путем следующего подсчета:

с поездо-часами связано	$0,68\%$	от экпл. расх.	в том числе с ходовой скоростью	$0,68 \cdot 0,60 = 0,41\%$
„ паровозо-часами	$0,72\%$	„ „ „ „ „ „ „ „	„	$0,72 \cdot 0,60 = 0,43\%$
„ человеко-часами в тов. поездах	$7,36\%$	„ „ „ „ „ „ „ „	„	$7,36 \cdot 0,48 = 3,53\%$
„ осе-часами ваг. тов. парка	$2,28\%$	„ „ „ „ „ „ „ „	„	$2,28 \cdot 0,15 = 0,34\%$
				Всего . . . $4,71\%$

Коэффициент влияния ходовой скорости по 1-й градации получается таким образом равным  $\frac{0,0471}{0,7422} = 0,063$ , а с округлением —  $0,06$ .

Имея эти коэффициенты влияния, а именно  $0,06$  по 1-й градации и  $0,08$  по 2-й градации, по приведенному в главе II методу легко подсчитать соответствующее изменение эксплуатационных расходов при изменении величины ходовой скорости.

Общее изменение эксплуатационного расхода при учете обеих сторон влияния ходовой скорости получается путем алгебраического суммирования результатов подсчета каждого изменения.

Приведем пример. Пусть требуется определить изменение эксплуатационного расхода при изменении ходовой скорости с 20 до 30 км в час при средних условиях (эквивалентное сопротивление равно  $\pm 1,5$ ).

Доля изменения ходовой скорости  $\frac{30 - 20}{20} = 0,50$ .

Доля изменения эксплуатационного расхода при коэффициентах влияния  $0,0475$  для прямого изменения (части расходов, связанных с механической работой) и  $0,0757$  для обратного изменения (части расходов, пропорциональных часовым измерителям) будет:

$\Delta = 0,0475 \cdot 0,50 - \frac{0,0757 \cdot 0,50}{1 + 0,50} = + 0,024 - 0,026 = - 0,002$  или уменьшение на  $0,2\%$  от эксплуатационного расхода (то же можно видеть по фиг. 32).



При определении изменения эксплуатационного расхода в случае перехода от условий, отклоняющихся от средних, расчет производится два раза, при чем для каждого значения ходовой скорости определяется отклонение эксплуатационного расхода от среднего, и результаты сравниваются между собой.

Для упрощения вычислений можно воспользоваться диаграммой фиг. 31 и 32.

На фиг. 31 представлено изменение эксплуатационного расхода в долях единицы, причем изменение расходов, связанных с тонно-километрами механической работы (прямые) и с часовыми измерителями (гиперболы) представлены отдельно. На фиг. 32 изображено результирующее изменение эксплуатационного расхода в зависимости от ходовой скорости для трех значений среднего эквивалентного подъема.

Данные фиг. 32 представлены в следующей таблице:

ТАБЛИЦА 48.

Изменение эксплуатационного расхода при изменении ходовой скорости.

Ходовая скорость	Изменение эксплуатационного расхода в сравнении со средним при различных значениях						
	$i_9 = 0$	$i_9 = +0,5$	$i_9 = +1,0$	$i_9 = +1,5$	$i_9 = +2,0$	$i_9 = +2,5$	$i_9 = +3,0$
10	— 0,015	+ 0,005	+ 0,03	+ 0,055	+ 0,08	+ 0,105	+ 0,125
20	— 0,07	0,05	— 0,025	0	+ 0,025	+ 0,05	+ 0,07
30	0,07	— 0,05	— 0,025	0	+ 0,025	+ 0,05	+ 0,07
40	— 0,06	— 0,04	— 0,015	+ 0,01	+ 0,035	+ 0,06	+ 0,08
50	— 0,045	— 0,025	+ 0,00	+ 0,025	+ 0,05	+ 0,075	+ 0,095

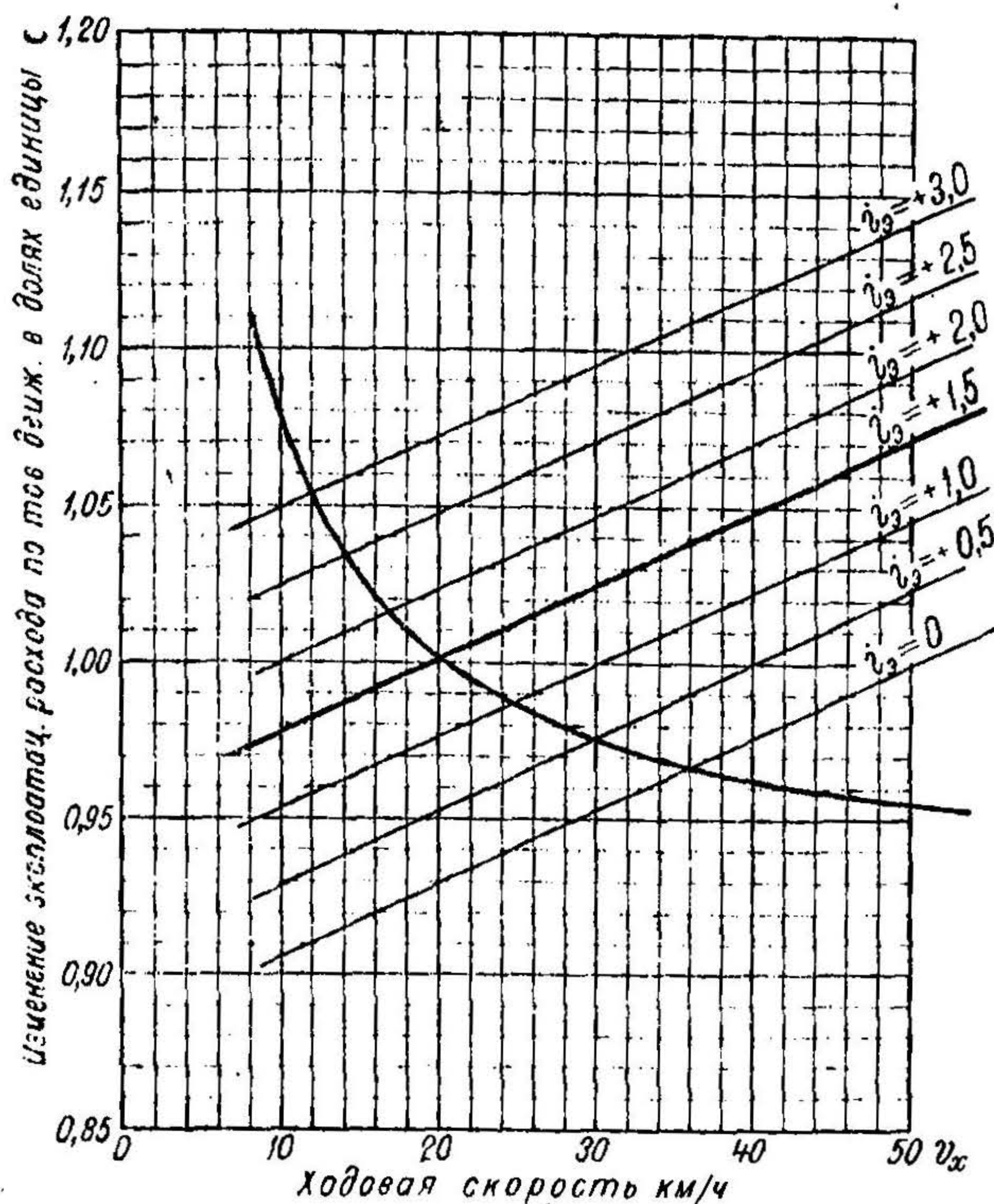
При рассмотрении влияния ходовой скорости на эксплуатационные расходы нами было изучено влияние скорости в обоих направлениях.

Этот случай является и более распространенным в действительности. При изменении ходовой скорости в одном направлении для средних условий сети можно воспользоваться найденным выше распределением измерителей, связанных со скоростью по направлениям.

Как видно из таблицы и из фиг. 32, переход от ходовой скорости в 20 км в час к скорости 30 км в час не изменяет эксплуатационного расхода, вследствие того, что увеличение части расхода, связанной с возрастающим эквивалентным сопротивлением компенсируется снижением доли расхода, зависящей от часовых измерителей работы. Для промежуточных значений ходовой скорости между 20 и 30 км в час расход несколько уменьшается в сравнении с первоначальным. Однако снижение это невелико и для скорости в 25 км/час не превосходит 0,5% от эксплуатационного расхода. Дальнейшее увеличение



ходовой скорости выше 30 км/час вследствие более сильного влияния доли расхода, связанного с механической работой, дает увеличение эксплуатационного расхода сравнительно с первоначальным. Такое же увеличение наблюдается и при снижении ходовой скорости меньше 20 км/час, вследствие более сильного возрастания расходов, связанных с часовыми измерителями работы.



Фиг. 31. Изменение эксплуатационного расхода при изменении ходовой скорости (по 2 градации).  
Частные изменения. Гипербола — дает изменение расходов, связанных с часовыми измерителями, прямые — изменение расходов, пропорциональных механической работе.

Таким образом наивыгоднейшее значение ходовой скорости составляет около 25 км/час. Определение наивыгоднейшей скорости может быть сделано путем нахождения величины  $k$  из минимума выражения для увеличения эксплуатационного расхода:

$$\Delta = n_1 k - \frac{n_2 k}{1+k},$$

$$\frac{d\Delta}{dk} = n_1 - \frac{n_2 (1+k) - n_2 k}{(1+k)^2} = 0;$$

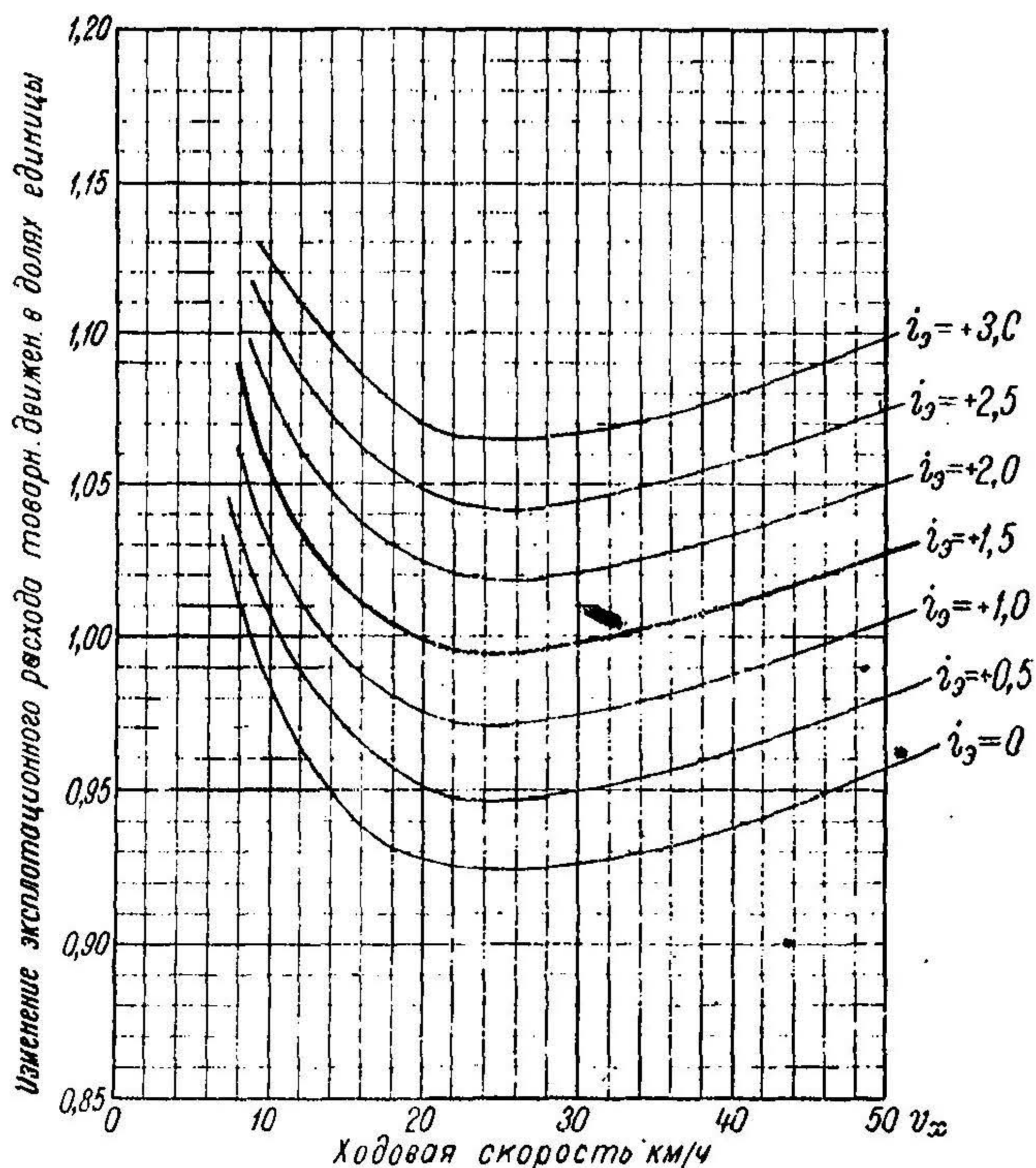
откуда

$$k = \sqrt{\frac{n_2}{n_1}} - 1 \dots \dots \dots (84)$$



При  $n_1 = 0,0475$  и  $n_2 = 0,0757$  находим  $k = 0,26$  и  $V_0 = 20(1 + k) = 25,2$  км/час.

Разумеется этот вывод справедлив только для условий, сходных со среднесетевыми условиями 1926/27 г., принятыми нами в качестве исходных. Для дорог, линий и участков с иным распределением расходов между измерителями будут другие значения коэффициентов влияния скорости и выводы могут несколько измениться. Кроме того,



Фиг. 32. Изменение эксплуатационного расхода при изменении ходовой скорости (по 2 градации).  
Результативное изменение.

нельзя забывать того обстоятельства, что величина ходовой скорости связана со скоростью на расчетном подъеме, увеличение которой уменьшает расчетный вес поезда и ведет к увеличению эксплуатационных расходов.

Увеличению коммерческой скорости при сохранении той же величины ходовой скорости путем сокращения стоянок поездов на промежуточных станциях всегда будет выгодно, так как, не вызывая дополнительных расходов, даст сокращение часовых измерителей подвижного состава и бригад. На этом заканчиваем анализ влияния отдельных характеристик профиля на эксплуатационный расход и переходим к рассмотрению особенностей совместного влияния их.



## ГЛАВА VI.

**Влияние профиля линии на эксплуатационные расходы по пассажирскому движению и на общий эксплуатационный расход**

Влияние профиля линии на долю эксплуатационных расходов, связанную с измерителями пассажирского движения, может быть установлено тем же методом, как и для товарного движения. Однако, так как доля расходов, падающая на пассажирское движение, значительно меньше, чем доля, приходящаяся на товарное движение, то и влияние профиля на эксплуатационный расход в этом случае будет значительно слабее. В соответствии с этим более слабым влиянием и самый расчет может быть произведен более упрощенно.

Как видно из табл. 6, на пассажирское движение падает 25,78% от всего эксплуатационного расхода. Доля расхода, падающая на измерители, связанные с профилем линии, составляется из следующих расходов:

- 1) расход, пропорциональный поездо-километрам пассажирского движения—3,12% от всего экспл. расхода,
- 2) расход, пропорциональный тонно-километрам механической работы пасс. движения—5,23%,
- 3) расход, пропорциональный паровозо-километрам одиночного и маневрового пробега по пасс. дв.—0,24% от всего экспл. расхода,
- 4) расход, пропорциональный паровозо-часам пассажирских паровозов — 0,82% от всего экспл. расхода,
- 5) расход, пропорциональный человеко-часам в пассажирских поездах — 3,45% от всего экспл. расхода,
- 6) расход, пропорциональный осе-часам пасс. вагонов — 1,18% от всего экспл. расхода.

Так как расходы, пропорциональные паровозо-километрам и паровозо-часам незначительны, то их можно присоединить к расходам пропорциональным поездо-километрам. Тогда получим следующие группы расходов:

- 1) пропорциональные поездо-километрам, паровозо-километрам и паровозо-часам пасс. дв.—4,18% от всего экспл. расхода,
- 2) пропорциональные тонно-километрам механической работы пасс. дв.—5,23% от всего экспл. расхода,
- 3) пропорциональные человеко-часам в пассажирских поездах—3,45% от всего экспл. расхода,
- 4) пропорциональные осе-часам пассажирских вагонов — 1,18% от всего экспл. расхода.

Установление коэффициентов влияния для отдельных факторов, влияющих на измерители по пассажирскому движению и для отдельных характеристик профиля производится аналогично выполненному выше подсчету для товарного движения.



Схема воздействия характеристик профиля на измерители пассажирского движения, аналогичная схеме для товарного движения, может быть представлена следующим образом:



Фиг. 33. Схема зависимости между характеристиками профиля и связанными с ними измерителями по пассажирскому движению.

В отношении воздействия отдельных характеристик профиля на измерители пассажирского движения необходимо сделать следующие замечания.

Средний состав пассажирского поезда не вполне определяется величиной расчетного подъема: часть поездов пассажирского движения, например пригородные, имеет меньший вес, чем это допускается расчетным подъемом.

Среднее эквивалентное сопротивление для пассажирских поездов будет несколько меньше, чем среднее эквивалентное сопротивление товарного движения, так как основное удельное сопротивление на площадке для пассажирских вагонов, несмотря на большую среднюю ходовую скорость их, ниже, чем для товарных.

Средний состав пассажирского поезда и среднее эквивалентное сопротивление для поездов пассажирского движения зависят от расчетного подъема и от среднего эквивалентного подъема, т. е. от тех же основных характеристик профиля, как и соответствующие факторы по товарному движению.

Ходовая скорость пассажирского движения, как и скорость товарного движения, не является вполне самостоятельной характеристикой, а зависит как от веса поезда, определяемого по расчетному подъему, так и от протяжения и расположения отдельных элементов профиля с различными уклонами.

#### а) Влияние расчетного подъема на эксплуатационный расход.

Оценим влияние расчетного подъема на эксплуатационный расход по пассажирскому движению, а затем, используя полученные уже данные о влиянии расчетного подъема на расходы товарного движе-



ния, перейдем к влиянию этой характеристики на весь эксплуатационный расход. Метод расчета будет таким же, как и по товарному движению.

Скорость на расчетном подъеме для пассажирских поездов может быть принята в 25 км/ч.

Основное удельное сопротивление для пассажирских вагонов на тележках, рассчитываемое по формуле:

$$w_0'' = 1,4 + 0,02 V + 0,0002 V^2 \quad . . . . . (85)$$

при этой скорости будет равно

$$w_0'' = 1,4 + 0,02 \cdot 25 + 0,0002 \cdot 625 = 2,025 \text{ кг/т.}$$

Средняя предельная сила тяги пассажирского паровоза составляла:

на 1 октября 1926 г. . . . .	8043 кг
„ 1 „ 1927 г. . . . .	8248 кг

В среднем за 1926/27 г. предельная сила тяги пассажирского паровоза может быть принята в 8145 кг.

Среднее удельное сопротивление пассажирского паровоза как поковки определяется по формуле:

$$w_0' = 1,3 + 0,02 V + 0,0002 V^2 \quad . . . . . (86)$$

при скорости 25 км/ч. будет равно 1,925 кг/т.

Если считать реализуемую силу тяги на расчетном подъеме для пассажирских поездов равной 0,80 от предельной, то максимальный вес пассажирского поезда:

$$Q_n = \frac{P_k - P(w_0' + i_p)}{w_0'' + i_p}$$

будет равен для расчетного подъема в 9‰ и веса паровоза с тендером 110 т (применительно к паровозу серии К, отвечающему предельной силе тяги в 8145 кг):

$$Q = \frac{0,80 \cdot 8145 - 110(1,925 + 9,0)}{2,025 + 9,0} = \frac{6510 - 1200}{11,025} = 481 \text{ т.}$$

Фактический средний состав поезда пассажирского движения в 1926/27 г. был 35,25 осей пассажирских вагонов, 0,16 осей приспособленных и 2,45 осей товарных. Если принять средний вес 1 пассажирской оси 10 тонн, 1 приспособленной — 5 тонн и одной товарной — 8 тонн, то средний вес поезда пассажирского движения брутто для 1926/27 г. будет 373 тонны.

Таким образом максимальный расчетный вес, определенный нами в 481 т, был использован лишь в отношении  $\frac{373}{481} = 0,775$ , т. е. около 0,75.



В дальнейшем расчете учтем это обстоятельство, считая, что только  $\frac{3}{4} = 0,75$  от общего числа пассажирских поездов используют реализуемую силу тяги на расчетном подъеме, т. е. другими словами, примем, что расчетный подъем в отношении пассажирского движения определяет собою вес брутто не всех поездов, а только 0,75 от общего числа их.

Выше было указано, что с измерителями по пассажирскому движению, зависящими от расчетного подъема, связано  $4,18 + 3,45 =$

$7,63\%$  от всего эксплуатационного расхода. Если учесть  $75\%$  от этой величины, то получим, что при изменении расчетного подъема из числа расходов, связанных с измерителями пассажирского движения, будет изменяться  $5,72\%$  от всего эксплуатационного расхода или

$100 \times \frac{5,72}{25,78} = 22,2\%$  от эксплуатационного расхода по пассажирскому движению.

Определив вес пассажирского поезда для каждого значения расчетного подъема при помощи полученных долей расхода, с ним связанного, перейдем к оценке влияния расчетного подъема на эксплуатационный расход.

Полученные результаты приводятся в таблице 49.

ТАБЛИЦА 49.

Зависимость эксплуатационного расхода по пассажирскому движению от расчетного подъема и расчетного сопротивления.

Расчетный подъем	Расчетное сопротивление	Расчетный вес поезда брутто		Доля эксплуатационного расхода, связанная с расчетным сопротивлением	Изменение эксплуатационного расхода при изменении расчетного сопротивления		Изменение расхода при изменении расчетного подъема или сопротивления на одну тысячную	
		тонн	кв. метр		В долях от всего эксплуатационного расхода	В долях эксплуатационного расхода по пассажирскому движ.	Доля всего эксплуатационного расхода	Доля эксплуатационного расхода по пассажирскому движению
4	6,025	970	202,0	0,0283	— 0,029	— 0,113	0,0055	0,021
6	8,025	700	145,6	0,0393	— 0,018	— 0,070	0,006	0,023
9	11,025	484	100,0	0,0572	0,000	0,000	0,0075	0,028
15	17,025	273	56,3	0,1015	+ 0,044	+ 0,171	0,009	0,033
18	20,025	216	46,0	0,1270	+ 0,070	+ 0,070		

Как видно из построенной таблицы, увеличение расчетного сопротивления или расчетного подъема увеличивает эксплуатационные расходы по пассажирскому движению на  $2—3\%$ , общий же эксплуатационный расход соответственно на  $0,5—0,9\%$ , кроме увеличения расхода в доле, падающей на товарное движение.

По данным приведенной таблицы без всякого затруднения может быть определен и коэффициент влияния расчетного подъема на эксплуатационные расходы по пассажирскому движению.



Так, например, при снижении среднего расчетного подъема в 9‰ до величины 6‰ относительное изменение расчетного подъема будет:

$$K = \frac{0,006 - 0,009}{0,009} = -0,333$$

Относительное изменение эксплуатационного расхода по таблице будет  $\Delta = -0,070$ .

$$\text{Коэффициент влияния } n = \frac{-0,07}{-0,333} = 0,21.$$

В долях от всего эксплуатационного расхода коэффициент влияния будет  $0,21 \cdot 0,2578 = 0,054$ .

При других значениях расчетного подъема величина коэффициента влияния его на эксплуатационный расход может быть определена подобным же образом.

Сопоставляя данные табл. 49 по пассажирскому движению с результатами подсчета по товарному движению, приведенными в табл. 40 (по 2-й градации) можно получить общее влияние расчетного подъема на эксплуатационный расход. Сводные данные приведены в следующей таблице 50. При этом данные табл. 40 пересчитаны на доли от всего эксплуатационного расхода, т.-е. умножены на 0,7422.

ТАБЛИЦА 50.

Сводная таблица изменения эксплуатационного расхода при изменении расчетного подъема (в долях от всего эксплуатационного расхода).

Расчетный подъем	Расчетное сопротивление	Доля изменения эксплуатационного расхода			Доля изменения среднего эксплуатационного расхода при изменении расчетного подъема или сопротивления на одну тысячную			Коэффициент влияния расчетного подъема на эксплуатационный расход		
		Товарное движение	Пассажирск. движение	Всего	Товарное движение	Пассажирск. движение	Всего	Товарное движение	Пассажирск. движение	Всего
4	6	-0,084	-0,029	-0,113	0,0165	0,0055	0,022	0,11	0,04	0,15
6	8	-0,051	-0,018	-0,069	0,0170	0,0060	0,023	0,16	0,05	0,21
9	11	0,000	0,000	0,000	0,0185	0,0075	0,026	0,20	0,14	0,34
15	17	+0,111	+0,044	+0,155	0,0220	0,0090	0,031	0,26	0,19	0,45
18	20	+0,178	+0,070	+0,248						

Данные таблицы 50 представлены на фиг. 34. Необходимо указать, что доля изменения эксплуатационного расхода при изменении расчетного подъема на одну тысячную приведена в долях от среднего эксплуатационного расхода, т.-е. при расчетном подъеме 9‰. Коэффициент влияния расчетного подъема на эксплуатационный расход под-

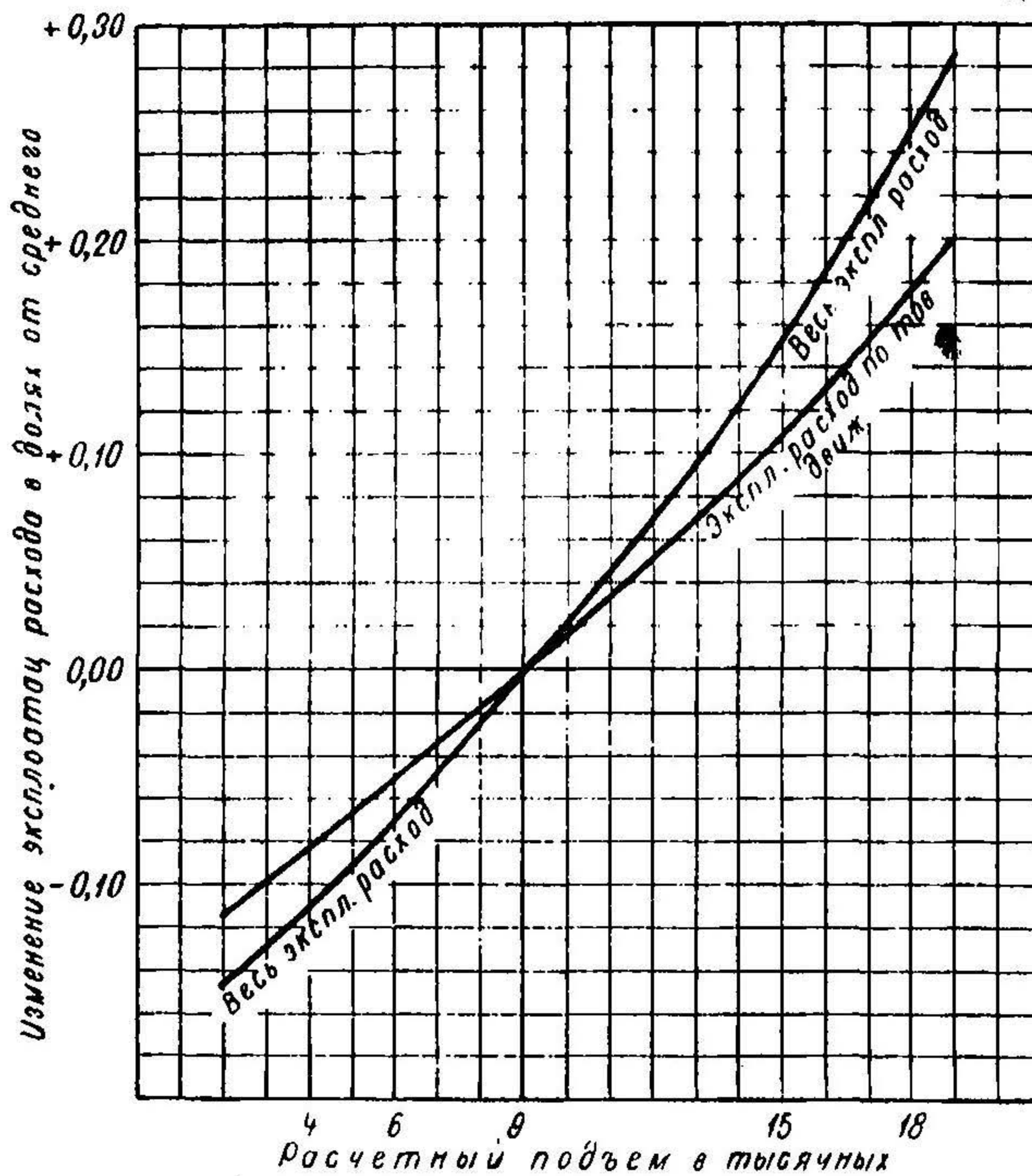


считан в долях расхода при соответствующем первоначальном расчетном подъеме. Зависимость между ними будет:

$$n_i = - \frac{\frac{\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_1}}{\frac{i_2 - i_1}{i_1}} = \frac{\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1}{i_2 - i_1} \cdot \frac{i_1}{\mathcal{E}_1} = a \frac{i_1}{\mathcal{E}_1} \dots (87)$$

где  $n_i$  — коэффициент влияния расчетного подъема,

$a$  — изменение эксплуатационного расхода при изменении расчетного подъема на одну тысячную (в долях от среднего эксплуатационного расхода),



Фиг. 34. Изменение эксплуатационного расхода по пассажирск. и товарному движению в зависимости от изменения расчетного подъема.

$i_1$  и  $i_2$  — значения расчетного подъема, между которыми производится переход,

$\mathcal{E}_1$  и  $\mathcal{E}_2$  — соответствующее значение эксплуатационного расхода в долях среднего эксплуатационного расхода при расчетном подъеме  $100\%$  принятом за единицу.

Таблица показывает, что изменение расчетного подъема на одну тысячную приводит к изменению всего эксплуатационного расхода на  $2-3\%$  от среднего. Коэффициент влияния расчетного подъема, т.-е. доля эксплуатационного расхода, изменяющаяся при изменении



расчетного подъема, увеличивается при возрастании расчетного подъема, составляя около 0,15 при расчетном подъеме 4‰ и доходя до 0,45 при расчетном подъеме в 18‰.

Так как пассажирское движение обычно распределяется по направлениям вполне равномерно и составы поездов в том и другом направлении одинаковы, то изменение расчетного подъема в одном направлении влияет на средний состав поезда как того, так и другого направления. Вследствие этого средний состав пассажирского поезда обычно определяется расчетным подъемом в том направлении, в котором этот расчетный подъем имеет наибольшую величину. Средним для обоих направлений расчетным подъемом поэтому будет наибольший из расчетных подъемов четного и нечетного направления. Отсюда вытекает, что исследования влияния на эксплуатационный расход расчетного подъема по направлениям не требуется.

#### б) Влияние эквивалентного подъема на эксплуатационный расход.

С эквивалентным сопротивлением связаны тонно-километры механической работы пассажирских поездов, охватывающие 5,23% от всего эксплуатационного расхода или  $\frac{5,23}{25,78} \cdot 100 = 20,3\%$  от эксплуатационного расхода по пассажирскому движению.

Средний по сети эквивалентный подъем был принят выше в 1,5 тысячных. Среднее эквивалентное сопротивление для пассажирских поездов из 4-осных вагонов будет равно

$$w_0 = 1,5 + w_0'' = 1,5 + 1,4 + 0,02 + 0,0002 \cdot v^2 \quad . \quad . \quad (85)$$

При средней ходовой скорости пассажирских поездов в 35 км в час среднее эквивалентное сопротивление для дальних поездов, состоящих главным образом из 4-осных вагонов, будет равно:

$$w_0 = 1,5 + 1,4 + 0,02 \cdot 35 + 0,0002 \cdot 1225 = 3,85 \text{ кг/т}$$

Величина скорости в 35 км/ч. принята по следующим соображениям.

По отчетным данным за 1926/27 г. фактическая скорость пассажирских поездов дальнего следования составляла 30,0 км/ч. Средняя фактическая скорость всех поездов пассажирского движения по данным Центрального отдела статистики на 7% ниже, чем публикуемая цифра скорости дальних поездов, т.-е. для 1926/27 г. составляла около 28 км/ч. Учитывая, что ходовая скорость, примерно, на 25% выше коммерческой, прием в качестве средней цифры с округлением 35 км/ч.

Таким образом средним по сети эквивалентным сопротивлением для пассажирских поездов дальнего следования будет 3,85 тысячных.



Эквивалентное сопротивление для пригородных поездов, составляемых главным образом из вагонов двухосных и трехосных при средней скорости 35 км/ч. будет равно:

$$w_{\text{э}} = 1,5 + 1,6 + 0,027 V + 0,0003 V^2 = 4,41 \text{ к/т.}$$

Средне-взвешенное эквивалентное сопротивление при 11% пробега вагонов в поездах пригородного движения будет  $w_{\text{э}} = 3,85 \cdot 0,89 + 4,41 \cdot 0,11 = 3,92$ , а с округлением — 3,9 тысячных. Применение в приведенном расчете для пригородных и дальних поездов одной и той же скорости 35 км/ч, как легко видеть, на результате подсчета не отражается.

Таким образом при эквивалентном сопротивлении в 4,0 тысячных, которое является средним для поездов товарного движения, эксплуатационный расход в доле, падающей на пассажирское движение, будет более среднего на величину

$$\frac{0,052}{3,9} (6,0 - 3,9) = 0,00133 \approx 0,001.$$

Таблица изменения эксплуатационного расхода в зависимости от изменения среднего эквивалентного сопротивления строится без всяких затруднений, подобно таблице 45 для изменения расходов по товарному движению. После определения изменения расходов по пассажирскому движению без затруднения может быть определено и общее изменение всего эксплуатационного расхода. При этом изменение расхода по товарному движению, приведенное в таблице 45, должно быть пересчитано на доли от всего эксплуатационного расхода, т.-е. умножено на 0,7422. Результаты подсчета приведены в табл. 51 и на фиг. 35.

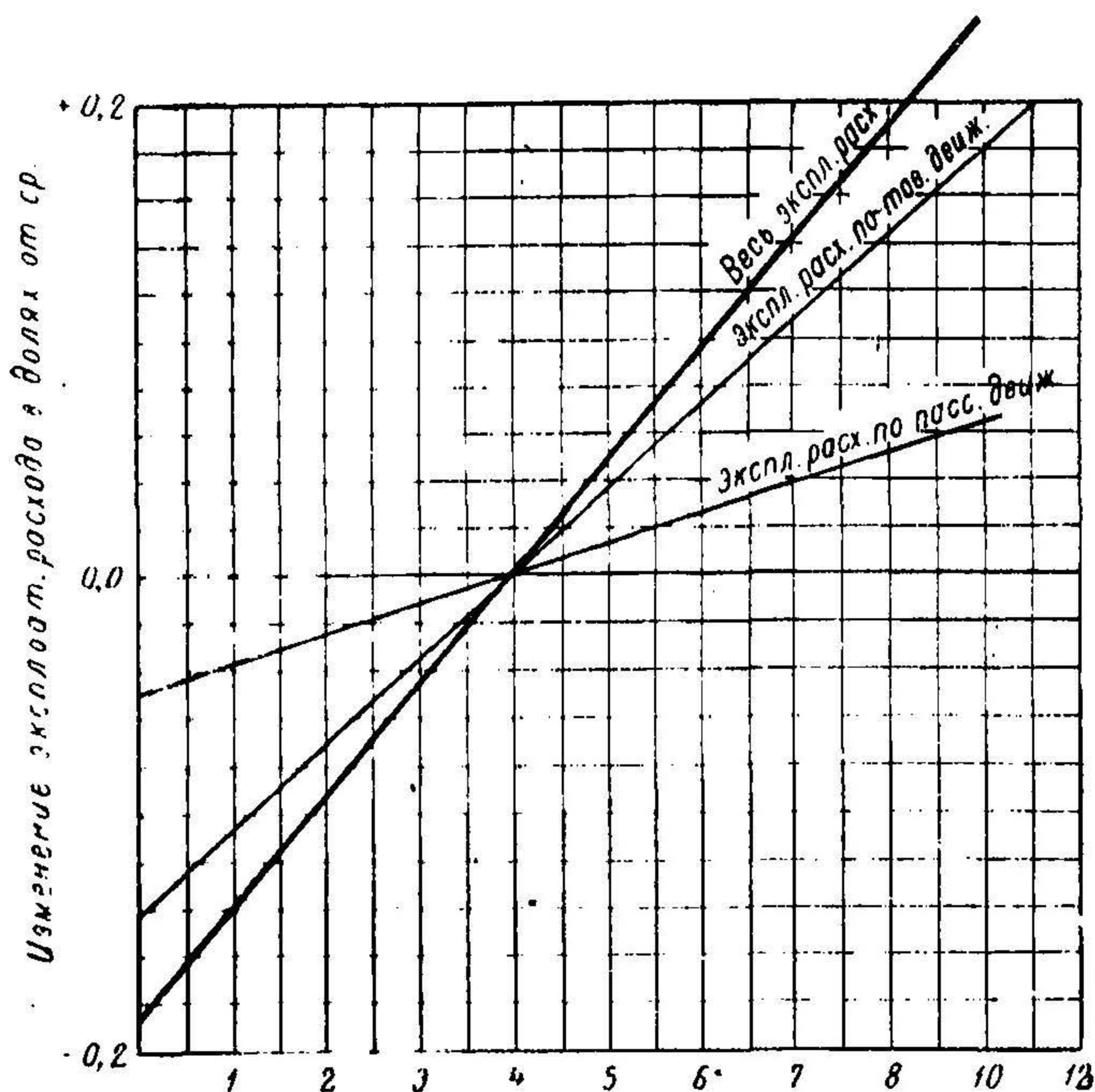
ТАБЛИЦА 51.

Изменение эксплуатационного расхода при изменении среднего эквивалентного сопротивления.

Среднее эквивалентное сопротивление в тысячных	Доля изменения всего эксплуатационного расхода			Доля изменения эксплуатационного расхода по пассажирскому движению
	Товарное движение	Пассажирское движение	Всего	
0	— 0,142	— 0,052	— 0,194	— 0,20
1	— 0,106	— 0,039	— 0,145	— 0,15
2	— 0,071	— 0,025	— 0,096	— 0,10
3	— 0,035	— 0,012	— 0,047	— 0,05
4	0,000	+ 0,001	+ 0,001	0,00
5	+ 0,035	+ 0,014	+ 0,049	+ 0,05
6	+ 0,071	+ 0,027	+ 0,097	+ 0,10
7	+ 0,106	+ 0,040	+ 0,146	+ 0,15
8	+ 0,142	+ 0,053	+ 0,195	+ 0,205



Изменение эквивалентного подъема на одну тысячную изменяет эквивалентный расход по пассажирскому движению на  $\frac{20,3}{3,9} = 5,2\%$  от эксплуатационного расхода по пассажирскому движению, или  $1,3\%$  от всего эксплуатационного расхода. Общее изменение эксплуатационного расхода при изменении эквивалентного сопротивления на одну тысячную будет равно  $\frac{0,194 + 0,195}{8} \cdot 100 = 4,86\%$ . То же можно видеть и из таблицы.



Фиг. 35. Изменение эксплуатационного расхода по пассажирскому и товарному движению в зависимости от изменения эквивалентного сопротивления.

Коэффициент влияния эквивалентного сопротивления на весь эксплуатационный расход, очевидно, будет равен 0,194. Цифры эти, как и следовало ожидать, почти совпадают с полученными выше данными о влиянии эквивалентного сопротивления на расход по товарному движению.

Для оценки влияния эквивалентного подъема необходимо выделить из величины эквивалентного сопротивления долю, связанную с подъемом.

В отношении товарного движения это произведено в таблице 46. Для пассажирского движения доля эквивалентного подъема от величины эквивалентного сопротивления при средней скорости 35 км/ч. составит:  $\frac{1,5}{3,9} = 0,385$ . В соответствии с этим коэффициент влияния



эквивалентного подъема на расход по пассажирскому движению будет  $0,203 \cdot 0,385 = 0,08$ .

Общий коэффициент влияния эквивалентного подъема на весь эксплуатационный расход при средней скорости товарного движения 20 км/ч. и пассажирского движения 35 км/ч., очевидно, будет равен:

$$0,071 \cdot 0,7422 + 0,078 \cdot 0,2578 = 0,059 + 0,020 = 0,073,$$

а с округлением—0,07.

*в) Влияние ходовой скорости пассажирского движения на эксплуатационный расход.*

Ходовая скорость пассажирского движения, как и скорость товарного движения, не является вполне независимой характеристикой. Она определяется при помощи тяговых расчетов в зависимости от веса состава, а также протяжения и расположения отдельных элементов профиля. Однако, вследствие сложности зависимости от других характеристик профиля представляется целесообразным влияние ее на эксплуатационный расход определять отдельно.

Ходовая скорость влияет на среднее эквивалентное сопротивление, а через него — на механическую работу пассажирских поездов, а также и на изморителю, связанные с часами работы: человеко-часы в пассажирских поездах, паровозо-часы и осе-часы пассажирских вагонов.

Как видно из предыдущего, среднее эквивалентное сопротивление пассажирских поездов подсчитывается по формулам: для дальних поездов (4-осные вагоны):

$$w_{\text{ср}} = 1,4 + 0,02 V + 0,0002 V^2 + i_0 \quad . \quad . \quad . \quad (85)$$

для пригородных поездов (2- и 3-осные вагоны):

$$w_{\text{ср}} = 1,6 + 0,027 V + 0,0003 V^2 + i_0 \quad . \quad . \quad . \quad (88)$$

При пробеге вагонов пригородных поездов в 11% от общего, средне-взвешенное эквивалентное сопротивление будет

$$w_{\text{ср}} = (1,4 + 0,02 V + 0,0002 V^2) \cdot 0,89 + (1,6 + 0,027 V + 0,0003 V^2) \cdot 0,11 + i_0$$

или

$$w_{\text{ср}} = 1,42 + 0,021 V + 0,00021 V^2 + i_0.$$

Это выражение при  $i_0 = 1,5$  и средней скорости 35 км/ч. даст среднее эквивалентное сопротивление в 3,9 кг на тонну.

Доля, связанная с ходовой скоростью, составляет 25,7%. Так как механическая работа по пассажирскому движению составляет около



5,23% от всего эксплуатационного расхода, то с ходовой скоростью пассажирских поездов будет в этом случае связано около 1,35% от всего эксплуатационного расхода.

Вследствие того, что ходовая скорость в выражении для среднего эквивалентного сопротивления входит во 2-й степени, представляется целесообразным, вместо применения коэффициентов влияния, построить таблицу изменения эквивалентного сопротивления при изменении ходовой скорости.

ТАБЛИЦА 52.

Изменение доли эксплуатационного расхода, связанной с эквивалентом сопротивления при изменении средней ходовой скорости пассажирского движения (при среднем эквивалентном подъеме +1,5 тысячных).

Ходовая скорость, километров в час	Основное удельное сопротивление, в тысячных			Эквивалентное сопротивление на эквивалентном подъеме +1,5 тысячных			Изменение эквивалентного сопротивления в долях от среднего	Эксплуатационный расход, связанный с эквивалентным сопротивлением в долях от среднего		Изменение эксплуатационного расхода в долях от среднего	
	Дальних поездов	Пригородн. поездов	Средне взвешен.	Дальних поездов	Пригородн. поездов	Средне взвешен.		Пассаж. движение	Всего экспл. расхода	Пассаж. движение	Всего экспл. расхода
20	1,88	2,26	1,92	3,4	3,8	3,42	0,87	0,18	0,045	— 0,02	— 0,007
30	2,18	2,68	2,23	3,7	4,2	3,73	0,95	0,19	0,050	— 0,01	— 0,002
35	2,35	2,91	2,42	3,85	4,4	3,92	1,00	0,20	0,052	0,00	0,000
40	2,52	3,13	2,58	4,0	4,6	4,08	1,04	0,21	0,055	+ 0,01	+ 0,005
60	3,32	4,30	3,43	4,8	5,8	4,93	1,26	0,26	0,065	+ 0,06	+ 0,013
80	4,28	5,68	4,44	5,8	7,2	5,94	1,51	0,31	0,079	+ 0,11	+ 0,027
100	5,40	7,30	5,61	6,9	8,8	7,11	1,82	0,37	0,095	+ 0,17	+ 0,043
120	6,68	9,16	6,96	8,2	10,7	8,46	2,16	0,44	0,113	+ 0,24	+ 0,061

Из таблицы видно, что повышение ходовой скорости пассажирского движения до 120 км/ч., если рассматривать только расходы, связанные с механической работой, может увеличить расходы по пассажирскому движению на 24%. При этом весь эксплуатационный расход, вследствие сравнительно небольшого удельного веса пассажирского движения, возрастает всего на 6%. Однако, при увеличении ходовой скорости одновременно будет происходить уменьшение расходов, связанных с часовыми измерителями, которое также необходимо учесть.

Как показано выше, с человеко-часами в пассажирских поездах связано 3,45% от всего эксплуатационного расхода и с осе-часами пассажирских вагонов 1,18%. Учитывая, что непосредственно в поездах затрачивается около 64% от общего числа человеко-часов и 40%



от осе-часов (см. главу III), получим процент эксплуатационного расхода, связанный с часами работы пассажирских поездов равным:

$$0,64 \cdot 3,45 + 0,40 \cdot 1,18 = 2,21 + 0,47 = 2,68\%$$

от всего эксплуатационного расхода, или  $\frac{2,68}{25,78} = 10,4\%$  от эксплуатационного расхода по пассажирскому движению. Следовательно, коэффициентом влияния ходовой скорости пассажирских поездов на расходы, связанные с часовыми измерителями, будет величина 0,027 для всего эксплуатационного расхода и 0,104 для эксплуатационного расхода по пассажирскому движению.

Общий коэффициент влияния ходовой скорости не может быть подсчитан, так как для расходов, связанных с механической работой, скорость будет прямым фактором, а для расходов, связанных с часовыми измерителями работы, — обратным.

Таблица изменения эксплуатационного расхода, при изменении ходовой скорости пассажирских поездов для средних условий, аналогичная таблице 48 для ходовой скорости товарного движения, может быть построена по приведенным данным без особых затруднений.

ТАБЛИЦА 53.

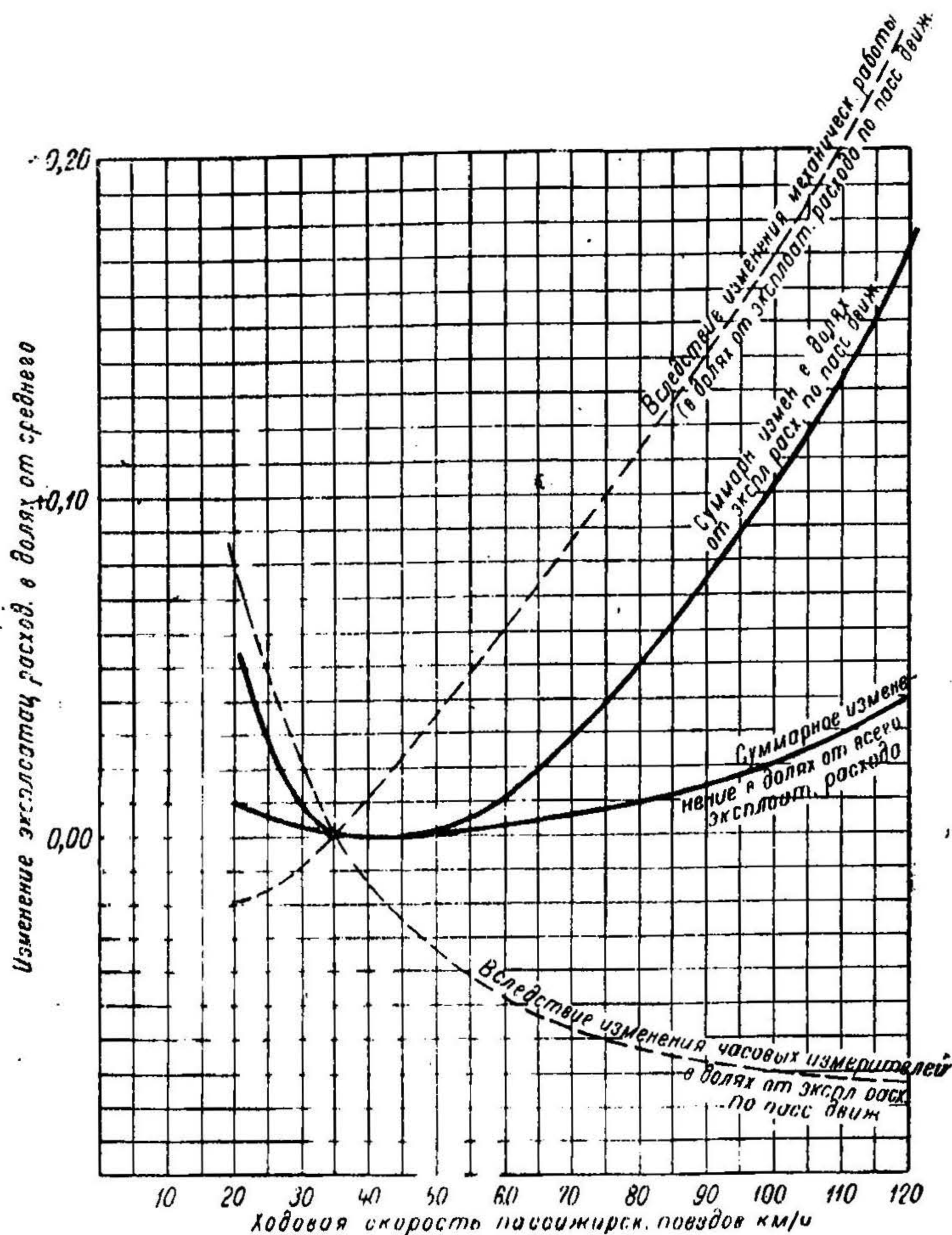
Изменение эксплуатационного расхода при изменении ходовой скорости пассажирских поездов.

Ходовая скорость, километров в час	Доля эксплуатационного расхода, связанная с часовыми измерителями		Изменение эксплуатационного расхода вследствие изменения часовых измерителей		Изменение эксплуатационного расхода вследствие изменения механической работы		Суммарное изменение эксплуатационного расхода	
	От экспл. расход. по пасс. дв.	От всего эксплоат. расхода	Эксплоат. расход по пассажир. движ.	Весь эксп. расход	Эксплоат. расход по пасс. движ.	Весь экспл. расход	Эксплоат. расход по пассаж. движ.	Весь эксплоат. расход
20	0,182	0,047	+ 0,08	+ 0,02	— 0,02	— 0,007	+ 0,06	+ 0,01
30	0,121	0,031	+ 0,02	+ 0,005	— 0,01	— 0,002	+ 0,01	+ 0,005
35	0,104	0,027	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
40	0,091	0,024	— 0,01	— 0,005	+ 0,01	+ 0,003	0,00	0,00
60	0,061	0,016	— 0,05	— 0,01	+ 0,06	+ 0,013	+ 0,01	+ 0,005
80	0,045	0,012	— 0,06	— 0,015	+ 0,11	+ 0,027	+ 0,05	+ 0,01
100	0,036	0,009	— 0,07	— 0,02	+ 0,17	+ 0,043	+ 0,10	+ 0,02
120	0,030	0,008	— 0,07	— 0,02	+ 0,24	+ 0,061	+ 0,17	+ 0,04

Данные табл. 53 представлены на фиг. 36. Как видно из таблицы и из диаграммы, ходовая скорость, дающая наибольшее уменьшение расхода, находится в пределах 35—40 км в час и близка к 40 км в час, при условии постоянства состава поезда.



Так как пассажирское движение распределяется по направлениям равномерно, то результаты изменения ходовой скорости пассажирских поездов в одном направлении можно считать в 2 раза меньше, чем соответствующие данные, полученные для изменения скорости в обоих направлениях.



Фиг. 36. Изменение эксплуат. расхода при изменении ходовой скорости пассажирских поездов.

г) Влияние профиля линии на расход по социалистическому накоплению и реновационные отчисления по подвижному составу.

В работах по оценке влияния длины и профиля линии на расходы обычно производится определение воздействия длины и профиля на эксплуатационные расходы. Действительно, расходы по сооружению линии определяются путем составления расценочной ведомости и при проектировании различных вариантов дороги могут быть в каждом случае определены обычным порядком. Оценка влияния профиля линии



на капитальные расходы сделана А. М. Бабичковым, применившим для этой цели формулы П. Г. Сидоренко.

Считая, что расходы собственно по сооружению дороги могут быть определены с достаточной точностью путем составления расценочной ведомости, рассмотрим лишь часть этих расходов, приходящуюся на подвижной состав. Действительно, изменение длины и профиля линии, приводя к изменению количества земляных работ, а также в отдельных случаях искусственных и гражданских сооружений, приводит к пересоставлению расценочной ведомости. Определение количества подвижного состава в расценочных ведомостях, как общес правило, производится весьма ориентировочно, не всегда отражает влияние изменения длины и профиля линии и требует особого освещения.

Как легко видеть, изменение количества подвижного состава связано с изменением числа паровозо-часов и осе-часов вагонов товарного и пассажирского парка.

Для денежной оценки изменения количества подвижного состава можно исходить из средней стоимости единицы его, т. е. паровоза и вагона или из общесетевых данных о стоимости всего железнодорожного имущества. В дальнейшем избран второй путь.

Данные инвентаризации по дорогам Закавказским, Северным и Юго-Западным дают следующее распределение стоимости имущества дорог (в процентах от общей стоимости:)

1. Земляное полотно . . . . .	19,62
2. Искусственные сооружения . . . . .	8,98
3. Верхнее строение . . . . .	16,92
4. Принадлежности пути . . . . .	0,50
5. Связь . . . . .	1,61
6. Переводы . . . . .	0,21
7. Путевые и станционные постройки, служебные и жилищные здания . . . . .	20,91
8. Водоснабжение и канализация . . . . .	2,24
9. Принадлежности станций . . . . .	4,03
10. Подвижной состав . . . . .	24,77
11. Разное имущество . . . . .	0,21
<hr/>	
Всего . . . . .	100,00

Как видно из этой таблицы, на подвижной состав падает 24,77% от общей стоимости имущества, а на остальное имущество — 75,23%.

Распределение стоимости подвижного состава на отдельные составные части по данным той же инвентаризации 3 дорог следующее:

Ст. 116—Локомотивы и тендеры, пассажирские . . .	34 288 тыс. руб.	—	6,90%
„ 117—„ „ товарные . . . . .	162 030 „	„	— 32,50%
„ 118—Вагоны пассажирские мягкие . . . . .	17 363 „	„	— 3,50%
„ 119—„ „ жесткие . . . . .	65 303 „	„	— 13,10%
„ 120—Вагонное освещение . . . . .	1 566 „	„	— 0,30%
„ 121—Нормальные вагоны, полувагоны и платформы	162 908 „	„	— 32,60%
„ 122—Цистерны . . . . .	35 937 „	„	— 7,20%
„ 123—Специальные товарные вагоны . . . . .	11 048 „	„	— 2,20%
„ 124—Колесный парк . . . . .	8 140 „	„	— 1,70%
<hr/>			
498 581 тыс. руб.			— 100,00%



К пассажирскому движению может быть отнесено  $23,8\%$ , к товарному (статьи 117, 121, 122, 123)— $74,5\%$ . Распределяя колесный парк пропорционально наличию осей пассажирского и товарного вагонного парка в 1926/27 году, т. е. в отношении 100:913, получим, что всего к товарному движению относится  $76,0\%$ , а к пассажирскому— $24\%$  от стоимости подвижного состава, в том числе по паровозам товарным— $32,5\%$ , пассажирским— $6,9\%$ , по вагонам товарным— $43,5\%$  и пассажирским  $17,1\%$  или в процентах от общей стоимости всего имущества на товарные паровозы падает— $8,05\%$ , на пассажирские паровозы— $1,71\%$ , на вагоны товарного парка— $10,78\%$ , на пассажирские вагоны— $4,23\%$ .

Полная стоимость железнодорожного имущества может быть оценена, кругло, в 11,0 миллиардов рублей, а с учетом износа—в  $60\%$ —в 6,6 миллиардов рублей. Годовые расходы по оплате капитала получатся, если принять по норме Госплана,  $6\%$  оплаты от стоимости изношенного имущества. Годовые расходы по реновации (в дополнение к входящим в эксплуатационные расходы) в соответствии с указаниями Госплана примем в размере  $1,25\%$  от стоимости неизношенного имущества. Для подвижного состава процент реновационных отчислений в дополнение к эксплуатационным расходам примем в  $2,86\%$  для товарных и пассажирских паровозов;  $0,86\%$ —для вагонов товарного парка и  $4\%$ —для пассажирских вагонов.

Произведя соответствующий подсчет, получим следующие годовые расходы по социалистическому накоплению и реновации подвижного состава. —

ТАБЛИЦА 54.

Годовые расходы по социалистическому накоплению и реновации в части, падающей на подвижной состав.

№ по порядку	Наименование имущества	Процент от стоимости имущества	Стоимость имущества, в миллионах рублей		Годовой расход по социалист. накоплению, в милл. рублей	Годовой расход по реновации, в милл. рублей	Годовой расход по социалист. накоплению и реновации, в милл. рублей	То же в процентах от эксплуатационного расхода
			неизношен.	изношен.				
1	Товарные паровозы . . .	8,05	885	531	31,9	25,6	57,5	4,15
2	Вагоны товарного парка .	10,78	1 185	711	42,6	10,2	52,8	3,81
3	Пассажирские паровозы .	1,71	188	113	6,8	5,4	12,2	0,88
4	Пассажирские вагоны .	4,23	465	279	16,7	18,6	35,3	2,55
	Всего по подвижному составу . .	24,77	2 723	1.634	98,0	59,8	157,8	11,39



Если считать, что расходы по социалистическому накоплению и реновации подвижного состава пропорциональны количеству подвижного состава, т. е. паровозо-часам и осе-часам вагонов, то данные таблицы 54 можно представить в виде дополнительных расходов, падающих на паровозо-часы и осе-часы, в долях от эксплуатационного расхода. Распределение расходов по социалистическому накоплению и реновации подвижного состава будет следующее:

Паровозо-часы товарных паровозов . . . . .	4,15%	от всего экспл. расхода
Осе-часы вагонов товарного парка . . . . .	3,81%	" " " "
Паровозо-часы пассажирских паровозов . . . . .	0,88%	" " " "
Осе-часы пассажирских вагонов . . . . .	2,55%	" " " "

Всего . . . 11,39% от всего экспл. расхода

При помощи этого распределения расходов возможно рассчитать новые коэффициенты влияния характеристики профиля на эксплуатационный расход, сложенный с годовыми расходами по социалистическому накоплению и реновации подвижного состава.

Средняя стоимость 1 тонно-километра нетто в 1926/27 году будет:

$\frac{1027 \cdot 10^6 \cdot 10^2}{80995 \cdot 10^6} = 1,27$  коп., причем  $80\,995 \cdot 10^6$  — есть пробег грузов малой скорости, который может быть принят числу тонно-километров нетто в коммерческих поездах товарного движения. Себестоимость в 1,27 коп. является так называемой технической себестоимостью; коммерческая себестоимость для 1926/27 г., получаемая путем деления всего расхода на коммерческую продукцию будет 1,37 коп. за 1 т-к.м.

Стоимость с учетом расходов по социалистическому накоплению и реновации подвижного состава будет:

$$1,27 \cdot 1,114 = 1,41 \text{ коп. за 1 т-к.м.}$$

Коэффициент влияния расчетного подъема на эксплуатационный расход по обоим видам движения был определен нами в 0,21.

С учетом расходов по социалистическому накоплению и реновации на подвижной состав коэффициент влияния расчетного подъема будет:

$$\frac{0,21 + 0,04 + 0,01}{1,114} = \frac{0,26}{1,114} = 0,23.$$

Коэффициент влияния эквивалентного сопротивления, определенный выше — 0,19, изменится в отношении  $\frac{1}{1,114}$ , так как измеритель тонно-километры механической работы не увеличивается. Новый коэффициент влияния будет:

$$\frac{0,19}{1,114} = 0,17.$$



Аналогичным образом изменится и коэффициент влияния кривизны пути, который будет равен  $\frac{0,062}{1,114} = 0,056$  для каждых  $100^\circ$  центральных углов на километре длины.

Коэффициент влияния ходовой скорости как прямого фактора, влияющего на механическую работу, будет:

$$\text{для товарного движения} \quad \frac{0,03}{1,114} = 0,03,$$

$$\text{для пассажирского движения} \quad \frac{0,014}{1,114} = 0,01,$$

т. е. практически останется без изменения.

Коэффициент влияния ходовой скорости как обратного фактора влияющего на часовые измерители увеличится и будет равен:

для товарного движения

$$\frac{0,06 + 0,415 \cdot 0,60 + 0,0381 \cdot 0,15}{1,114} = 0,08;$$

для пассажирского движения

$$\frac{0,03 + 0,01 + 0,0255}{1,114} = 0,05.$$

При помощи полученных коэффициентов влияния методами, описанными выше, можно определить изменение эксплуатационного расхода, сложенного с расходом по социалистическому накоплению и реновации подвижного состава при изменении основных характеристик профиля. Сравнение строительных расходов в этом случае следует производить без расходов по приобретению подвижного состава.

## ГЛАВА VII.

### Совместное влияние характеристик профиля и длины на эксплуатационные расходы.

Изменение эксплуатационного расхода при одновременном изменении отдельных характеристик профиля, а также и длины линии, можно оценивать различными методами. В дальнейшем разберем три наиболее удобных метода: а) метод коэффициентов влияния, б) метод формулы себестоимости тонно-километра и в) метод подсчета себестоимости на отдельных элементах профиля, названный нами методом валентов.

#### а) Метод коэффициентов влияния.

Коэффициенты влияния длины и отдельных характеристик профиля на эксплуатационный расход были определены нами в главах IV—VI настоящего исследования. При помощи этих коэффициентов влияния



можно определить изменение эксплуатационного расхода при одновременном изменении нескольких характеристик профиля, а также и длины линии.

Рассмотрим основные случаи наиболее часто встречающиеся на практике.

### 1. Полное влияние расчетного подъема на эксплуатационный расход по товарному движению.

Возвратимся к рассмотренному в главе V случаю изменения эксплуатационного расхода по товарному движению при изменении расчетного подъема. Результаты анализа приведены в таблице 40 и отвечающей ей диаграмме фиг. 25, дающих величину относительного изменения эксплуатационного расхода по товарному движению при переходе от одной величины расчетного подъема к другой. Коэффициенты влияния расчетного подъема на эксплуатационный расход по товарному движению для различных величин расчетного подъема приведены в таблице 41.

При анализе влияния расчетного подъема на эксплуатационный расход, произведенном в главе V, было предположено, что остальные характеристики профиля: скорость на расчетном подъеме, эквивалентное сопротивление и ходовая скорость, остаются неизменными и равными средним по сети величинам. Только при этом предположении данные таблицы 40 и 41 вполне правильны.

Между тем в действительности изменение расчетного подъема, как было выяснено в главе V, изменяя вес и состав поезда, изменяет и ходовую скорость его на отдельных элементах профиля, вследствие чего меняется и среднее эквивалентное сопротивление. Таким образом для установления полного влияния расчетного подъема на эксплуатационный расход необходимо определить характер изменения ходовой скорости и среднего эквивалентного сопротивления при изменении расчетного подъема. Как показано в главе V, зависимость ходовой скорости от расчетного подъема может быть установлена для отдельных элементов профиля с определенным уклоном при помощи методов тяговых расчетов. Для целого участка профиля, представляющего собою комбинацию отдельных элементов с различными подъемами, спусками и площадками, зависимость ходовой скорости от расчетного подъема может быть определена только исходя из определенного распределения данного участка на элементы с различными уклонами.

Таким приемом пользовался и А. М. Бабицкий с Д. А. Штанге, рассматривавшие 4 типовых профиля, характеризующихся следующим распределением на отдельные элементы.

Влиянию изменения расчетного подъема на величину среднего эквивалентного сопротивления и величину ходовой скорости, как получено в результате исследования А. М. Бабицкого и Д. А. Штанге, будет различным при различных значениях скорости на расчетном



ТАБЛИЦА 55.

Распределение протяжения профиля для 4 типовых профилей А. М. Бабиčkова и Д. А. Штанге (в процентах от длины).

Тип профиля	Распределение протяжения, в процентах				
	Расчетный подъем	Средний подъем	Площадки	Средний скат	Предельный скат
Равнинный . . . . .	5	10	70	10	5
Средний . . . . .	17,5	12,5	40	12,5	17,5
Холмистый . . . . .	25	7,5	35	7,5	25
Горный . . . . .	15	22,5	25	22,5	15

подъеме и максимальной скорости на спусках. Для принятой в настоящем исследовании средней скорости на расчетном подъеме в 10 км в час и при среднем ограничении скорости на спусках 45 км в час данные А. М. Бабиčkова и Д. А. Штанге для различных профилей будут следующие:

ТАБЛИЦА 56.

Изменение среднего эквивалентного сопротивления и средней ходовой скорости товарных поездов при изменении расчетного подъема по данным А. М. Бабиčkова и Д. А. Штанге (в процентах от первоначальной величины).

Тип профиля	При переходе расчетного подъема от 90/00 к 60/00		При переходе расчетного подъема от 90/00 к 40/00	
	Изменение среднего эквивалентного сопротивления	Изменение средней ходовой скорости	Изменение среднего эквивалентного сопротивления	Изменение средней ходовой скорости
Равнинный . . . . .	— 14	— 13	— 18	— 20
Средний . . . . .	— 19	— 4	— 29	— 11
Холмистый . . . . .	— 22	— 4	— 32	— 11
Горный . . . . .	— 19	— 5	— 29	— 8

Если воспользоваться определенными А. М. Бабиčковым и Д. А. Штанге зависимостями, то полное изменение эксплуатационного расхода вследствие изменения расчетного подъема может быть получено при помощи определенных нами зависимостей эксплуатационного расхода от отдельных характеристик профиля путем суммирования изменения эксплуатационного расхода вследствие изменения каждой отдельной характеристики. Расчет изменения эксплуатационного расхода выполнен в таблицах 57 и 58.



ТАБЛИЦА 57.

Полное изменение эксплуатационного расхода при переходе от 9<sup>0</sup>/<sub>00</sub>-ного расчетного подъема к 6<sup>0</sup>/<sub>00</sub>-ному.

Тип профиля	Изменение эксплуатационного расхода в долях от первоначального вследствие:			
	Изменения самого расчетного подъема	Изменения эквивалентного сопротивления	Изменения ходовой скорости	Суммарного изменения всех характеристик
Равнинный . . . . .	— 0,069	— 0,027	+ 0,011	— 0,085
Средний . . . . .	— 0,069	— 0,036	+ 0,003	— 0,102
Холмистый . . . . .	— 0,069	— 0,042	+ 0,003	— 0,108

ТАБЛИЦА 58.

Полное изменение эксплуатационного расхода при переходе от 9<sup>0</sup>/<sub>00</sub>-ного расчетного подъема к 4<sup>0</sup>/<sub>00</sub>-ному.

Тип профиля	Изменение эксплуатационного расхода в долях от первоначального вследствие:			
	Изменения самого расчетного подъема	Изменения эквивалентного сопротивления	Изменения ходовой скорости	Суммарного изменения всех характеристик
Равнинный . . . . .	— 0,113	— 0,034	+ 0,019	— 0,128
Средний . . . . .	— 0,113	— 0,055	+ 0,009	— 0,159

Расчет отдельных слагаемых изменения эксплуатационного расхода в таблицах 57 и 58 произведен следующим образом. Изменение эксплуатационного расхода вследствие изменения самого расчетного подъема определено по табл. 40 (по 2-й градации). Изменение эксплуатационного расхода вследствие изменения среднего эквивалентного сопротивления вычислено при помощи коэффициента влияния среднего эквивалентного сопротивления на эксплуатационный расход равного (по 2-й градации) 0,19 по формуле:

$$\Delta = 0,19 \kappa,$$

где  $\kappa$  — относительное изменение среднего эквивалентного сопротивления,

$\Delta$  — относительное изменение эксплуатационного расхода.

Изменение эксплуатационного расхода вследствие изменения ходовой скорости определено по формуле:

$$\Delta = \frac{-0,076 \kappa}{1 - \kappa},$$



где 0,076 — коэффициент влияния ходовой скорости как обратного фактора, влияющего на часовые измерители работы. Влияние ходовой скорости как прямого фактора на расходы, связанные со средним эквивалентным сопротивлением учтено при определении изменения среднего эквивалентного сопротивления. Поправка на совместное влияние двух факторов (расчетного подъема и ходовой скорости), влияющих одновременно и на те же измерители работы, не введена вследствие ее ничтожного влияния на результат (около 0,003 эксплуатационного расхода).

Таким образом в результате произведенного подсчета (по 2-й градации изменения расхода) видно, что снижение расчетного подъема с 9-тысячного до 6-тысячного дает  $8\frac{1}{2}$  — 11% снижения эксплуатационного расхода, а снижение с 9-тысячного до 4-тысячного — снижение эксплуатационного расхода на 13 — 16%, в зависимости от характера профиля. Если расчет вести по 1-й градации, то полученные результаты будут, примерно, на 1% ниже.

## 2. Изменение расчетного подъема и средней ходовой скорости.

Изменение эксплуатационного расхода при одновременном изменении расчетного подъема и ходовой скорости осложняется тем обстоятельством, что ходовая скорость сама зависит от расчетного подъема, причем зависимость эта, как было выяснено выше, будет различной при различном характере профиля.

Вследствие этого при изменении самого расчетного подъема является необходимым пересчитать вес поезда, после чего при помощи тяговых расчетов определить ходовую скорость поезда нового веса. Результаты подсчетов изменения эксплуатационного расхода при переходе от расчетного подъема в 9-тысячных к 6-тысячному и 4-тысячному для средних условий приведены выше.

В том случае, если изменение ходовой скорости известно, то совместное влияние расчетного подъема и ходовой скорости определяется по формуле, аналогичной формуле (8), выведенной в главе II для одновременного изменения двух факторов:

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_1 \Delta_2 \frac{n_0}{n_1 n_2} + \Delta_3,$$

где  $\Delta_1$  — относительное изменение эксплуатационного расхода, вследствие изменения 1-го фактора (расчетного подъема),

$\Delta_2$  — то же, для 2-го фактора (ходовой скорости, как обратного фактора),

$\Delta_3$  — то же, для 3-го фактора (ходовой скорости, как прямого фактора),

$n_1$  — коэффициент влияния 1-го фактора,

$n_2$  — „ „ 2-го „

$n_0$  — общая доля коэффициентов влияния обоих факторов.



Коэффициенты влияния расчетного сопротивления и ходовой скорости на эксплуатационный расход приведены в главе V. Для средних условий коэффициент влияния расчетного подъема будет 0,21, ходовой скорости как обратного фактора, влияющего на часовые измерители работы — 0,08, ходовой скорости как прямого фактора, влияющего на механическую работу, — 0,05. Так как ни часовые измерители, ни измерители, связанные с расчетным подъемом механической работы, не включают, то изменение ее можно рассматривать изолированно от других измерителей.

Общая доля обоих коэффициентов влияния найдется из сопоставления коэффициентов влияния расчетного подъема и ходовой скорости, расчлененных на доли, пропорциональные отдельным измерителям.

Это сопоставление может быть произведено без всяких затруднений по данным главы V исследования и приводится в табл. 59 (данные приведены в процентах от всего эксплуатационного расхода).

ТАБЛИЦА 59.

Распределение коэффициентов влияния среднего состава товарного поезда и средней ходовой скорости его.

Измерители по товарному движению	Процент расхода, связанного с измерителями	
	Зависящими от состава товарного поезда	Зависящими от ходовой скорости товарного поезда
1. Поездо-километры . . . . .	5,98	—
2. Паровозо-километры . . . . .	0,82	—
3. Поездо-часы . . . . .	1,12	0,67
4. Паровозо-часы . . . . .	1,08	0,65
5. Человеко-часы в товарных поездах . . . . .	7,96	3,82
6. Осе-часы вагонов товарного парка . . . . .	—	0,47
Всего . . . . .	16,96	5,61

Как легко видеть, общей частью обоих коэффициентов влияния будет величина 5,14% от всего эксплуатационного расхода или 6,93% от эксплуатационного расхода по товарному движению, а с округлением 7%.

Таким образом формула изменения эксплуатационного расхода при изменении расчетного подъема и ходовой скорости принимает вид:

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + \frac{0,07}{0,21 \cdot 0,08} \Delta_1 \Delta_2 + \Delta_3$$

или

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + 4,17 \Delta_1 \Delta_2 + \Delta_3$$



Величиной третьего члена во многих случаях можно пренебречь и рассчитывать изменение эксплуатационного расхода путем алгебраического суммирования отдельных слагаемых.

Рассмотрим в качестве примера снижение расчетного подъема с  $9^{\circ}/_{\infty}$  до  $7^{\circ}/_{\infty}$ . Как показано выше, ходовая скорость при этом для среднего профиля снизится на  $11\%$  (см. табл. 56). Относительное изменение расчетного подъема будет — 0,33.

Изменение эксплуатационного расхода будет:

$$\Delta = n_1 k_1 - \frac{n_2 k_2}{1 + k_2} - 4,17 \cdot \frac{n_1 k_1 n_2 k_2}{1 + k_2} + n_3 k_3.$$

Третий член этого выражения будет равен:

$$= 4,17 \cdot \frac{0,21 \cdot 0,33 \cdot 0,08 \cdot 0,11}{1 - 0,11},$$

что даст величину, меньшую 0,003. Очевидно, что этим членом можно пренебречь. В этом случае изменение расхода можно рассчитывать непосредственно по таблице и диаграмме главы V.

### 3. Изменение расчетного подъема и эквивалентного подъема.

Так как эквивалентный подъем влияет на механическую работу поездов, не связанную с другими характеристиками, то при расчете совместного влияния эквивалентного подъема и других характеристик можно применять суммирование изменений расхода при изменении отдельных характеристик. Необходимо лишь учитывать, что расчетный подъем будет влиять на величину эквивалентного подъема и ходовой скорости. Поэтому при изменении расчетного подъема необходимо определить изменение этих характеристик, после чего уже применять формулы изменения эксплуатационного расхода.

### 4. Изменение эквивалентного подъема и ходовой скорости.

Совместное изменение эквивалентного подъема и ходовой скорости уже было рассмотрено в главе V. Результаты их влияния на эксплуатационный расход приведены в табл. 48 и на диаграмме фиг. 32.

### 5. Изменение характеристик профиля и длины линии.

Так как длина линии и характеристики профиля влияют на одни и те же измерители, то необходимо определить общую долю их влияния на эксплуатационный расход. Эта общая доля найдется из распределения коэффициентов влияния этих характеристик, сделанного в следующей таблице.



ТАБЛИЦА 60.

Распределение коэффициентов влияния длины линии, ходовой скорости и эквивалентного сопротивления.

Измерители по товарному движению	Процент эксплуатационного расхода, связанного с измерителями, зависящими				
	от среднего состава товарного поезда	от ходовой скорости тов. поезда (влияние обратное)	от ходовой скорости (прямое влияние)	от среднего эквивалентн. подъема	от длины линии (по 1-й градации)
1. Поездо-километры . . . . .	5,98	—	—	—	3,60
2. Паровозо-километры . . . . .	0,82	—	—	—	0,71
3. Поездо-часы . . . . .	1,12	0,67	—	—	0,45
4. Паровозо-часы . . . . .	1,08	0,65	—	—	0,25
5. Человеко-часы в поездах . . . . .	7,96	3,82	—	—	3,75
6. Осе-часы вагонов товарного парка . . . . .	—	0,47	—	—	0,26
7. Механическая работа товарных поездов . . . . .	—	—	3,53	5,27	12,57
8. Прочие измерители . . . . .	—	—	—	—	12,21
Коэффициент влияния . . . . .	16,96	5,61	3,53	5,27	33,80
То же, в процентах от эксплуатац. расхода по товарному движению . . . . .	23,0 <sup>1</sup>	7,6	4,75	7,10	45,50
Общая доля коэффициента влияния каждой характеристики и длины линии . . . . .	8,76	4,71	3,53	5,27	—
То же, в процентах от эксплуатац. расхода по товарному движению . . . . .	11,80	6,34	4,75	7,10	—

При составлении таблицы использованы данные главы III и главы V. Коэффициент влияния длины линии на расход по товарному движению определен по данным табл. 29, причем распределение расходов, пропорциональных эксплуатационной и приведенной длине и площади зданий, сделано пропорционально итогам остальных распределенных расходов.

По данным последних строк таблицы 60, совместное влияние длины линии и профиля оценивается без особых затруднений при помощи формулы (8):

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_1 \Delta_2 \frac{n_0}{n_1 n_2} \dots \dots \dots (8)$$

Так, например, при совместном изменении длины и расчетного подъема, но при сохранении величины других характеристик профиля, формула эта получает вид:

$$\Delta = n_1 k_1 + n_2 k_2 + n_1 k_1 n_2 k_2 \frac{n_0}{n_1 n_2}$$

<sup>1</sup> Коэффициент влияния расчетного подъема для средних условий равен 0,21 или 21% от эксплуатационного расхода.



или

$$\Delta = 0,21 k_1 + 0,46 k_2 + 0,12 k_1 k_2.$$

Пусть расчетный подъем смягчается с  $9\text{‰}$  до  $6\text{‰}$ , а длина линии увеличивается на  $10\text{‰}$  (без изменения числа станций), тогда

$$k_1 = -0,33; \quad k_2 = +0,10 \text{ и}$$

$$\Delta = -0,21 \cdot 0,33 + 0,46 \cdot 0,10 - 0,12 \cdot 0,33 \cdot 0,10 = -0,069 + 0,046 - 0,004 = -0,027.$$

Так как последний член обычно весьма мал, то во многих случаях им можно пренебречь и рассчитывать изменение эксплуатационного расхода путем алгебраического суммирования частных изменений при изменении отдельных характеристик профиля и длины линии. При этом изменение расхода вследствие изменения отдельных характеристик профиля можно определять по таблицам и диаграммам, приведенным в главе V работы, а изменение расхода вследствие изменения длины линии определять с помощью коэффициента влияния длины, в зависимости от градации изменения длины. Степень точности подсчетов при отбрасывании последнего члена освещена в главе II.

Подобным же образом определяется и влияние изменения длины и профиля линии, на расход по пассажирскому движению и на весь эксплуатационный расход, а также на эксплуатационный расход, увеличенный на расход по социалистическому накоплению и реновации подвижного состава. Необходимо лишь брать соответствующие коэффициенты влияния, выведенные в главе VI исследования.

*б) Оценка совместного изменения отдельных характеристик профиля при помощи формулы себестоимости тонно-километра.*

Для оценки изменения эксплуатационного расхода при одновременном изменении целого ряда характеристик профиля во многих случаях вместо метода коэффициентов влияния представляется целесообразным применить метод подсчета эксплуатационного расхода по формуле.

Предположим, что длина линии не изменяется. В этом случае, как показано в главе V, при изменении профиля линии могут изменяться расходы, пропорциональные следующим 7 измерителям (см. табл. 32): поездо-километрам, паровозо-километрам товарных паровозов в одиночном следовании, подталкивании и двойной тяге, паровозо-часам в тех же видах пробега и в горячем резерве, осе-часам и тонно-километрам механической работы.

По данным табл. 6 (см. гл. III) можно выписать расходы, пропорциональные каждому из перечисленных 7 измерителей, а прочие расходы объединить в одну группу. На основании анализа, выполнен-



ного в главе V, можно привести долю расходов по каждой группе, связанную с профилем линии.

В таблице 6 приведено распределение эксплуатационного расхода в 1926/27 г. на доли, пропорциональные отдельным измерителям работы железных дорог по пассажирскому и по товарному движению. Как легко видеть, от процентной доли расходов, падающих на каждый измеритель, легко перейти к денежному расходу в рублях, а зная количество выполненных по всей сети за 1926/27 г. измерителей, можно определить и расходные ставки, падающие на единицу каждого измерителя. В соответствии с числом групп, на которые в табл. 6 разбит весь эксплуатационный расход, построенная таким образом формула будет содержать 25 членов.

При решении задач на изменение эксплуатационного расхода при изменении длины и профиля линии нет необходимости в применении полной формулы. Достаточно применить формулу, содержащую только члены, изменяющиеся в зависимости от длины и профиля линии.

Переходим к построению этой формулы.

Расходы по товарному движению по всей сети за 1926/27 г., связанные с измерителями, зависящими от профиля линии, приведены в следующей таблице.

ТАБЛИЦА 61.

Определение расходных ставок на единицу каждого измерителя.

№ по порядку	Наименование измерителей	Расход, пропорциональный каждому измерителю		Выполненная работа за год в миллионах единиц каждого измерителя	Средний расход на единицу каждого измерителя
		В процентах от всего эксл. расхода	В миллионах рублей за год		
1	Поездо-километры товарного движения . . . . .	5,98	83,0	191,4	0,434
2	Паровозо-километры товарных паровозов, в одиночном пробеге, подталкивании и двойной тяге . . .	0,82	11,3	36,4	0,311
3	Паровозо-часы товарных паровозов в одиночном пробеге, двойной тяге, подталкивании и горячем резерве . . . . .	1,03	15,0	13,82	1,085
4	Поездо-часы товарного движения . . . . .	1,12	15,5	14,24	1,090
5	Человеко-часы в товарных поездах . . . . .	7,96	110,0	189,3	0,581
6	Осе-часы паличных вагонов товарного парка . . . . .	3,12	43,3	790,0	0,00548
7	Тонно-километры механической работы . . . . .	14,19	196,9	600,8	0,328
	Всего по 7 измерителям . . . . .	34,27	475,0	—	—
8	Прочие расходы по товарному движению . . . . .	39,95	553,7	—	—
	Всего по товарному движению . . . . .	74,22	1028,7	—	—



Приведенный в таблице процент от эксплуатационного расхода, падающий на каждый из измерителей, был подсчитан выше. Расход в миллионах рублей подсчитан, исходя из общего эксплуатационного расхода по сети в 1926/27 г. в 1385,984 миллиона рублей и эксплуатационного расхода по товарному движению в  $0,7422 \cdot 1385,984 = 1028,7$  милл. рублей. Выполненная работа по сети за 1926/27 г. в отношении паровозо-километров и паровозо-часов взята по таблицам 4 и 5. Человеко-часы в поездах подсчитаны по данным сводного годового отчета по железнодорожному транспорту за 1926/27 г. Осе-часы приняты по данным о наличии вагонов товарного парка. Тонно-километры механической работы определены исходя из общего числа тонно-километров брутто товарного движения и среднего эквивалентного сопротивления в 4  $кж/т$ .

По данным таблицы можно построить следующую формулу эксплуатационного расхода по товарному движению:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_m = & 0,434 \Sigma NL + 0,311 \Sigma MS_0 + 1,090 \Sigma NT + 1,085 \Sigma MT_0 + \\ & + 0,581 \Sigma RT + 0,00548 \Sigma nT + 0,328 \Sigma FL + 553,7 \cdot 10^6 . \quad (89) \end{aligned}$$

где  $\Sigma NL$  — поездо-километры товарного движения,

$\Sigma NT$  — поездо-часы,

$\Sigma MS_0$  — паровозо-километры один. пробега, двойной тяги и подт. в товарн. движении,

$\Sigma MT_0$  — паровозо-часы один. пробега, двойной тяги и подт. и горячего резерва в тов. движении,

$\Sigma nT$  — осе-часы вагонов товарного парка,

$\Sigma RT$  — человеко-часы в товарных поездах,

$\Sigma FL$  — тонно-километры механической работы товарных поездов (без паровозов).

Подставляя выражение для каждого из измерителей в зависимости от числа тонно-километров нетто, получим (см. гл. III):

$$\begin{aligned} \Sigma NL &= \frac{\Sigma pl}{pm}; & \Sigma RT &= r \alpha \Sigma NT = \frac{r \alpha \Sigma pl}{pm V_K}; \\ \Sigma NT &= \frac{\Sigma NL}{V_K} = \frac{\Sigma pl}{pm V_K}; & \Sigma FL &= \frac{p+q}{p} \cdot \omega, \Sigma pl = (1 - \lambda) \cdot \omega, \Sigma pl; \\ \Sigma MS_0 &= \delta \Sigma NL = \frac{\delta \Sigma pl}{pm}; & \Sigma nT &= \frac{24 \Sigma nS}{s_H} = \frac{24 \Sigma pl}{ps_H}; \\ \Sigma MT_0 &= \omega \Sigma NL = \frac{\omega \Sigma pl}{pm V_K}; \end{aligned}$$

где  $\Sigma pl$  — число тонно-километров нетто,

$p$  — средняя динамическая нагрузка на ось,

$m$  — средний состав поезда в обоих направлениях,

$V_K$  — средняя коммерческая скорость поезда,

$r$  — средний состав поездной и паровозной бригады,



$\delta$  — отношение числа паровозо-километров одиночного пробега, подталкивания и двойной тяги товарного движения к числу поездо-километров товарного движения,

$\omega$  — отношение числа паровозо-часов одиночного пробега, подталкивания, двойной тяги и горячего резерва к числу поездо-часов товарного движения,

$\alpha$  — отношение общего числа часов работы поездных бригад к числу часов работы их в поездах,

$\lambda$  — отношение тары к динамической нагрузке,

$w_3$  — среднее эквивалентное сопротивление,

$s_{\text{н}}$  — средний суточный пробег наличного вагона товарного парка.

Деля обе части полученного выражения для эксплуатационного расхода на тонно-километр нетто и подставляя значения отдельных измерителей, получим следующую формулу для себестоимости 1 тонно-километра:

$$e = \frac{0,434}{pm} + \frac{1,090}{pmV_K} + \frac{0,311\delta}{pm} + \frac{1,085\omega}{pmV_K} + \frac{0,581r\alpha}{pmV_K} + \frac{0,132}{ps_{\text{н}}} + \\ + 0,328 w_3 (1 + \lambda) + \frac{553,7 \cdot 10^6}{\Sigma pl}.$$

Величины, не зависящие от профиля линии, могут быть приняты постоянными. Значения их для средних условий 1926/27 г. будут следующие:

$$p = 4,45;$$

$$\delta = \frac{36,4}{131,4} = 0,190;$$

$$\omega = \frac{13,82}{14,24} = 0,970;$$

$$r = 4,68 + 2,65 = 7,33;$$

$$\alpha = \frac{189,3}{14,24 \cdot 7,33} = 1,81;$$

$$\lambda = \frac{3,8}{4,45} = 0,855;$$

$\Sigma pl = 80995 \cdot 10^6$  (малой скоростью с хозяйственными грузами в коммерческих поездах).

После подстановки этих величин в формулу (90) получим:

$$e = \frac{0,0975}{m} + \frac{0,245}{mV_K} + \frac{0,0133}{m} + \frac{0,236}{mV_K} + \frac{1,73}{mV_K} + \frac{0,0297}{s_{\text{н}}} + 0,608 w_3 + \\ + 0,00683$$

или

$$e = \frac{0,1108}{m} + \frac{2,211}{mV_K} + \frac{0,0237}{s_{\text{н}}} + 0,608 w_3 + 0,00683.$$



Как показано выше (см. гл. V), средний суточный пробег наличного вагона товарного парка может быть выражен через коммерческую скорость следующим образом (для средних условий 1926/27 г.)

$$s_n = \frac{24 d}{0,227 + \frac{1}{V_k}} \dots \dots \dots (41)$$

где величина  $d$  — отношение рабочего парка к наличному может быть принято равным 0,77. Тогда член, содержащий  $s_n$  может быть преобразован следующим образом:

$$\frac{0,0297}{s_n} = \frac{0,0297}{24 \cdot 0,77} \left( 0,227 + \frac{1}{V_k} \right) = 0,000366 + \frac{0,00161}{V_k}.$$

Выражение для себестоимости 1 т-км нетто в рублях после этого принимает следующий вид:

$$e = \frac{0,1108}{m} + \frac{2,211}{m V_k} + \frac{0,00161}{V_k} + 0,608 w_3 + 0,00720.$$

В копейках за 1 т км, при выражении  $w_3$  в тысячных:

$$e = \frac{11,08}{m} + \frac{221,1}{m V_k} + \frac{0,161}{V_k} + 0,061 w_3 + 0,720 \dots \dots (91)$$

В 1926/27 г. средние значения входящих в формулу величин были:

$$\begin{aligned} m &= 95,1; \\ V_k &= 13,2; \\ w_3 &= 4. \end{aligned}$$

При этих значениях формула (91) даст:

$$\begin{aligned} e &= \frac{11,08}{95,1} + \frac{221,1}{95,1 \cdot 13,2} + \frac{0,161}{13,2} + 0,061 \cdot 4 + 0,720; \\ e &= 0,116 + 0,176 + 0,012 + 0,244 + 0,720 = 1,268 \text{ коп. т-км.} \end{aligned}$$

В полученное выражение необходимо внести поправку в отношении влияния коммерческой скорости. При выводе формулы нами было принято, что человеко-часы в поездах целиком обратно пропорциональны величине коммерческой скорости. Между тем, как показано в главе V, только часть этого измерителя, а именно 80%, изменяется обратно пропорционально коммерческой скорости, так как человеко-часы в поездах составляют 7,96% от всего эксплуатационного расхода, или 10,70% от эксплуатационного расхода по товарному движению, то член, зависящий от коммерческой скорости, должен быть уменьшен на  $0,20 \cdot 10,70 = 2,14\%$  от эксплуатационного расхода по товарному движению, или в копейках за тонно-километр на величину  $1,27 \cdot 0,0214 = 0,026$ .

Следовательно, выражение  $\frac{221,1}{m V_k}$ , обращающееся в средних условиях, т.-е. при составе 95,1 осей и коммерческой скорости 13,2 км



в час в величину 0,176 коп. должно быть уменьшено в отношении влияния коммерческой скорости на  $\frac{0,026}{0,176} 100 = 14,8\%$  и заменено равным ему в средних условиях выражением:

$$\frac{221,1}{m V_k} 0,852 + \frac{221,1 \cdot 0,148}{13,2 \cdot m} = \frac{188,4}{m V_k} + \frac{2,5}{m}.$$

Тогда выражение для себестоимости 1 т-км нетто примет вид:

$$e = \frac{13,6}{m} + \frac{188,4}{m V_k} + \frac{0,161}{V_k} + 0,061 w_s + 0,720 \quad . \quad . \quad . \quad (92)$$

При средних условиях  $m = 95,1$ ;  $V_k = 13,2$ ;  $w_s = 4$  это выражение дает:

$$e_0 = \frac{13,6}{95,1} + \frac{188,4}{95,1 \cdot 13,2} + \frac{0,161}{13,2} + 0,061 \cdot 4 + 0,720;$$

$$e_0 = 0,143 + 0,150 + 0,012 + 0,244 + 0,720 = 1,269,$$

т.-е. ту же самую величину, которая может быть получена непосредственным делением эксплуатационного расхода по товарному движению 1028,7 милл. руб. на продукцию  $80995 \cdot 10^6$  т-км нетто.

Полученное выражение для себестоимости 1 т-км нетто (92) представляет собою формулу для исчисления себестоимости товарного движения в средних условиях 1926/27 г. в зависимости от факторов, связанных с профилем линии.

При изменении профиля изменяется состав поезда, коммерческая скорость и среднее эквивалентное сопротивление. Определив, на основе приведенных в гл. V методов, изменение этих факторов, не трудно по формуле (92) подсчитать и соответствующую себестоимость перевозки. Таким образом формула (92) может заменить собою метод коэффициентов влияния, изложенный в гл. VI работы. Особенно удобным расчет по формуле оказывается при изменении одновременно нескольких факторов, т.-е. в тех случаях, когда метод коэффициентов влияния несколько усложняется.

Из полученной формулы может быть сделан ряд выводов о влиянии профиля на себестоимость перевозки, которые, очевидно, будут совпадать с выводами, полученными выше методом коэффициентов влияния. Так, например, из формулы могут быть определены коэффициенты влияния факторов, связанных с профилем линии.

Действительно, из выражения (92) видно, что для средних условий с величиной состава связано  $\frac{0,143 + 0,150}{1,27} 100 = 23,1\%$  эксплуатационного расхода по товарному движению с коммерческой скоростью  $\frac{0,150 + 0,012}{1,27} 100 = 12,75\%$  (если учитывать только измерители, связанные с часами работы), с эквивалентным сопротивлением  $\frac{0,244}{1,27} 100 = 19,2\%$ .



или

$$m = \frac{1}{\frac{0,707}{m_A} + 0,00246} = \frac{m_A}{0,707 + 0,00246 m_A} \quad . \quad . \quad . \quad (94)$$

При подстановке выражения (93) или (94) в формулу себестоимости перевозки (92) необходимо помнить вводимые при этом условия, а именно, что состав груженого поезда в груженом и порожнем направлениях принят одинаковым и что ограничение порожнего состава по длине принято 120 осям. После подстановки получим:

$$e = \frac{9,615}{m_A} + \frac{133,20}{m_A V_K} + \frac{0,624}{V_K} + 0,061 w_{\Sigma} + 0,754 \quad . \quad . \quad . \quad (95)$$

После подстановки выражения  $V_K$  через ходовую скорость:

$$V_K = \beta V_X$$

и выражения для среднего эквивалентного сопротивления по формуле Балдвина

$$w_{\Sigma} = 1,5 + \frac{V}{20} + i_{\Sigma}$$

получим:

$$e = \frac{9,615}{m_A} + \frac{133,20}{m_A \beta V_X} + \frac{0,624}{\beta V_X} + 0,00305 V_X + 0,061 V_{\Sigma} + 0,8455 \quad . \quad (96)$$

Выражение для величины состава, выведенное для средних условий (паровоз серии Щ), выше будет:

$$m_A = \frac{1}{6,4 + 3,8} \cdot \frac{(10700 - 120)}{W_p}$$

или

$$m_A = \frac{1050}{W_p} - 11,8 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (97)$$

Если подставить это выражение в формулу (96), получим

$$e = \frac{9,615}{1050 - 11,8 w_p} + \frac{133,20 w_p}{\beta V_X (1050 - 11,8 w_p)} + \frac{0,624}{\beta V_X} + 0,00305 V_X + 0,061 i_{\Sigma} + 0,8455 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (98)$$

Преобразованная таким образом формула себестоимости 1 т-км дает возможность для средних условий вычислять себестоимость в зависимости от характеристик профиля: расчетного сопротивления, ходовой скорости и среднего эквивалентного сопротивления.

Неизвестной величиной в формуле (98) остается коэффициент скорости. Для установления математической зависимости его от определяющих его факторов имеется недостаточно данных. Численные значения этого коэффициента в различных случаях при некоторых предположениях приведены в дальнейшем, при изложении метода валентов



Недостаток расчета при помощи формулы тот же, что и при посредстве коэффициентов влияния, а именно: необходимость предварительного определения величины ходовой скорости в зависимости от расчетного подъема.

Для определения совместного изменения профиля и длины линии представляется интересным построить формулу, учитывающую изменение длины линии. Для этого, приняв за основу формулу (92), выведем в ней члены, пропорциональные длине линии. Это можно сделать без затруднений при помощи таблицы 29, содержащей данные о расчленении расходов, пропорциональных длине линии по измерителям.

Выделение в формуле (29) членов, связанных с длиной линии, удобно произвести при помощи следующей таблицы:

ТАБЛИЦА 62.

Расчленение формулы (92) на члены, связанные и не связанные с длиной линии.

ЧЛЕНЫ ФОРМУЛЫ (92)	Вид каждого члена формулы (92)	Значение каждого члена для сред- них условий		Часть члена, пропорцио- нальная длине линии				Алгебраическое выраже- ние члена, не связанного с длиной
		В копейках за $m$ -км	В процентах от эксплуат. себестоимости	В процентах от эксплуат. себестоимости	В копейках за $m$ -км в средних условиях	В долях от ве- личины члена	В алгебраиче- ском выраже- нии	
1-й член формулы (92), связанный с составом поезда . . .	$\frac{13,6}{m}$	0,143	11,3	5,8	0,074	0,518	$\frac{7,04}{m}$	$\frac{6,56}{m}$
2-й член, связан- ный с составом и коммерческой ско- ростью . . . . .	$\frac{188,4}{m V_k}$	0,150	11,8	6,0	0,076	0,507	$\frac{95,5}{m V_k}$	$\frac{92,9}{m V_k}$
3-й член, связан- ный с коммерческой скоростью . . . . .	$\frac{0,161}{V_k}$	0,012	1,0	0,6	0,008	0,667	$\frac{0,107}{V_k}$	$\frac{0,054}{V_k}$
4-й член, связан- ный со средним экви- валентным сопроти- влением . . . . .	$0,061 w_\Sigma$	0,244	19,2	17,0	0,216	0,885	$0,054 w$	$0,007 w_\Sigma$
5-й член, не свя- занный с профилем	0,720	0,720	56,7	16,1	0,206	0,286	0,206	0,514
	—	1,269	100,0	45,5	0,580	—	—	—

Формула (92), преобразованная для учета длины и профиля линии, принимает следующий вид:

$$e = \frac{L}{L_1} \left( \frac{6,56}{m} + \frac{92,9}{m V_k} + \frac{0,054}{V_k} + 0,007 w_\Sigma + 0,514 \right) + \left( \frac{7,04}{m} + \frac{95,5}{m V_k} + \frac{0,107}{V_k} + 0,054 w_\Sigma + 0,206 \right) . . . . . (99)$$



В этой формуле  $\frac{L}{L_1}$  представляет собою отношение первоначальной длины к измененной. При этом предполагается, что первоначальная длина связывает (по 1-й градации) 45,5‰ эксплуатационного расхода, т.-е. расход отвечает распределению расхода в среднем по сети. При помощи этой формулы можно определять изменение эксплуатационной себестоимости при одновременном изменении длины и профиля линии.

В качестве примера разберем случай смягчения Веребьинского подъема на главной линии Октябрьской ж. д., рассмотренный К. Н. Кашкиным в его „Экономике изысканий железных дорог“. Расчетный подъем до переустройства — 0,0082, после переустройства — 0,0067, Удлинение линии при переустройстве — 4,9 км. Можно считать, что увеличение веса поездов после смягчения уклона проявилось себя на протяжении распорядительного участка, длину которого для условий Октябрьской дороги можно принять в 150 км.

Разберем результат переустройства при помощи коэффициентов влияния.

Если применить к данному участку приведенные выше подсчеты смягчения подъема для условий равнинного профиля (табл. 57), то получим:

при переходе от расчетного подъема 9‰ к 6‰ относительное снижение расхода — 0,085

при переходе от расчетного подъема 8,2‰ к 6,7‰ относительное снижение расхода  $0,085 \frac{1,5}{3} = 0,0425$ .

Увеличение длины участка на 4,9 км или  $\frac{4,9}{150} = 0,0327$  даст увеличение эксплуатационного расхода на  $0,455 \cdot 0,0327 = 0,0149$ .

Общий результат смягчения профиля и удлинения:  $-0,0425 + 0,0149 = -0,0276$ , или, с округлением, снижение расхода на 2,8‰.

К. Н. Кашкиным при аналогичном подсчете делается логическая ошибка, состоящая в том, что относительное изменение длины берется им в отношении к длине старой линии между пунктами ее соединения по обходу (17,4 км); между тем выгодами увеличения состава поездов, очевидно, воспользуется не только это протяжение дороги, но и весь распорядительный участок, по отношению к которому и следует рассчитывать изменение длины. После пересчета удлинения в отношении к длине распорядительного участка выводы К. Н. Кашкина делаются обратными. Смягчение уклона, как и в нашем подсчете, оказывается выгодным.

Если вместо коэффициентов влияния применить формулу себестоимости (92) и (99), то последовательно получим:

отношение длин линии  $\frac{L}{L_1} = \frac{150}{154,9} = 0,97$ ;



$$\text{состав поезда в 1-м случае } m_1 = \frac{1}{10,2} \left[ \frac{10700}{8,2 + 2} - 120 \right] = 91 \text{ ось,}$$

$$\text{во 2-м случае } m_2 = \frac{1}{10,2} \left[ \frac{10700}{6,7 + 2} - 120 \right] = 109 \text{ осей.}$$

Величину коммерческой скорости условно примем не зависящей от состава и числа поездов и равной средней величине для Октябрьской ж. д. — 16,6 км/ч, технической — 24,1 км/ч (1926/27 г.). Зависимость между ходовой и коммерческой скоростью при различном составе поезда будет освещена далее (гл. VIII). Данных о среднем эквивалентном подъеме на данном участке Октябрьской ж. д. не имеется. Если условно принять его равным  $\pm 1,0$ , то среднее эквивалентное сопротивление в обоих случаях будет  $\pm 3,5$  тысячных.

Себестоимость перевозки 1 т-км в 1-м случае до смягчения профиля (по формуле 92):

$$e_1 = \frac{13,6}{91} + \frac{188,4}{91 \cdot 16,6} + \frac{0,161}{16,6} + 0,061 \cdot 3,5 + 0,720 = 1,218 \text{ к. за 1 т-км,}$$

во втором случае, после смягчения профиля (по формуле 99)

$$e_2 = 0,97 \left( \frac{6,56}{109} + \frac{92,9}{109 \cdot 16,6} + \frac{0,054}{16,6} + 0,007 \cdot 3,5 + 0,514 \right) +$$

$$+ \left( \frac{7,04}{109} + \frac{95,5}{109 \cdot 16,6} + \frac{0,107}{16,6} + 0,054 \cdot 3,5 + 0,206 \right);$$

$$e_2 = 1,152 \text{ коп. за 1 т-км.}$$

Стоимость перевозки 1 т на длине участка будет:

$$\text{в 1-м случае, до переустройства: } 1,218 \cdot 150 = 183 \text{ коп.}$$

$$\text{в 2-м случае, после переустройства: } 1,152 \cdot 154,9 = 178 \text{ коп.}$$

$$\text{Снижение эксплуатационного расхода будет } \frac{183 - 178}{183} \cdot 100 = 2,7\%.$$

т.-е. близко к полученному ранее методом коэффициентов влияния.

Одно из преимуществ применения формулы состоит также в том, что при подсчете стоимости 1 т-км можно легко учесть изменение густоты движения. Для этого достаточно из постоянного члена, равного 0,720 для формулы (92) и  $0,514 + 0,206 = 0,720$  для формулы (99), выделить долю независящих от движения расходов (равную по табл. 6 — 30,0%) и эту долю изменить обратно пропорционально густоте движения средней по сети в 1926/27 г., для которого выведена формула (1078 тысяч т-км на километр) и густоте движения на данном участке.

Построенная формула дает возможность перейти к изучению расходов на отдельных элементах профиля и определению изменения эксплуатационного расхода и себестоимости перевозки при помощи метода валентов.



## ГЛАВА VIII.

### Метод валентов.

Основным недостатком изложенного метода коэффициентов влияния в применении к расчетам себестоимости перевозки при изменении профиля является необходимость предварительного исчисления величины ходовой скорости и среднего эквивалентного сопротивления в зависимости от расчетного подъема и условий работы (тип паровоза, форсировка котла и пр.). Этот же недостаток свойственен и выведенным формулам (92), (98) или (99). Для упрощения расчета возможно было бы применить таблицы или графики ходовой скорости в зависимости от расчетного подъема, типа паровоза и профиля. Составление таких таблиц, однако, затрудняется тем обстоятельством, что ходовая скорость на различных элементах профиля: подъемах, скатах, площадках при одном и том же типе паровоза будет различной. Вследствие трудности охватить все разнообразие возможных колебаний элементов профиля отдельные исследователи при разработке связанных с профилем проблем рассматривают некоторые условные профили: например: средне-сетевой профиль, профиль отдельных типичных линий, воображаемые профили, составленные из произвольных комбинаций отдельных элементов (А. М. Бабичков и Д. А. Птанге) или упрощенные профили из площадок предельных подъемов и предельных скатов (И. И. Васильев).

Единственным, повидимому, решением этой задачи является рассмотрение работы на отдельных элементах профиля. Этот метод, собственно говоря, принят и при основной задаче тяговых расчетов: определении времени хода поезда по равновесным скоростям.

В применении к интересующему нас вопросу о себестоимости перевозки в зависимости от профиля линии этот метод приводит к определению себестоимости на отдельных элементах профиля, площадках, подъемах и скатах. Эту себестоимость можно выражать в копейках за тонно-километр или в условных долях от средней себестоимости.

Будем называть среднюю себестоимость 1 т-км на данном элементе профиля, выраженную в долях средней себестоимости (при средних условиях сети), валентом данного элемента, а самый метод исследования расходов и себестоимости перевозки при помощи этих коэффициентов — методом валентов.

Сущность предлагаемого метода валентов состоит таким образом в составлении и применении специальных таблиц, дающих себестоимость перевозки на данном элементе профиля, с определенным уклоном в долях от некоторой средней себестоимости, принятой за единицу.

В дальнейшем таблицы валентов построены для товарного движения по формуле (92), причем за единицу принята себестоимость 1,27 коп. за тонно-километр, полученная для средних условий 1926/27 г.:



паровоза серии ИЦ, среднего расчетного подъема 9 тысячных, скорости на расчетном подъеме 10 км в час и среднего эквивалентного подъема 1,5 тысячных.

Порядок составления таблиц следующий. По уклону данного элемента профиля для составов поездов, отвечающих расчетным подъемам в 4, 6, 9, 15 и 18 тысячных определены ходовые скорости и эквивалентные сопротивления на каждом элементе. Затем по формуле (92) определена себестоимость перевозки на данном элементе для каждого из 5 случаев расчетного подъема и отношение этой себестоимости к средней, т.-е. валент данного элемента.

В дальнейшем произведено построение таблиц валентов для товарного движения и рассмотрен порядок их применения.

Значения средних составов для расчетных подъемов в 4, 6, 9, 15 и 18 тысячных при паровозе серии ИЦ, скорости на расчетном подъеме 10 км/ч., проценте порожняка 29,3 и ограничении по длине 120 осей приводятся в следующей таблице.

ТАБЛИЦА 63.

Средний вес брутто и средний состав товарного поезда для различных расчетных подъемов.

Д а н н ы е	Расчетный подъем в тысячных				
	4	6	9	15	18
1. Расчетный вес груженого товарного поезда брутто, тонн . . . . .	1 660	1 220	855	510	410
2. Расчетный состав груженых осей вагонов товарного парка . . . . .	163	120	84	50	40
3. Средний состав в обоих направлениях, осей . . . . .	163	120	93	60	41

Определение состава в обоих направлениях в таблице 63 сделано по формуле (94) в зависимости от расчетного состава в груженом направлении.

В отступлении от формулы (94) для расчетного подъема в 4‰ в таблице 63 принят средний состав в обоих направлениях равным среднему составу в грузовом направлении, так как и этот последний больше 120 осей, т.-е. ограничения состава по длине для 4‰ подъема не предусмотрено.

Для среднего расчетного подъема в 9‰ средний состав в обоих направлениях равен 95,1 оси и отношение коммерческой скорости к технической было принято равным 0,60. При этих значениях расчетного подъема и отношения скорости, а также при  $V_x = 20$  км/ч. и  $w_0 = 4,0$ , формула (92) дает среднюю по сети величину себестоимости 1, 27, коп. за тонно-километр.

Зная величины состава, ходовой и коммерческой скорости по формуле (92), можно определить значения себестоимости элемента профиля путем определения по правилам тяговых расчетов ходовой



скорости для любого поезда на данном элементе и подсчета в зависимости от нее эквивалентного сопротивления на этом элементе.

Для определения выражения себестоимости 1 т-км при других значениях расчетного подъема необходимо знать характер изменения коммерческой скорости при изменении состава или веса поезда.

Изменение ходовой скорости в зависимости от изменения веса поезда может быть определено при помощи тяговых расчетов.

Значительно более сложным является установление взаимоотношения между ходовой и коммерческой скоростью при различном весе поезда.

Отношение между ходовой и коммерческой скоростью зависит не только от числа поездов, определяемого весом поезда брутто, но также и от числа перегонов на участке, времени стоянки поездов и других обстоятельств, не зависящих от профиля. Установление этого отношения является большой и сложной задачей, требующей специального исследования, не укладывающегося в рамки настоящей работы. Вследствие этого для установления отношения между ходовой и коммерческой скоростью воспользуемся произведенным исследованием проф. И. И. Васильева.

Проф. И. И. Васильевым в работе: „К вопросу о наивыгоднейших соотношениях эксплуатационных и технических элементов движения поезда“<sup>1</sup> произведен ряд подсчетов ходовой и коммерческой скорости поезда при различном весе поезда, различном числе перегонов и различном отношении протяженности площадок к общей длине участка. Выбранные проф. Васильевым профили приняты им для упрощения подсчета схематическими, состоящими лишь из площадок, предельных подъемов и предельных скатов. Вследствие этого абсолютные значения коммерческих скоростей являются в значительной степени условными. Однако динамикой отношения скоростей, полученной в результате подсчета И. И. Васильева, можно воспользоваться и для наших целей.

Полученные И. И. Васильевым данные для однопутной линии паровоза Э,  $\varepsilon = 40$  и 40% площадок от общей длины приводятся в следующей таблице:

ТАБЛИЦА 64.

Отношение коммерческой и ходовой скорости для различных весов состава по данным проф. И. И. Васильева.

Вес поезда брутто	Ходовая скорость поезда км/ч.	Коммерческая скорость			Отношение коммерческой скорости к ходовой		
		Число перегонов			Число перегонов		
		5	15	20	5	15	20
500	48,4	37,5	32,7	30,7	0,77	0,68	0,64
750	43,9	36,9	32,2	30,3	0,84	0,73	0,69
1 000	39,3	34,7	30,6	28,8	0,88	0,78	0,73
1 250	34,0	31,8	28,3	26,8	0,93	0,83	0,79
1 500	30,0	28,9	25,6	24,4	0,96	0,85	0,81

<sup>1</sup> См. „Труды Московского института инженеров транспорта“, выпуск V, М. 1927 г.



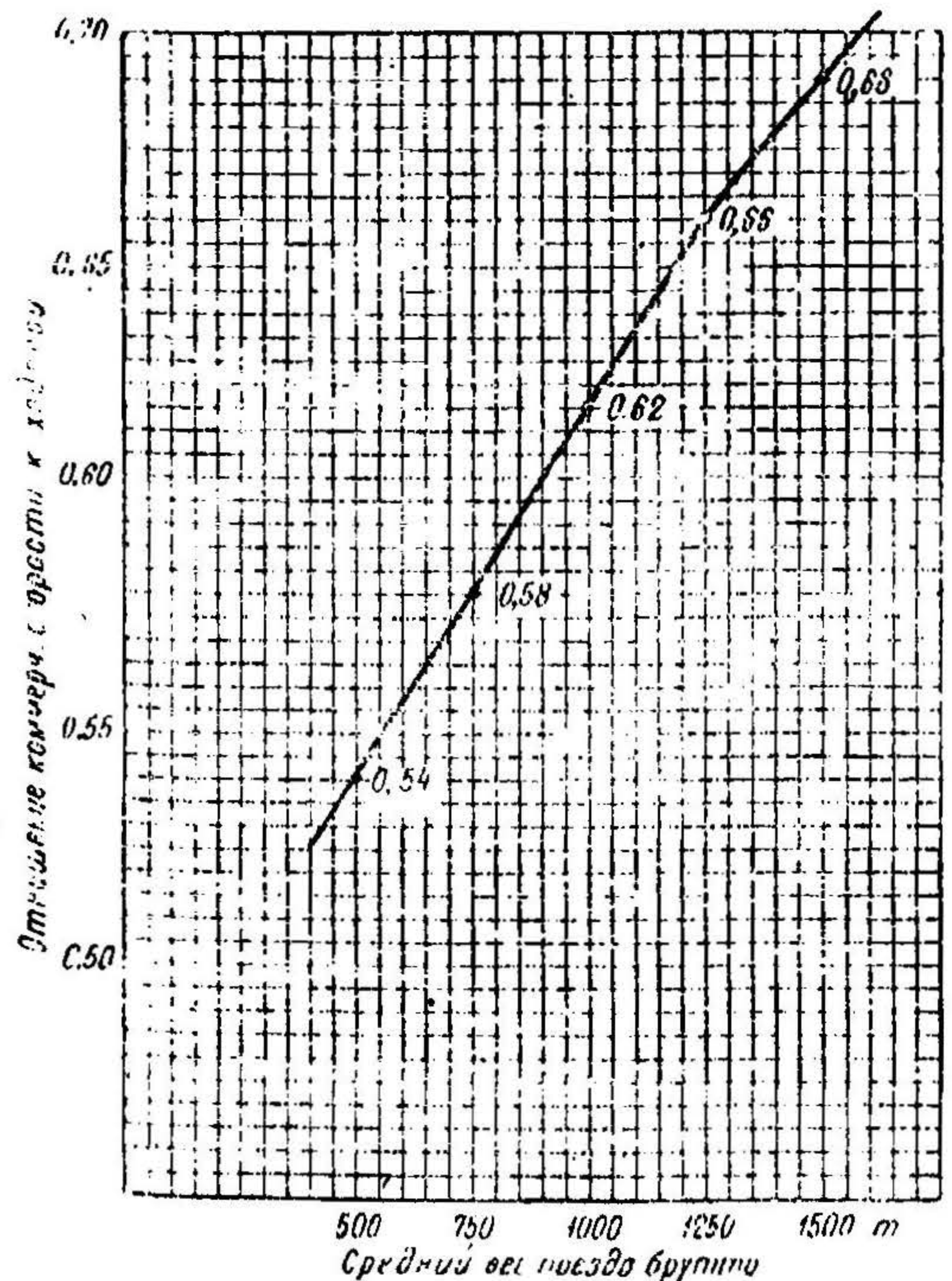
Если в данных проф. Васильева принять отношение коммерческой скорости к технической в каждом столбце при весе поезда в 1.000 т за единицу, то получим следующие цифры, характеризующие динамику изменения этого измерителя при изменении веса поезда в различных условиях.

ТАБЛИЦА 65.

Изменение отношения коммерческой скорости к ходовой для различных составов по данным проф. И. И. Васильева.

Вес поезда брутто тонн	Изменение отношения коммерческой скорости к ходовой			Принятые значения	
	Число перегонов			Динамика изменения отношения коммерческой скорости к ходовой	Отношения коммерческой скорости к ходовой при среднем 0,62
	5	15	20		
500	0,87	0,87	0,88	0,87	0,54
750	0,95	0,94	0,94	0,94	0,58
1.000	1,00	1,00	1,00	1,00	0,62
1.250	1,06	1,06	1,08	1,06	0,66
1.500	1,09	1,09	1,11	1,09	0,68

Как видно из таблицы, если отношение коммерческой скорости к ходовой при весе состава в 1 000 т, близком к среднему для каждого числа перегонов на участке принять за единицу, то динамика этого отношения, по подсчетам проф. И. И. Васильева, весьма устойчива. Для средних условий сети, т.-е. при весе поезда брутто, равном 864 тонны, отношение коммерческой скорости к ходовой было принято нами равным 0,60. Данные проф. Васильева относятся к параллельному графику и дают большую величину отношения скоростей. Если принять динамику И. И. Васильева для параллельного графика, представленную в таблице 65, то для



Фиг. 37. Отношение коммерческой скорости к ходовой при различном весе тов. поезда брутто.



веса поезда в 1 000 *т* брутто это отношение будет 0,62. Исходя из этого соотношения и динамики отношений И. И. Васильева, можно установить отношение коммерческой скорости к ходовой для различных весов поездов однопутной линии в средних условиях сети. Это отношение, принятое нами в дальнейшем подсчете, представлено в последней графе таблицы 65 и на фиг. 37. Как видно из фиг. 37, это отношение имеет прямолинейный характер.

После установления отношения коммерческой скорости к ходовой можно путем преобразования формулы (92) получить формулы для себестоимости 1 *т-км* при различных значениях расчетного подъема.

Отдельные члены формулы для расчета средней себестоимости при различных значениях расчетного подъема подсчитаны в таблице 66.

ТАБЛИЦА 66.

Подсчет формул для расчета себестоимости на различных элементах профиля.

№№ по порядку	Данные	Обозначение	Расчетный подъем в тысячных				
			4	6	9	15	18
1	Расчетный вес поезда . . . . .	—	1,600	1,220	855	510	410
2	Расчетный состав, осей (по табл. 63) .	—	163	120	95,1	60	41
3	Отношение коммерческой скорости к ходовой по табл. 65) . . . .		0,71	0,65	0,60	0,54	0,52
4	Коэффициент первого члена формулы (92)	13,6	0,084	0,113	0,143	0,226	0,332
5	Коэффициент второго члена формулы (92)	<i>m</i>					
		188,4	1,63	2,42	3,30	5,80	8,85
6	Коэффициент третьего члена формулы (93)	<i>mV<sub>к</sub></i>					
		0,161	0,23	0,25	0,27	0,30	0,31
		<i>V<sub>к</sub></i>					

Формулы для расчета себестоимости 1 *т-км* для различных значений расчетного подъема принимают следующий вид:

При расчетном подъеме:

$$i_p = 4\text{‰} \quad c = \frac{1,86}{V_x} + 0,061 m_3 + 0,804 \quad . \quad . \quad (100)$$

$$i_p = 6\text{‰} \quad c = \frac{2,67}{V_x} + 0,061 m_3 + 0,833 \quad . \quad . \quad (101)$$

$$i_p = 9\text{‰} \quad c = \frac{3,57}{V_x} + 0,061 m_3 + 0,863 \quad . \quad . \quad (102)$$

$$i_p = 15\text{‰} \quad c = \frac{6,10}{V_x} + 0,061 m_3 + 0,946 \quad . \quad . \quad (103)$$

$$i_p = 18\text{‰} \quad c = \frac{9,19}{V_x} + 0,061 m_3 + 1,052 \quad . \quad . \quad (104)$$



Для применения формул (101)—(104) к расчету себестоимости валентов отдельных элементов профиля необходимо определить входящую в формулу ходовую скорость для каждого элемента. Это определение сделано по данным фиг. 13 для паровоза серии Ц, заимствованной из книги В. Ф. Егорченко „Тяговые расчеты“ и дающей время прохождения 1 км в минутах при паровозе серии Ц, при  $\varepsilon = 27 \text{ км/м}^2$  для различных элементов профиля. Для спусков введено ограничение скорости по тормозам, причем принято 16% тормозных осей. Принятые значения тормозного коэффициента и ограничения скорости приведены в таблице 67.

ТАБЛИЦА 67.

Ограничение ходовой скорости по тормозам.

№ по порядку	Данные	Расчетный подъем в тысячных				
		4	6	9	15	18
1	Вес поезда брутто, тонн . . .	1,660	1,220	885	510	410
2	Состав поезда, в осях . . .	163	120	95	60	14
3	Число тормозных вагонных осей	26	19	15	10	7 (14)
4	Расчетное число тормозных осей	46	39	35	30	27 (34)
5	Тормозной коэффициент . . .	0,05	0,055	0,07	0,09	0,09 (0,13)
6	Ограничение скорости, километров в час: на спуске 2‰	40	40	45	50	50
7	Ограничение скорости, километров в час: на спуске 4‰	35	35	40	45	45
8	Ограничение скорости, километров в час: на спуске 6‰	—	30	35	40	40
9	Ограничение скорости, километров в час: на спуске 9‰	—	—	30	35	35
10	Ограничение скорости, километров в час: на спуске 12‰	—	—	—	30	30
11	Ограничение скорости, километров в час: на спуске 14‰	—	—	—	25	25 (40)
12	Ограничение скорости, километров в час: на спуске 16‰	—	—	—	—	20 (35)
13	Ограничение скорости, километров в час: на спуске 18‰	—	—	—	—	10 (30)

Тормозной коэффициент рассчитан по диаграмме В. Ф. Егорченко. Расчетный путь принят равным одному километру.

Значение ходовой скорости для каждого элемента профиля при рассматриваемых 5 различных расчетных подъемах приведены в таблице 68 и на фиг. 38. В скобках в таблице 67 показаны данные для 33% тормозных вагонных осей.

Ходовая скорость для среднего по сети эквивалентного подъема 1,5 тысячных при расчетном подъеме 9‰ получена равной 28 км/час,



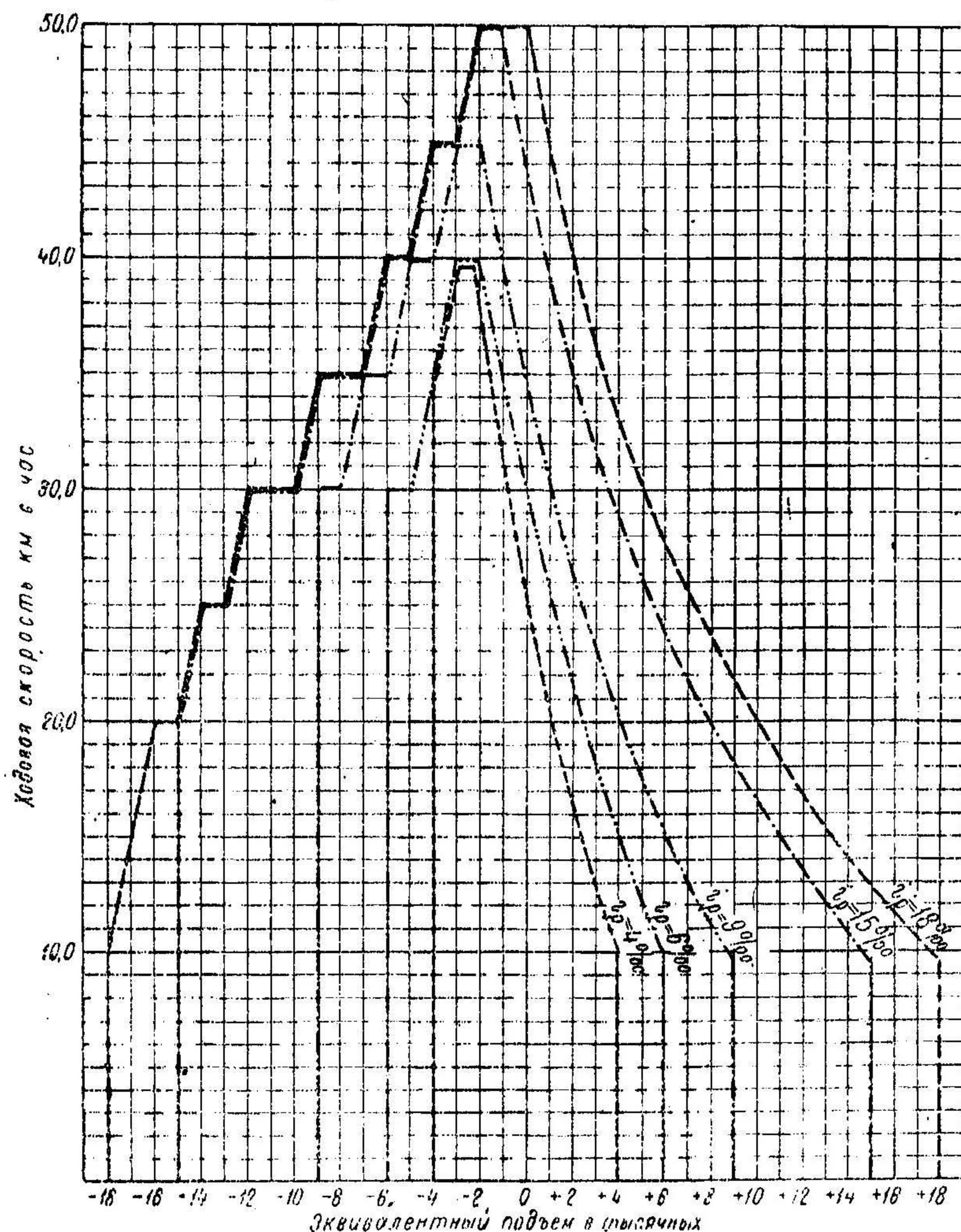
ТАБЛИЦА 68.

Ходовая скорость товарного поезда для различных эквивалентных и расчетных подъемов (для паровоза серии П).

Эквивалентный подъем элемента профиля	Расчетный подъем в тысячных				
	18	15	9	6	4
— 18	10 (30)	—	—	—	—
— 17	15 (30)	—	—	—	—
— 16	20 (35)	—	—	—	—
— 15	20 (35)	20	—	—	—
— 14	25 (40)	25	—	—	—
— 13	25	25	—	—	—
— 12	30	30	—	—	—
— 11	30	30	—	—	—
— 10	30	30	—	—	—
— 9	35	35	30	—	—
— 8	35	35	30	—	—
— 7	35	35	35	—	—
— 6	40	40	35	30	—
— 5	40	40	40	30	—
— 4	45	45	40	35	35
— 3	45	45	45	40	40
— 2	50	50	45	40	40
— 1	50	50	42	35	32
— 0	50	45	35	30	26
+ 1	45	40	30	26	21
+ 2	40	35	26	22	17
+ 3	36	32	23	18	13
+ 4	33	29	20,5	15	10
+ 5	30	26	18	12	—
+ 6	28	24	15,5	10	—
+ 7	26	22	13	—	—
+ 8	24	20	11,0	—	—
+ 9	22	18	9,5	—	—
+ 10	20	16,5	—	—	—
+ 11	18	15	—	—	—
+ 12	16,5	13,5	—	—	—
+ 13	15	12	—	—	—
+ 14	14	10,5	—	—	—
+ 15	13	9,5	—	—	—
+ 16	11,5	—	—	—	—
+ 17	10,5	—	—	—	—
+ 18	9,5	—	—	—	—



т.-е. значительно выше фактической. Разница объясняется неучтенным нами временем на разгон и замедление и неполным выполнением возможной скорости на практике, вследствие нереализованного  $\lambda$  и других причин. Вследствие одновременного прямого и обратного воздействия ходовой скорости на эксплуатационный расход разница



Фиг. 38. Ходовая скорость товарного поезда на различных элементах профиля для расчетных подъемов в 4, 6, 9, 15 и 18 тысячных.

в себестоимости 1 т·км получается незначительной и ею можно в дальнейшем расчете пренебречь.

После подстановки значений ходовой скорости в формулы 100—104 для каждого элемента профиля при 5 рассматриваемых значениях расчетного подъема могут быть подсчитаны величины себестоимости перевозки, приведенные в таблице 69 и на фиг. 39. При этом



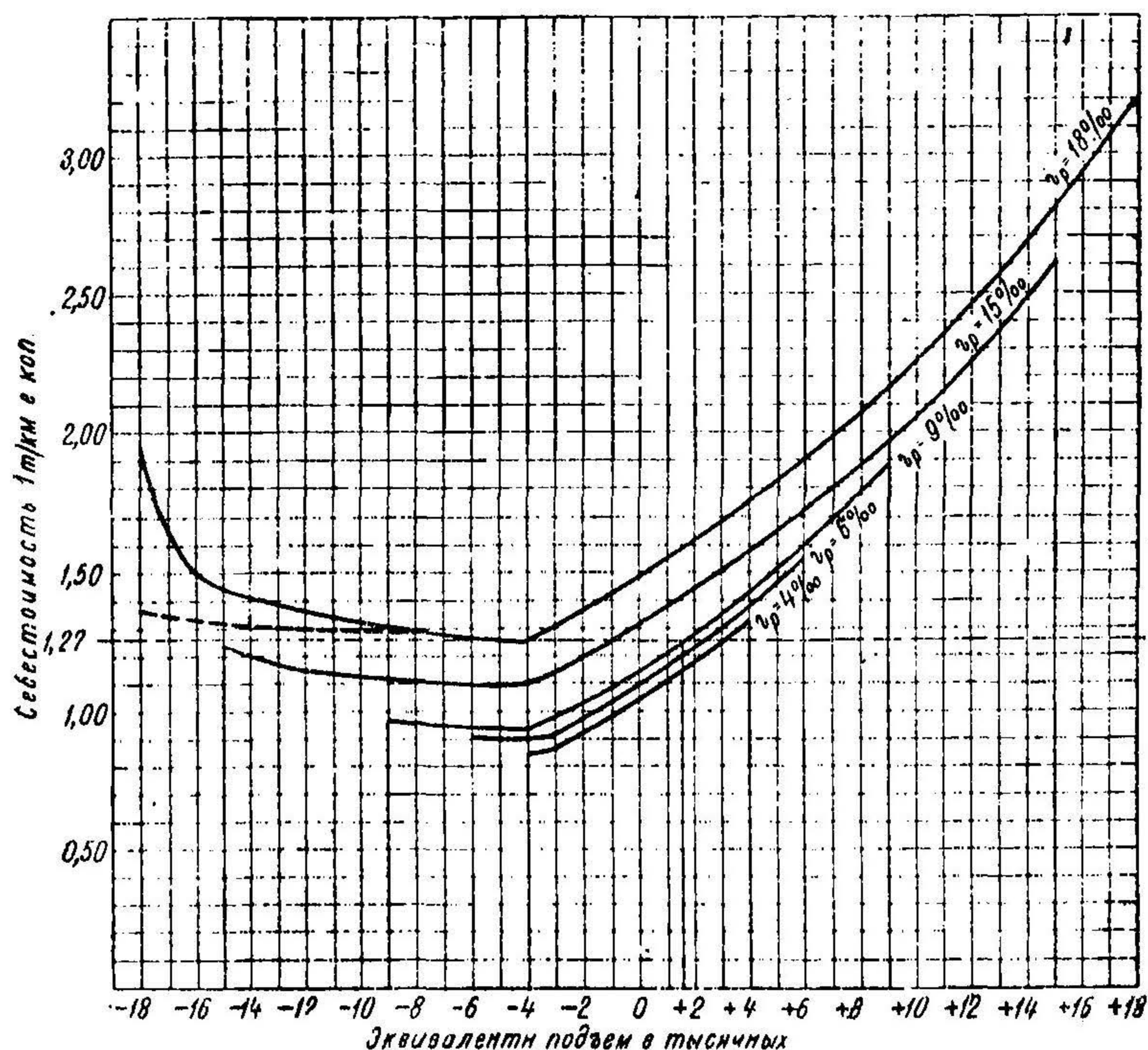
для спусков в тех случаях, когда эквивалентное сопротивление  $w_{\Sigma}$ , рассчитанное по формуле:

$$w_{\Sigma} = 1,5 + 0,05 V + i_{\Sigma},$$

оказывалось меньше нуля, оно принималось равным нулю.

В величину  $w_{\Sigma}$  входит и сопротивление от кривых, определяемые по формуле  $w_r = \frac{13\alpha^2}{s}$ ;

Средняя себестоимость для эквивалентного подъема в 1,5 тысячных и расчетного подъема  $\pm 9,0$  тысячных по таблице 69 равна 1,26 копеек за тонно-километр.



Фиг. 39. Себестоимость перевозки в копейках за тонно-км на различных элементах профиля для расчетных подъемов 4, 6, 9, 15 и 18 тысячных. (Пунктиром помечены себестоимости при  $33\text{‰}$  тормозных вагонных осей.)

Делением себестоимости для каждого элемента профиля, приведенной в таблице 69 на среднюю себестоимость 1,26 коп., получены валенты элементов профиля, приведенные в таблице 70 и на фиг. 40.

Эти валенты, как видно из самого способа их получения, дают отношение себестоимости товарной перевозки к средней для паровоза серии Щ и прочих предпосылках, принятых в расчете.

Из рассмотрения приведенных в таблице 70 и на фиг. 40 валентов можно сделать следующие выводы:



ТАБЛИЦА 69.

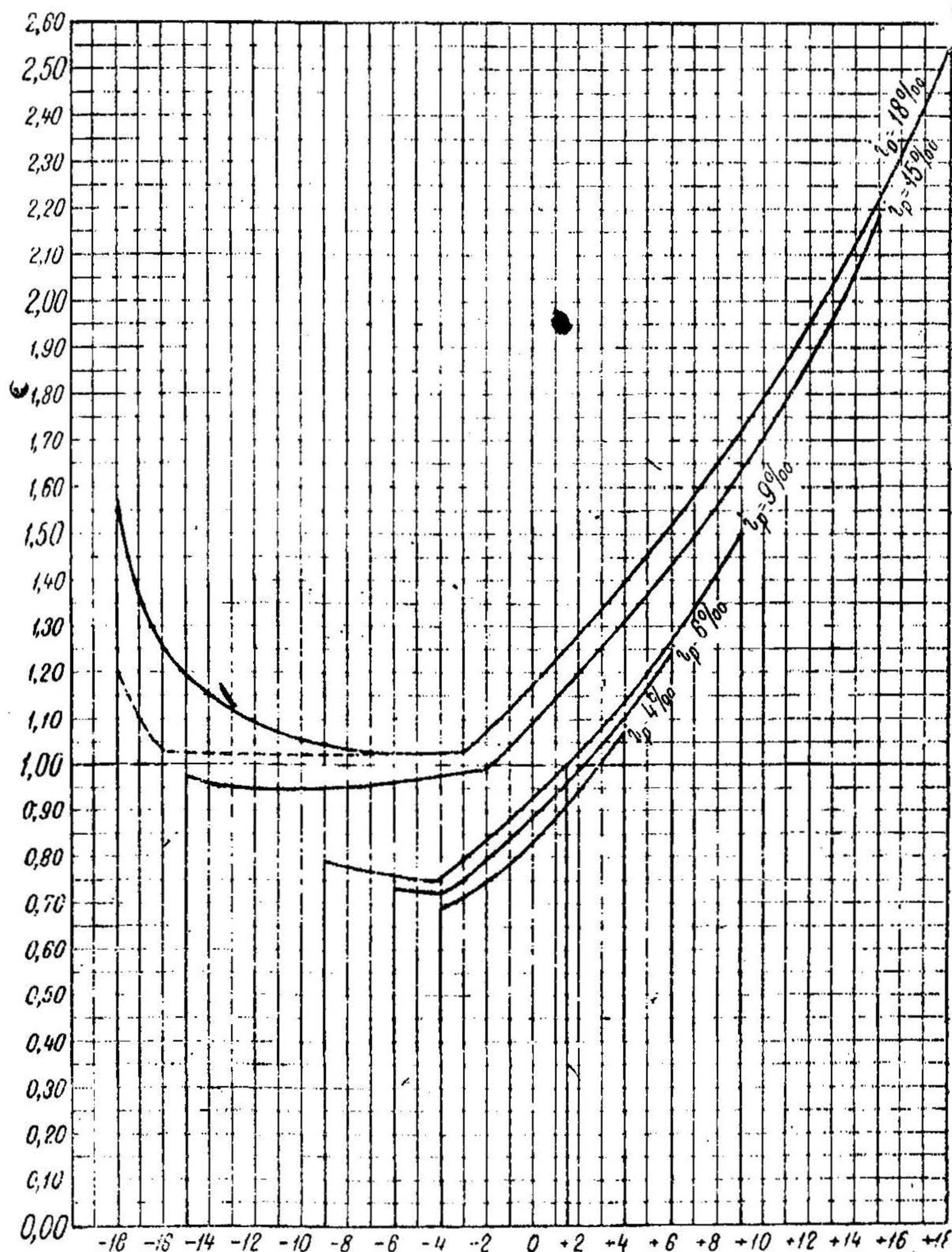
Себестоимость 1 м-км на различных элементах профиля для расчетных подъемов 4, 6, 9, 15 и 18 тысячных.

Расчетный подъем в тысячных	Расчетный подъем в тысячных				
	18	15	9	6	4
— 18	1,968 (1,356)	—	—	—	—
— 17	1,662 (1,356)	—	—	—	—
— 16	1,509 (1,313)	—	—	—	—
— 15	1,509 (1,313)	1,251	—	—	—
— 14	1,418 (1,281)	1,190	—	—	—
— 13	1,418	1,190	—	—	—
— 12	1,356	1,149	—	—	—
— 11	1,356	1,149	—	—	—
— 10	1,356	1,149	—	—	—
— 9	1,313	1,120	0,982	—	—
— 8	1,313	1,120	0,982	—	—
— 7	1,313	1,120	0,965	—	—
— 6	1,281	1,098	0,965	0,922	—
— 5	1,281	1,098	0,952	0,922	—
— 4	1,255	1,182	0,922	0,909	—
— 3	1,301	1,228	0,998	0,931	0,857
— 2	1,357	1,190	1,049	0,992	0,942
— 1	1,418	1,251	1,107	1,146	0,990
0	1,479	1,310	1,163	1,105	1,046
+ 1	1,545	1,372	1,226	1,168	1,109
+ 2	1,617	1,440	1,293	1,234	1,178
+ 3	1,690	1,508	1,362	1,310	1,261
+ 4	1,765	1,583	1,435	1,392	—
+ 5	1,844	1,655	1,513	1,488	—
+ 6	1,920	1,730	1,595	1,588	—
+ 7	2,001	1,808	1,695	—	—
+ 8	2,086	1,892	1,800	—	—
+ 9	2,176	1,979	1,907	—	—
+ 10	2,272	2,068	—	—	—
+ 11	2,379	2,161	—	—	—
+ 12	2,481	2,259	—	—	—
+ 13	2,592	2,375	—	—	—
+ 14	2,693	2,501	—	—	—
+ 15	2,800	2,623	—	—	—
+ 16	2,950	—	—	—	—
+ 17	3,083	—	—	—	—
+ 18	3,235	—	—	—	—



Себестоимость перевозки в зависимости от уклона представляется в виде кривых, обращенных выпуклостью вниз к оси абсцисс, т.-е. имеющих минимум. Наименьшая себестоимость (для паровоза серии ПЦ и других принятых в подсчете условий) получается:

при расчетном подъеме	$4^0/_{00}$	для уклона —	$4^0/_{00}$	и равна	0,68	от средней
"	"	"	$6^0/_{00}$	"	— 4 и $5^0/_{00}$	" 0,72 "
"	"	"	$9^0/_{00}$	"	— 4 и $5^0/_{00}$	" 0,75 "
"	"	"	$15^0/_{00}$	"	— 5 и $6^0/_{00}$	" 0,87 "
"	"	"	$18^0/_{00}$	"	$4^0/_{00}$	" 0,99 "



Фиг. 40. Валенты элементов профиля по товарному движению (паровоз ПЦ).

Таким образом, если рассматривать движение в одном направлении, то наиболее выгодным уклоном является спуск 4 —  $5^0/_{00}$ . Необходимо отметить, что для спусков большое влияние на себестоимость



ТАБЛИЦА 70.

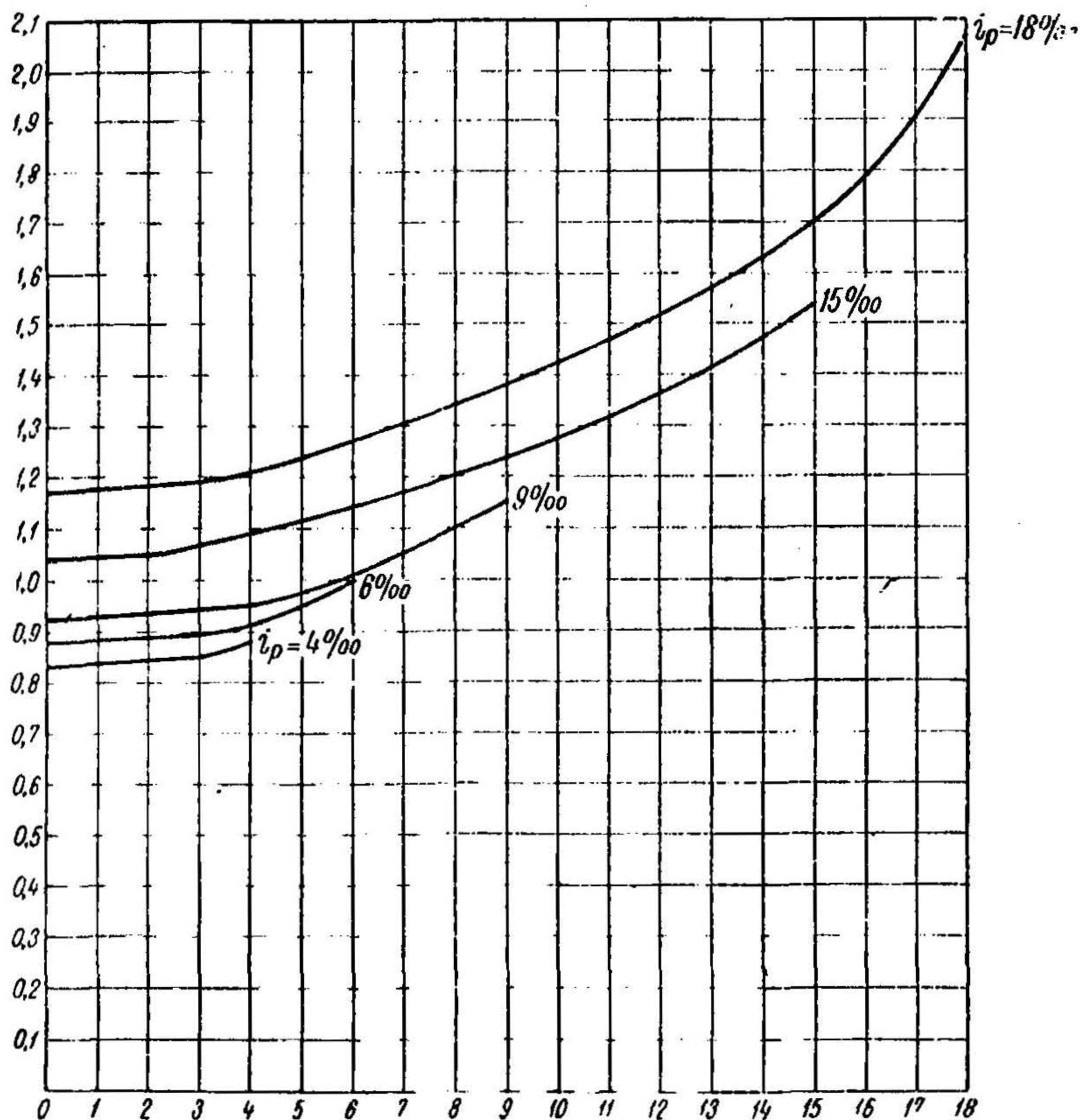
Валенты элементов профиля по товарному движению.

Эквивалентный подъем в тысячных	Расчетный подъем в тысячных				
	18	15	9	6	4
18	1,56 (1,18)	—	—	—	—
17	1,37 (1,18)	—	—	—	—
16	1,20 (1,03)	—	—	—	—
— 15	1,20 (1,03)	0,99	—	—	—
— 14	1,13 (1,02)	0,95	—	—	—
— 13	1,13	0,95	—	—	—
— 12	1,18	0,91	—	—	—
— 11	1,18	0,91	—	—	—
— 10	1,18	0,91	—	—	—
— 9	1,03	0,95	0,78	—	—
— 8	1,03	0,95	0,78	—	—
— 7	1,03	0,95	0,765	—	—
6	1,02	0,87	0,765	0,73	—
— 5	1,02	0,87	0,75	0,72	—
— 4	0,99	0,94	0,75	0,72	0,68
— 3	1,03	0,98	0,79	0,74	0,70
— 2	1,08	0,95	0,83	0,79	0,75
— 1	1,13	0,99	0,88	0,83	0,785
0	1,17	1,04	0,92	0,88	0,83
+ 1	1,23	1,09	0,97	0,93	0,88
+ 2	1,28	1,14	1,03	0,98	0,94
+ 3	1,34	1,20	1,08	1,04	1,00
+ 4	1,40	1,26	1,14	1,10	1,07
+ 5	1,46	1,31	1,20	1,18	—
+ 6	1,52	1,37	1,27	1,26	—
+ 7	1,59	1,44	1,34	—	—
+ 8	1,66	1,50	1,43	—	—
+ 9	1,73	1,57	1,51	—	—
+ 10	1,80	1,65	—	—	—
+ 11	1,89	1,72	—	—	—
+ 12	1,97	1,80	—	—	—
+ 13	2,06	1,89	—	—	—
+ 14	2,14	1,99	—	—	—
+ 15	2,22	2,08	—	—	—
+ 16	2,34	—	—	—	—
+ 17	2,45	—	—	—	—
+ 18	2,57	—	—	—	—



перевозки оказывает ходовая скорость, ограничиваемая на спусках по тормозам. Вследствие этого то или иное изменение условий торможения (переход на автоматическое торможение, изменение длины расчетного пути, процента тормозных осей) оказывает влияние на величину спуска с минимальной себестоимостью.

При равномерном движении в обоих направлениях валентом для каждого элемента будет средне-арифметическое из валентов в том и другом направлении, т.-е. для подъема и для спуска. Эти валенты вычислены в таблице 71 и приведены на фиг. 41.



Фиг. 41. Средние валенты элементов профиля при равномерном движении в обоих направлениях.

Как видно из таблицы и из диаграммы, себестоимость в пределах от 0 до 3 тысячных незначительно отличается от минимальной себестоимости на площадке. С увеличением уклона себестоимость возрастает, достигая следующих величин на расчетных подъемах:

при 4‰ — расчетном подъеме — 88‰ от средней, или 106‰ от себестоим. на площадке для того же расч. подъема

„ 6‰ —	„	„	— 100‰	„	„	„ 114‰	„	„
„ 9‰ —	„	„	— 115‰	„	„	„ 125‰	„	„
„ 15‰ —	„	„	— 154‰	„	„	„ 148‰	„	„
„ 18‰ —	„	„	— 207‰	„	„	„ 177‰	„	„



При неравномерном движении в обоих направлениях можно вычислить валент путем взвешивания. В этом случае наивыгоднейшим уклоном, очевидно, будет легкий спуск в грузовом направлении.

ТАБЛИЦА 71.

Средние валенты элементов профиля при равномерном движении в обоих направлениях.

Средний эквивалентный подъем при равномерном движении в обоих направлениях	Расчетный подъем, в тысячных				
	18	15	9	6	4
18	2,07	—	—	—	—
17	1,91	—	—	—	—
16	1,77	—	—	—	—
15	1,71	1,54	—	—	—
14	1,64	1,47	—	—	—
13	1,60	1,42	—	—	—
12	1,58	1,36	—	—	—
11	1,54	1,32	—	—	—
10	1,49	1,28	—	—	—
9	1,38	1,26	1,15	—	—
8	1,35	1,23	1,11	—	—
7	1,31	1,20	1,05	—	—
6	1,27	1,12	1,02	1,00	—
5	1,24	1,09	0,98	0,95	—
4	1,20	1,10	0,95	0,91	0,88
3	1,19	1,09	0,94	0,89	0,85
2	1,18	1,05	0,93	0,89	0,845
1	1,18	1,04	0,925	0,88	0,84
0	1,17	1,04	0,92	0,88	0,83

По приведенным в таблицах 70 и 71 валентах без всякого затруднения может быть произведено сравнение и оценка по себестоимости любых профилей. Достаточно лишь знать распределение каждого профиля на элементы с различным уклоном. По валенту каждого элемента определяется взвешенный валент всего профиля в целом, представляющий собою относительную стоимость перевозки на линии с данным профилем. При неравномерности по направлениям предварительно определяется взвешенный валент каждого элемента с учетом направления.

При пользовании приведенными в настоящей главе таблицами валентов необходимо иметь в виду те предпосылки, которые были приняты при их построении. При условиях, отличных от принятых в настоящем расчете (коэффициент скорости, серия паровоза, ограничения



по тормозам и др.), по изложенному в настоящем исследовании методу могут быть построены аналогичные таблицы.

Метод валентов не учитывает живой силы поезда; однако этот недостаток свойственен и методу расчетов времен хода по равновесным скоростям, часто применяемым на практике. В случае желанья учесть живую силу поезда возможно рассчитать время хода путем графического интегрирования уравнения движения поезда, а затем, определив ходовую скорость, применить метод коэффициентов влияния или формулу себестоимости.

## ГЛАВА IX.

### Выводы исследования.

Целью произведенного исследования, как указано в главе I, являлось определение влияния основных строительных факторов длины и профиля линии на эксплуатационные расходы.

Основным методом работы был выбран метод коэффициентов влияния, дающий возможность представить результаты воздействия какого-либо фактора на эксплуатационный расход в форме коэффициента, что весьма облегчает использование этих результатов на практике. Освещение метода коэффициентов влияния в применении к действию одного и двух факторов сделано в главе II исследования.

Исследование выполнено по отчетным и статистическим данным 1926/27 г. последнего года, по которому имеется отчетность по старой (так называемой „Кандауровской“ форме). Однако, так как выводы работы даны в относительных цифрах, то они могут быть применены с некоторым приближением и для последующих годов. В работе использованы данные среднесетевые. Результаты произведенных за последние годы исследований по себестоимости железнодорожных перевозок показывают, что для отдельных железнодорожных линий среднесетевыми данными можно пользоваться лишь при расчетах ориентировочных. Действительно, степень транзитности линии, т.-е. соотношение между транзитной и местной работой железнодорожной линии, распределение грузового потока по направлениям, наличие крупных сортировочных и узловых станций, в случае значительных отклонений от средних условий, могут создать для отдельных линий и совершенно отличное от средних условий распределение эксплуатационных расходов. Однако полученные для среднесетевых условий выводы могут быть использованы: а) для расчетов по всей сети железных дорог или для отдельных крупных частей сети, например, для расчетов по оценке реконструктивных мероприятий, переустройства узлов и т. д., б) для расчетов для дорог и линий незначительно отличающихся по условиям работы от среднесетевых; в) для ориентировочных подсчетов по всем линиям.

Необходимо отметить, что применение формул, построенных по средним условиям, также не может дать большой точности подсчета,



так как такие формулы по самому методу своего построения дают расход отдельной дороги, а не отдельной линии, отвечают средним зависимостям отдельных расходов от измерителей работы, а не типичным для данной линии, а также в большинстве случаев совершенно не отражают или отражают неправильно основные условия эксплуатационной работы линии, наиболее сильно влияющие на себестоимость: долю местной работы, распределение грузооборота по направлениям, долю постоянных расходов и т. д.

Наиболее правильным методом в отношении изучения расходов эксплуатируемой линии следует признать построение таблицы удельных весов расходов, связанных с отдельными измерителями или соответствующей ей формулы эксплуатационных расходов с достаточным числом членов, на основе анализа фактических расходов этой линии или той дороги, к которой принадлежит данная линия. В последнем случае должен быть сделан переход от среднedorожных условий к условиям работы исследуемой линии, например, по методу проф. Михальцева. Для дороги проектируемой также можно составить таблицу удельных весов расходов, пропорциональных отдельным измерителям, или соответствующую ей формулу, путем перехода от среднесетевых или среднedorожных условий к условиям работы проектируемой линии.

После установления таблицы удельных весов расходов или отвечающей ей формулы определение коэффициентов влияния отдельных характеристик может быть произведено по описанным в главах IV—VII методам путем установления коэффициентов влияния и построения соответствующих таблиц и графиков. В работе сделана попытка углубления методов исследования путем введения градаций изменения факторов и расходов, анализа совместного влияния отдельных характеристик, рассмотрения пассажирского и товарного движения в отдельности, учета прямого и обратного направления и т. д.

Кроме метода коэффициентов влияния в исследовании, дана и выведенная для среднесетевых условий 1926/27 г. формула себестоимости перевозки, построенная специально для целей анализа влияния профиля линии на эксплуатационный расход. Эта формула оказывается особенно удобной для анализа результатов совместного влияния характеристик профиля и длины линии.

Независимо от метода коэффициентов влияния и формулы себестоимости, в работе предложен новый метод исследования влияния профиля на себестоимость, названный методом валентов.

#### *а) Влияние длины линии на эксплуатационные расходы.*

Обращаясь к выводам о влиянии длины и отдельных характеристик профиля на эксплуатационные расходы, приходится отметить, что результаты произведенного исследования не сколько расходятся с результатами работ других исследователей.



Результаты влияния длины линии на эксплуатационные расходы приведены в главе IV. Как видно из них, коэффициенты влияния длины линии на эксплуатационные расходы, т.-е. доли эксплуатационных расходов, связанные с длиной линии, были получены следующие:

0,47—при изменении длины линии по 1-й градации (длина измеряется незначительно, число станций не меняется);

0,53—при изменении длины по 2-й градации (число станций изменяется);

0,65—при изменении длины по 3-ей градации (длина изменяется значительно, вследствие чего может измениться число станций и участков).

Для сравнения приводится таблица коэффициентов влияния по работам Уэбба и проф. Кашкина.

ТАБЛИЦА А

Коэффициенты влияния длины линии по данным различных исследований.

Авторы и название работ	Материал исследования	Коэффициенты влияния длины			Примечание
		1-я градация	2-я градация	3-я градация	
Уэбб—„Экономика железных дорог“ . . .	Железные дороги Сев.-Амер.-Соед.-Штатов 1909/10	0,33	0,49	1,00 <sup>1</sup>	<sup>1</sup> Без детального обоснования.
К. Н. Кашкин—„Экономика изысканий железных дорог“ (3 изд.) . . . . .	Сеть русских железных дорог 1911—1913 г.	0,33	0,50 <sup>1</sup>	1,00 <sup>1</sup>	
Н. А. Морщихин—Настоящее исследование . . . . .	Сеть железных дорог СССР 1926/27 г.	0,47	0,56	0,63	

Приведенная в гл. IV сравнительная таблица влияния незначительных изменений длины линии по исследованию К. Н. Кашкина и по настоящей работе (табл. 30) показывает, что различие в полученных выводах по 1-й градации объясняется принятой в настоящем исследовании зависимостью большей части тяговых расходов от пробежных измерителей в соответствии с рядом произведенных за последние годы исследований. Целый ряд расходов К. Н. Кашкиным связан с длиной линий без достаточных оснований, например, из крупнейшего расхода по отоплению паровозов с длиной связано 45% на основании простой ссылки на Уэбба.

Коэффициенты влияния длины по 2-й и 3-й градациям К. Н. Кашкиным не выводятся, а принимаются без достаточных оснований по данным Уэбба. Несомненно, что коэффициент влияния длины, равный 1,00 при наличии расходов по начальной и конечной операции, составляющих 15—20% от всего эксплуатационного расхода, не может



быть принят. Кроме расходов по начальной и конечной операциям, целый ряд других расходов также не зависит от длины линии, вследствие чего коэффициент влияния длины по 3-й градации оказывается значительно меньше единицы. Подробное обоснование полученных коэффициентов влияния длины линии на эксплуатационный расход приведено в главе IV.

Переходим к результатам работы в отношении влияния на эксплуатационный расход профиля линии. Прежде всего приходится признать установление зависимости эксплуатационного расхода от профиля линии весьма сложной задачей, не вполне разрешенной произведенными исследованиями. Основные характеристики профиля: расчетный подъем, скорость на расчетном подъеме, средний эквивалентный подъем и средняя ходовая скорость находятся между собой в определенной и сложной зависимости, изменяющейся при различных типах паровозов, степени форсировки котла и пр.

Расчетный подъем в грузовом направлении может быть признан независимой характеристикой профиля, имеющей определенное значение для эксплуатируемой линии и задаваемой при сооружении новой линии или перепроектировании существующей. Скорость на расчетном подъеме обуславливается самой величиной расчетного подъема и типом паровоза. Средняя ходовая скорость зависит от веса поезда, определяемого средним расчетным подъемом. Средний эквивалентный подъем, как можно видеть из формул, по которым он определяется, зависит в некоторой степени от ходовой скорости, а следовательно, и от расчетного подъема.

Так как взаимная зависимость отдельных характеристик профиля представляется довольно сложной и различной при различных типах паровоза и различном сочетании отдельных элементов профиля (площадок, подъемов и скатов), то на практике представляется более целесообразным исследовать влияние каждой характеристики профиля самостоятельно, предварительно определив каждую характеристику, а именно: ходовую скорость путем тяговых расчетов, а эквивалентный подъем при помощи соответствующих формул.

Результаты анализа изолированного влияния на эксплуатационный расход отдельных характеристик профиля и определяемых ими факторов, полученные в главах V—VI исследования следующие:

*б) Влияние среднего состава поезда на эксплуатационные расходы.*

Коэффициент влияния среднего состава товарного поезда на эксплуатационный расход был получен следующий:

по 1-й градации	0,20	—на расход по товарному движению,
	0,15	—на весь эксплуатационный расход;
„ 2-й „	0,23	—на расход по товарному движению,
	0,17	—на весь эксплуатационный расход.



Коэффициент влияния среднего состава пассажирского поезда для средних условий сети:

0,22 — на расход по пассажирскому движению,  
0,06 — на весь эксплуатационный расход.

При этом 1-й градацией названы небольшие или временные изменения состава поезда, а 2-й градацией — изменения состава длительного характера. При применении полученных коэффициентов влияния целесообразнее пользоваться коэффициентами влияния состава на расходы по товарному и по пассажирскому движению в отдельности. При применении коэффициентов влияния состава поезда на весь эксплуатационный расход вводится допущение о распределении расходов между пассажирским и товарным движением по рассматриваемой линии в том же отношении, как и в среднем по сети.

Коэффициент влияния среднего состава товарного поезда в грузовом направлении для средних условий сети будет равен:

по 1-й градации 0,11 — на расход по товарному движению,  
0,08 — на весь эксплуатационный расход;  
„ 2-й „ 0,13 — на расход по товарному движению,  
0,09 — на весь эксплуатационный расход.

Коэффициент влияния среднего состава товарного поезда в обратном направлении для средних условий будет:

по 1-й градации 0,09 — на расход по товарному движению,  
0,07 — на весь эксплуатационный расход;  
„ 2-й „ 0,10 — на расход по товарному движению,  
0,08 — на весь эксплуатационный расход.

Применение полученных коэффициентов влияния для расчета изменений эксплуатационного расхода при изменении состава разобрано в главе II исследования. Так как состав поезда является фактором обратным, при увеличении которого расход уменьшается, то относительное изменение расхода будет выражаться формулой:

$$\Delta = \frac{nk}{1 + k} \cdot \dots \cdot \dots \cdot \dots \quad (6'')$$

где  $n$  — коэффициент влияния фактора,

$k$  — относительное изменение фактора, в долях от первоначального,

$\Delta$  — относительное изменение расхода, в долях от первоначального.

Величины коэффициентов влияния среднего состава поезда, полученные другими исследователями, имеют большую величину. Сопоставление коэффициентов влияния сделано в следующей таблице:

Данные Уэбба, основанные на американских материалах о распределении расходов, дают больший коэффициент влияния, как это отмечено К. Н. Кашкиным, вследствие большего удельного веса работы



ТАБЛИЦА Б.

Коэффициенты влияния среднего состава товарного поезда (в обоих направлениях) по данным различных исследователей.

АВТОР	Коэффициент влияния среднего состава товарного поезда	Примечание
Уэбб . . . . .	0,42	<sup>1</sup> По 2-й градации в доле от расходов по товарному движению
К. Н. Кашкин . . . . .	0,31	
И. Л. Антокопенко . . . . .	0,26	
Н. А. Мордихин . . . . .	0,23 <sup>1</sup>	

по обслуживанию поездов, вызываемого более высокой зарплатой на железных дорогах Соединенных Штатов.

В отношении цифр, полученных К. Н. Кашкиным, необходимо отметить два обстоятельства: К. Н. Кашкин, по примеру Уэбба, рассматривая изменение числа поездов, не выделяет расходов по пассажирскому и товарному движению, считая, повидимому, свои выводы одинаково приложимыми как в тому, так и к другому виду движения. Это обстоятельство не должно значительно отразиться на результате, так как полученные нами коэффициенты влияния среднего состава товарного и пассажирского поезда на расходы по товарному и пассажирскому движению близки между собой. Однако, коэффициенты влияния К. Н. Кашкина и Уэбба следует считать преувеличенными вследствие преувеличенной оценки крупнейших расходов по отоплению паровозов и ремонту их. К. Н. Кашкин, подобно Уэббу, считает, что 80% расходов по отоплению и ремонту паровозов связано с поездок-километрами и 20% относит на маневровую и другую внепоездную работу паровозов. Между тем, как показано еще Ю. В. Ломоносовым и принято рядом современных исследователей, наиболее крупная часть расхода топлива паровозами тратится на перемещение вагонов. В расчленении эксплуатационных расходов, положенном в основу настоящего исследования, эта доля расхода топлива, в соответствии со взглядами проф. Михальцева, принята в 50% от общего расхода по отоплению и ремонту паровозов и отнесена на тонно-километры механической работы составов. Очевидно, что при изменении числа поездов, но при сохранении тех же размеров перевозок, эта доля расходов останется постоянной. Если внести эту поправку в результаты, полученные К. Н. Кашкиным, то вместо принятых им переменными 16,76% эксплуатационного расхода из общего расхода по отоплению паровозов и ремонту их в 21,9%, придется принять переменными 11,95%, т.-е. на 5,81% меньше. В соответствии с этим и общий коэффициент влияния состава поезда на эксплуатационный расход понижается с 30,5% до 24,7%. Кроме того, необходимо отметить недостаточное обоснование



доли переменных расходов, принятых К. Н. Капкинским и по ряду других расходов (снабжение водой, содержание мастерских и пр.).

В том случае, если рассматривается работа линии не в средних условиях, при расчетном подъеме в  $9\text{‰}$  и расчетном сопротивлении  $11\text{‰}$ , а при другом расчетном сопротивлении, влияние среднего состава поезда на эксплуатационный расход будет иное. Очевидно, что при расчетных подъемах, больших среднего, доля расхода, связанная с составом поезда, т.-е. коэффициент влияния состава поезда на эксплуатационный расход также будет больше, чем при средних условиях, так как прирост эксплуатационного расхода происходит путем увеличения доли расходов, связанных с составом поезда. Коэффициенты влияния среднего состава товарного поезда в обоих направлениях на эксплуатационный расход при различных значениях величины среднего расчетного подъема и при скорости на расчетном подъеме 10 км в час будут (см. табл. 41).

										1 град. 2 град.	
При расчетном подъеме	$4\text{‰}$	коэффициент	влияния	сред.	состава	тов.	поезда			0,11	0,13
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,15	0,17
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,20	0,23
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,24	0,28
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,29	0,33
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,33	0,38

Как видно из приведенных цифр, коэффициент влияния среднего состава товарного поезда в обоих направлениях при больших расчетных подъемах может достигнуть 0,40.

Приведенные коэффициенты влияния состава выведены в предположении, что остальные характеристики профиля, скорости и эквив. подъем, не изменяются.

*в) Влияние расчетного сопротивления и расчетного подъема на эксплуатационные расходы.*

Расчетное сопротивление, определяя собою состав поезда, влияет тем самым и на величину эксплуатационного расхода. Величина расчетного сопротивления зависит от расчетного подъема и скорости на расчетном подъеме; увеличение каждой из этих характеристик влечет за собою и увеличение эксплуатационного расхода.

Так как скорость на расчетном подъеме входит в величину расчетного сопротивления по формуле Балдвина в виде слагаемого  $0,05 V$ , то изменение скорости на расчетном подъеме на 1 км в час можно приравнять изменению расчетного подъема на 0,05 тысячных и специального определения влияния скорости на расчетном подъеме на эксплуатационный расход не производить.

Величина расчетного сопротивления или подъема в грузовом направлении влияет на эксплуатационный расход значительно сильнее, чем величина расчетного сопротивления или подъема в обратном направлении, так как состав порожних поездов обратного направления,



а при большом проценте порожняка и комбинированных составов этого направления определяется не максимальным весом, возможным при данной величине расчетного подъема, а ограничением величины состава длиной станционных путей. Для средних условий сети можно считать, что расчетное сопротивление в прямом направлении связывает 55% от эксплуатационного расхода по товарному движению, а расчетное сопротивление в обратном направлении — 23%.

Величина расчетного сопротивления в обоих направлениях может быть определена из величин расчетного сопротивления в прямом и в обратном направлении, как среднее взвешенная по числу поездов, состав которых определяется той и другой величиной.

Относительное изменение величины эксплуатационного расхода в долях от среднего эксплуатационного расхода при среднем расчетном подъеме в 9‰ для среднего типа паровоза представлено в следующей таблице:

ТАБЛИЦА В.

Изменение эксплуатационного расхода при изменении расчетного подъема.

Расчетный подъем в тн-сн	Доля изменения эксплуатационного расхода по товарному движению при изменении расчетного подъема				Доля изменения эксплуат. расхода по пасс. движению при изменении расчетного подъема в одном из направлений.	Доля изменения всего эксплуатационного расхода при изменении расчетного подъема		Всего
	В грузовом направлении	В обратном напр. при учете всех поездов	В обратном напр. при учете груз. поездов	В обоих направлениях		Вследствие изменения расхода		
						По тов. движению	По пассажирск. движению	
4	— 0,063	— 0,050	— 0,026	— 0,113	— 0,113	— 0,084	— 0,029	— 0,113
6	— 0,038	— 0,031	— 0,016	— 0,069	— 0,070	— 0,051	— 0,018	— 0,069
9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15	+ 0,082	+ 0,058	+ 0,034	+ 0,150	+ 0,171	+ 0,111	+ 0,044	+ 0,155
18	+ 0,131	+ 0,109	+ 0,055	+ 0,240	+ 0,272	+ 0,178	+ 0,070	+ 0,248

В приведенной таблице средняя скорость на расчетном подъеме принята для товарных поездов 10 км в час и для пассажирских поездов — 25 км в час. Таблица построена для средних типов паровозов, а именно для товарного паровоза серии ИЦ с пределом силы тяги по сцеплению 10 700 кг и для пассажирского паровоза, близкого к паровозу серии К, с предельной силой тяги по сцеплению 8 150 кг. В таблице приведено изменение эксплуатационного расхода при изменении состава поезда по 2-й градации. Данные об изменении расхода при изменении среднего состава товарного поезда по 1-й градации приведены в табл. 40 и 43.

Характер изменения эксплуатационного расхода при изменении величины расчетного подъема виден из диаграмм фиг. 25.



По данным табл. В может быть составлена таблица Г, в которой приведена доля изменения среднего эксплуатационного расхода (при расчетном подъеме в 9 тысячных) при изменении расчетного подъема или сопротивления на одну тысячную, или скорости на расчетном подъеме товарного поезда на 20 км в час. В этой же таблице даны и коэффициенты влияния расчетного подъема на эксплуатационный расход.

ТАБЛИЦА Г.

Изменение эксплуатационного расхода при изменении расчетного подъема линии и коэффициенты влияния расчетного подъема на эксплуатационный расход.

Изменение расчетного подъема в тысячных	Доля изменения среднего эксплуатационного рас- хода при изменении рас- четного подъема или со- противления на одну ты- сячную			Коэффициент влияния рас- четного подъема на экс- плуатационный расход в долях от эксплуатацион- ного расхода при перво- начальном расчетном подъеме			Доля изменения среднего экспл. расхода по тов. движению при изменении расчетного подъема на одну тысячную	Коэффициент влияния расч. подъема на экспл. расход по тов. движ. в долях от экспл. расхода при перво- начальном расч. подъеме
	Тов. дви- жение	Пассаж. движен.	Общий	Тов. дви- жение	Пассаж. движен.	Общий		
С 6 до 4 .	0,0165	0,0055	0,022	0,11	0,04	0,15	0,022	0,14
" 9 " 6 .	0,0170	0,0060	0,023	0,16	0,05	0,21	0,023	0,21
" 15 " 9 .	0,0185	0,0075	0,026	0,20	0,14	0,34	0,025	0,33
" 18 " 15 .	0,0220	0,0090	0,031	0,26	0,19	0,45	0,030	0,43

Более подробные данные приведены по товарному движению в таблицах 40 — 44, а по пассажирскому движению — в таблицах 49 — 50 и представлены на диаграммах 25 — 28.

При пользовании таблицей и диаграммами необходимо иметь в виду, что изменение расхода при изменении расчетного подъема на одну тысячную приведено в долях от среднего эксплуатационного расхода, т.-е. при расчетном подъеме в 9‰. Коэффициенты влияния при переходе от одного подъема к другому даны в долях расхода при первоначальном расчетном подъеме. Для получения результата снижения расчетного подъема на одну тысячную в долях от первоначального эксплуатационного расхода следует данные таблицы разделить на отношение первоначального расхода к среднему. Тогда для всех рассматриваемых 4 случаев получим изменение всего эксплуатационного расхода при снижении расчетного подъема на одну тысячную около 2,3‰.

Как видно из полученных данных, уменьшение расчетного подъема снижает эксплуатационный расход на 2 — 3‰ от среднего, или, примерно, на 2,3‰ от первоначального. При более крутых расчетных подъемах это снижение будет по абсолютной величине несколько большим, но отношение снижения к первоначальному эксплуатационному расходу, примерно, сохраняется.



Коэффициент влияния расчетного подъема на эксплуатационный расход для среднего  $9^0_{\text{‰}}$  расчетного подъема равен 0,21, снижаясь до 0,16 при расчетном подъеме  $4^0_{\text{‰}}$ , и возрастая до 0,45 при расчетном подъеме  $18^0_{\text{‰}}$ . Данные по товарному движению почти не отличаются от данных по всему эксплуатационному расходу. Полученные данные позволяют сделать сравнение с выводами других исследований, приведенными в работе А. М. Бабицкого — „Влияние характера профиля и мощности паровоза на стоимость железнодорожных перевозок“.

ТАБЛИЦА Д.

Изменение эксплуатационного расхода при изменении расчетного подъема по данным различных исследователей.

Авторы исследований	Снижение эксплуатационного расхода по тов. движению в долях от среднего при изменении расчетного подъема		Примечания
	С $9^0_{\text{‰}}$ до $6^0_{\text{‰}}$	С $9^0_{\text{‰}}$ до $4^0_{\text{‰}}$	
К. Н. Канкин . . . . .	9	15	Для среднего профиля.  При постоянной скорости и эквив. сопротивлении.
Б. М. Максимович и М. М. Протодяконов . . . . .	6,3	10	
А. М. Бабицкий . . . . .	9,0	14,3	
Д. А. Штанге и А. М. Бабицкий . . . . .	8,8	13,2	
Н. А. Морщихин . . . . .	6,9	11,3	

Из сопоставления полученного различными исследователями результатов можно видеть, что данные настоящего исследования близко подходят к цифрам, полученным А. М. Бабицким по формуле Б. М. Максимовича и М. М. Протодяконова, несколько отклоняясь от них в сторону повышения. Причина более высоких цифр, полученных К. Н. Канкиным, кроется в отмеченной нами выше переоценки влияния среднего состава поезда на эксплуатационный расход, вследствие принятого им отношения расходов по отоплению паровозов и по ремонту их и главным образом на поезд-километры. Выводы, полученные А. М. Бабицким, а также А. М. Бабицким совместно с Д. А. Штанге отличаются от результатов, полученных в настоящем исследовании вследствие иных исходных предположений. Изменяя величину расчетного подъема А. М. Бабицкий в обеих работах изменяет вместе с тем и величину среднего эквивалентного сопротивления и средней скорости в той доле, в которой на величине этих измерений для различного характера профиля отражается влияние расчетного подъема. В настоящем исследовании влияние расчетного подъема рассматривается изолированно, т.-е. при сохранении остальных характеристик профиля без изменения; случай же одновременного измене-



ния эквивалентного сопротивления и скорости рассматривается далее. Если в работе А. М. Бабиčkова сделать подобное же предположение, то полученные после пересчета цифры снижения эксплуатационного расхода будут:

При переходе от  $9^0_{\infty}$  расчетного подъема к  $6^0_{\infty}$  . . .  $6,1^0_0$   
 " " "  $9^0_{\infty}$  " "  $4^0_{\infty}$  . . .  $10,2^0_0$

✓ Полученные цифры близки к результатам настоящего исследования.

В главе VII произведен подсчет влияния расчетного подъема на полное изменение эксплуатационного расхода, т.-е. с учетом соответствующего изменения ходовой скорости и эквивалентного сопротивления в зависимости от изменения расчетного подъема (см. табл. 57, 58). Полученные результаты, приведенные в таблице Е, близки к выводам А. М. Бабиčkова, несколько отличаясь от них в сторону увеличения (примерно, на  $1^0_0$ ).

ТАБЛИЦА Е.

Полное изменение эксплуатационного расхода по товарному движению при переходе от расчетного подъема в  $9^0_{\infty}$  к  $6^0_{\infty}$ -ному и  $4^0_{\infty}$ -ному.

Тип профиля	Изменение эксплуатационного расхода в долях от первоначального			
	При переходе от $9^0_{\infty}$ к $6^0_{\infty}$		При переходе от $9^0_{\infty}$ к $4^0_{\infty}$	
	Данные А. М. Бабиčkова	Данные П. А. Морщихина	Данные А. М. Бабиčkова	Данные П. А. Морщихина
Равнинный . . . . .	— 0,069	— 0,085	— 0,116	— 0,128
Средний . . . . .	— 0,090	— 0,102	— 0,143	— 0,159
Холмистый . . . . .	— 0,097	— 0,108	—	—

#### 1) Влияние среднего эквивалентного сопротивления на эксплуатационный расход.

Повышение среднего эквивалентного сопротивления увеличивает механическую работу поездов и вызывает вследствие этого возрастание эксплуатационных расходов.

Коэффициенты влияния среднего эквивалентного сопротивления на эксплуатационный расход по данным исследования будут:

На экспл. расход по товарному движению:	В обоих направл.	В прямом направл.	В обратном направл.
по 1-й градации . . . . .	0,17	0,10	0,07
по 2-й градации . . . . .	0,19	0,12	0,07
на экспл. расход по пассаж. движению (по 2-й градации) . . . . .	0,20	0,10	0,10
на весь экспл. расход (по 2-й градации):			
в доле товарного движения . . . . .	0,14	0,09	0,05
" " пассажирского движения . . . . .	0,05	0,025	✓ 0,025
общий . . . . .	0,19	0,115	0,075







Коэффициент влияния ходовой скорости пассажирских поездов:

- 1) как прямого фактора, влияющего на механическую работу ( $n_1$ ):  
0,055 — на экспл. расход по пассажирскому движению,  
0,014 — на весь экспл. расход;
- 2) как обратного фактора, влияющего на часовые измерители ( $n_2$ ):  
0,10 — на экспл. расход по пассажирскому движению,  
0,03 — на весь экспл. расход.

Однако для расчетов по пассажирскому движению, вследствие обычно принимаемой квадратной зависимости удельного сопротивления, а с ним и механической работы, от ходовой скорости, точнее не пользоваться приведенной формулой, а подсчитывать изменение расхода при изменении ходовой скорости непосредственно по таблице 3 или 53, а также по диаграмме.

Результаты подсчета суммарного изменения эксплуатационного расхода по товарному и пассажирскому движению при изменении ходовой скорости для средних условий, т.-е. эквивалентного подъема в 1,5 тысячных будут следующие (см. также фиг. 32):

ТАБЛИЦА 3.

Изменение эксплуатационного расхода при изменении ходовой скорости.

Ходовая скорость поездов товарного движения	Изменение экспл. расхода по тов. движению		Ходовая скорость поездов пассаж. движения	Изменение экспл. расхода по пассаж. движению	
	В долях от экспл. рас- хода по то- варному движению	В долях от всего экспл. расхода		В долях от экспл. рас- хода по пас- сажирскому движению	В долях от всего экспл. расхода
10	+0,055	+0,04	20	+0,06	+0,01
20	0,000	0,000	30	+0,01	+0,005
30	0,000	0,000	35	+0,000	0,000
40	+0,01	+0,01	40	0,000	0,000
50	+0,025	+0,02	60	+0,01	+0,005
/			80	+0,05	+0,01
			100	+0,10	+0,02
			120	+0,17	+0,04

Как видно из таблицы, полученные в результате исследования наиболее благоприятные с точки зрения эксплуатационных расходов ходовые скорости лежат в пределах:

для поездов товар. движения—20—30 км/ч., в среднем около 25 км/ч.

для поездов пассажирск. движения—35—40 км/ч., в среднем около 38 км/ч.

Разумеется, достижение этих скоростей, возможное лишь в том случае, если профиль это допускает путем увеличения мощности па-



ровоза, увеличения  $z$  и т. д., будет выгодным только в том случае, если состав поезда не уменьшается. Полученные в результате исследования величины наивыгоднейших скоростей целиком зависят от положенных в основание расчета предположений о распределении эксплуатационного расхода между измерителями (табл. 6)<sup>1</sup>.

*д) Коэффициенты влияния характеристик профиля на эксплуатационные расходы, сложенные с отчислениями по социалистическому накоплению и реновации подвижного состава.*

Так как количество подвижного состава зависит от профиля линии то при рассмотрении изменения профиля необходимо учитывать и изменение расходов по социалистическому накоплению и реновации подвижного состава. Изменение этих расходов можно учитывать тем же методом коэффициентов влияния, как и изменение эксплуатационных расходов.

Как показано в главе VI, эксплуатационный расход при учете этих расходов увеличивается на 11,4%, а средняя себестоимость одного тонно-километра для 1926/27 г. с 1,27 до 1,41 коп. за тонну километр. Измененные коэффициенты влияния будут:

для расчетного подъема — 0,23

„ эквивал. сопротивления — 0,17

„ ходовой скорости как прямого фактора — 0,03 для товарного движения

для ходовой скорости как прямого фактора — 0,01 для пассажирского движения

для ходовой скорости как обратного фактора — 0,08 для товарного движения

для ходовой скорости как обратного фактора — 0,05 для пассаж. движения.

Если при изменении профиля меняется число остановочных пунктов, то соответствующее изменение капитальных расходов также следует учитывать.

*е) Оценка совместного влияния характеристик профиля на эксплуатационный расход методом коэффициентов влияния.*

При изучении одновременного изменения характеристик профиля можно пользоваться методом коэффициентов влияния, формулой себестоимости, преобразованной для оценки влияния профиля, и валентами, представляющими отношение себестоимости на данном элементе профиля к средней.

<sup>1</sup> Необходимо указать, что великое изменение доли расходов, связанной с тонно-километрами механической работы при перемещении расходов по измерителям изменяет величину наивыгоднейшей скорости, в частности увеличение доли расходов, связанных с механической работой уменьшает величину наивыгоднейшей скорости.











*и) Оценка влияния профиля на эксплуатационные расходы при помощи метода валентов.*

Предлагаемый для анализа влияния профиля на эксплуатационный расход метод валентов<sup>1</sup> дает возможность избежать расчетов изменения отдельных характеристик профиля при изменении расчетного подъема. Валенты элементов профиля, представляющие собою отношение себестоимости перевозки на данном элементе профиля к средней себестоимости, могут быть подсчитаны для условий работы данной линии, по методу, разработанному в настоящем исследовании. Имея таблицы или диаграммы валентов для каждого профиля, может быть подсчитана относительная величина себестоимости, являющаяся валентом профиля; эта величина характеризует собой данный профиль в отношении себестоимости перевозок и может быть положена в основу сравнения различных профилей.

В качестве иллюстрации применения метода валентов в исследовании приведены таблицы и диаграммы валентов для элементов профиля с уклонами от  $-15\text{‰}$  до  $+15\text{‰}$ , паровоза серии Ш и изменения отношения коммерческой скорости к технической по фиг. 37 при расчетных подъемах 4, 6, 9, 15 и 18 тысячных.

Как видно из таблиц и диаграмм валентов (табл. 69—71 и фиг. 39—41), наиболее дешевым является следование поезда по небольшим спускам, скорость движения на которых еще не ограничена по тормозам,  $4-5\text{‰}$ . Если рассматривать равномерное движение по направлениям (фиг. 41), то можно видеть, что при повышении уклона себестоимость возрастает сначала медленно, а затем, при увеличении уклона, более быстрым темпом. Наименьшая себестоимость при рассмотрении движения в обоих направлениях будет для равномерного движ. на площадке, а при неравномерном движ. на небольших спусках.

Для различных расчетных подъемов валенты профиля изменяются следующим образом:

для $i_p = 4\text{‰}$	от 0,68	при $i_g = -4\text{‰}$	до 1,07	при $i_g = +4\text{‰}$	с миним.	0,68
" $i_p = 6\text{‰}$	" 0,73	" $i_g = -6\text{‰}$	" 1,26	" $i_g = +6\text{‰}$	" "	0,72 ( $i_g = 4$ )
" $i_p = 9\text{‰}$	" 0,78	" $i_g = -9\text{‰}$	" 1,51	" $i_g = +9\text{‰}$	" "	0,75 ( $i_g = 5$ )
" $i_p = 15\text{‰}$	" 0,99	" $i_g = -15\text{‰}$	" 2,08	" $i_g = +15\text{‰}$	" "	0,87 ( $i_g = 6$ )
" $i_p = 18\text{‰}$	" 1,56	" $i_g = -18\text{‰}$	" 2,57	" $i_g = +18\text{‰}$	" "	0,99 ( $i_g = 4$ )

Если рассматривать средние валенты уклонов при равномерном движении в обоих направлениях, то они изменяются следующим образом:

для $i_p = 4\text{‰}$	от 0,83	на площадке	до 0,88	на расчет. подъеме	$4\text{‰}$	т.-е. на $6\text{‰}$	больше
" $i_p = 6\text{‰}$	" 0,88	" "	" 1,00	" "	" $6\text{‰}$	" "	$14\text{‰}$
" $i_p = 9\text{‰}$	" 0,92	" "	" 1,15	" "	" $9\text{‰}$	" "	$25\text{‰}$
" $i_p = 15\text{‰}$	" 1,04	" "	" 1,54	" "	" $15\text{‰}$	" "	$48\text{‰}$
" $i_p = 18\text{‰}$	" 1,17	" "	" 2,07	" "	" $18\text{‰}$	" "	$77\text{‰}$

Задача о зависимости эксплуатационных расходов от профиля линии, как показано настоящим исследованием, является большой и сложной. Постановка и разрешение этой задачи и являлись одной

<sup>1</sup> Во время печатания настоящей работы в журнале Железнодорожное Дело 1930 г. № 11, появилась статья М. М. Протодьяконова, предлагающая аналогичный метод исчисления эксплуатационных расходов для сравнения вариантов жел. дор. линий.



из целей работы. Для решения этой задачи недостаточно ограничиться рассмотрением только одного расчетного подъема, как это делает К. Н. Кашкин, а необходимо по примеру А. М. Бабичкова изучить и влияние других основных характеристик профиля: эквивалентного сопротивления и ходовой скорости. В настоящем исследовании рассмотрено влияние изменения этих характеристик на эксплуатационный расход, но не только в качестве промежуточных, меняющихся в зависимости от расчетного подъема, как у А. М. Бабичкова, но и в качестве самостоятельных, изменение которых непосредственно отражается на изменении расхода. Попытка выявления изменения эксплуатационного расхода для любых комбинаций профиля привела к разработке нового метода—валентов, которому по мнению автора на ряду с методом коэффициентов влияния и формул принадлежит в этом вопросе широкая будущность. Разработка методики исследования вопроса о влиянии профиля на расход являлась второй задачей работы. Вследствие разросшегося объема исследования предполагаемый метод валентов рассмотрен схематически с введением, вызванным необходимостью, ряда предположений в отношении года получения отчетных данных (1926/27 г.) серии паровоза, действия тормозов, различных коэффициентов и т. д. При расчете валентов для определенной конкретной линии среднесетевые условия могут быть заменены условиями данной дороги.

Кроме этих предположений, при разработке метода валентов в настоящем исследовании был принят другой ряд предположений, необходимых для разрешения поставленной задачи, но недостаточно изученных и теорией и практикой эксплуатации ж. д. К таким предположениям относятся и два крупных вопроса: вопрос об отношении между коммерческой и технической скоростью для различной густоты движения или для различных составов поездов и вопрос о зависимости расходов по ремонту паровозов, отоплению и водоснабжению их от измерителей. Точность эксплуатационно-экономических расчетов, как показывает настоящее исследование, упирается в точность предположений о распределении расходов на доли, пропорциональные измерителям и исследований о величине коммерческой скорости в различных условиях.

Вследствие этого, независимо от постановки исследовательских работ о влиянии различных факторов и условий работы ж. д. на себестоимость перевозки, должны быть поставлены научные исследования, уточняющие зависимость отдельных расходов (путевых, по станционному штату, по отоплению паровозов, по ремонту подвижного состава) от измерителей работы железных дорог: поездо-километров, паровозо-километров, паровозо-часов, механической работы и т. д. В области теории эксплуатации требует дальнейшей разработки вопрос о зависимости между ходовой и коммерческой скоростью при различной густоте движения и при изменении условий работы участков.

*И. Мошухин.*

14 дек. 1930 г.



## **Об условиях целесообразности обращения длинно-составных поездов с расцепкой при скрещении.**

В 97 вып. Сборника ЛИИИС была помещена весьма обстоятельная и интересная статья П. Я. Гордеенко, выясняющая для случая параллельного графика условия выгодности длинносоставных поездов, требующих расцепки при скрещении. Окончательный вывод исследователя таков. Если отправление вслед не разрешается, то при неблагоприятных по профилю подходах к станциям непарный график с расцепкой не дает выигрыша в пропускной способности. При благоприятных же подходах нужно теоретически сравнить применение расцепки со случаем использования факультатива. Если допускается отправление вслед, то для повышения пропускной способности нужно переходить к непарному графику, если он не требует расцепки, или к пакетному.

Таким образом, по расчетам П. Я. Гордеенко, шансы выгодности организации длинных поездов с расцепкой при скрещении почти равны нулю. Между тем, по имеющимся сведениям, практика прибегает к организации таких поездов довольно часто. В чем же дело? Заблуждается ли практика или есть какой то пробел в теоретической трактовке вопроса?

При всей обстоятельности работы над графиком с расцепкой, П. Я. Гордеенко не довел этой работы до конца. Окончательные условия выгодности длинных составов остались не установленными. Вся суть обращения поездов с расцепкой при скрещении заключается в увеличении их составов, но этот фактор совершенно отсутствует в исследовании. Сравнить пропускную способность и коммерческую скорость без расцепки и с расцепкой нужно при разных составах порожнего направления, или что то же самое при разных коэффициентах непарности поездов.

Считая, что удачно начатое исследование должно быть инициатором доведено до конца, я своевременно направил П. Я. Гордеенко соображения, подкрепленные расчетами и таблицами, о замеченном мною пробеле, выразив надежду, что последний будет заполнен.

В Сборнике вып. 100 появилась новая статья П. Я. Гордеенко по тому же предмету. Выводы нового исследования о длинных соста



нах остаются прежние. Расцепка есть „временная мера“ и допустима в весьма редких случаях. Если отправление вслед разрешено, то нужно базироваться преимущественно на пакетном графике. Версия об использовании факультатива уже не повторяется. Моей точки зрения автор, повидимому, не разделяет, считая ее либо имеющею только „теоретическое значение“, либо такою, которая совсем „не может иметь интереса“.

Приводимые П. Я. Гордеенко доводы меня не поколебали. Само собой разумеется, что на такую громоздкую меру, как расцепка длинного поезда при скрещении, нужно смотреть не как на основной метод эксплуатации, а лишь как на вспомогательный при недостатке пропускной способности и невозможности по условиям места и времени повысить ее в такой же мере иным путем. Для суждения об уместности применения метода расцепки нужно учесть полезную длину разъездных путей, серию паровоза, предельный приведенный подъем, соотношение пробега груженого и порожнего, среднюю нагрузку груженого вагона, неравномерность движения по времени года и т. д.

Попробуем наметить основные вехи расчета целесообразности обращения длинных поездов с расцепкой при скрещении.

Будем исходить из средних для сети 1926—27 г. данных о нагрузке груженого вагона около 13 т. или брутто 20 т. и отношения пробега порожних вагонов к пробегу груженных равного 0,40, что дает коэффициент непарности  $\frac{n_1}{n_2} = 1.59$  или при обозначениях П. Я.

Горденко  $\alpha = \frac{n_2}{n_1} = 0,63$ . Эта величина, как оказалось, сохранилась и в 1927—28 г.

До войны было требование, чтобы при постройке новых линий и развитии существующих одному из разъездных путей давать длину на 75 норм. вагонов при 2 паровозах, а прочим — на 60 ваг. при 2 паровозах. Фактически норма эта не успела получить место на большинстве промежуточных станций, вмещающих на своих путях составы не более 60 ваг. при 2 паровозах.

Что касается серий паровозов, то я не могу согласиться с мнением П. Я. Гордеенко, что в виду сосредоточения слабых серий на линиях слабого движения, на последних „не должно возникнуть необходимости увеличения пропускной способности за счет перехода на непарный график“. Я нахожу, что „слабое движение“ и „слабый рост движения“ — понятия совершенно различные; что размер движения и темп его роста не находятся ни в какой функциональной зависимости; что на линии слабого движения не только имеет место рост движения, но что он бывает нередко сильнее, чем на линии густого. Поэтому не имеется никаких оснований исключать из рассмотрения паровозы серии О.



По данным Стат. Сборн. за 1913 г. около 50% протяжения линий жж. дд. имели предельный уклон не выше 0,008 или приведенный около 0,009. Вес поезда  $Q$  для паровоза  $O'$  при  $V=10$  км.  $z=25$ ,  $i=0,009$  будет (по таблице Егорченко) 632 т. Следовательно, состав поезда в груз. напр. будет  $n=632:20 \approx 31$  ваг., а в порожнем  $31:0,63=49$  ваг. Но ничто не мешает нам отправлять обратные поезда двойной тягой в составе 60 ваг. Тогда обратный коэффициент непарности вместо  $a=0,63$ , будет  $a=0,51$ , при чем расцепки все же не потребуются. Если принять вес обратного поезда из расчета на двойную тягу, то состав его будет 31.  $1,90:0,63=86$  ваг., откуда  $a_p=31:89=0,35$ . Здесь уже требуется расцепка. При таком коэффициенте непарности почти все обратные поезда будут идти с 3 паровозами, из которых 2 ведущие и 1 резервный. Резервный паровоз должен идти в хвосте поезда без прицепки и, может быть, без толкания. Я не вижу в этом ничего страшного. Никаким мостам такое движение не угрожает. Такого пролета (не отверстия), на котором поместился бы целиком поезд длиной более 700 метров, в нашей мостовой практике нет. Впрочем, 3-й паровоз можно возвращать и в холодном состоянии. По расчету Хальфина, это дает даже экономическую выгоду.

Более 10% линий имеют предельный приведенный уклон до 0,007. Для него  $Q=794$  т. или  $n$  кругло 40 вагонов в груз. напр. и  $40:0,63=63$  ваг. в порожнем. Если обходиться без расцепки, то  $a=\frac{40}{60}=0,67$ .

При расцепке, принимая  $a_p=0,50$ , получим обратный состав в 80 ваг. При расчете на двойную тягу состав обратного поезда будет:  $40 \times 1,8:0,63=114$  ваг. или  $a_v=40:114=0,63:1,8=0,35$ .

Переходим к паровозу Э. При  $z=30$ ,  $i=0,009$ ,  $Q=1091$  т.,  $n=54,5$  ваг. в груз. напр. и  $54,5:0,63=86,5$  в порожнем. При отсутствии расцепки коэффициент  $a=54,5:60=0,91$ , а при расцепке — от  $a_p<0,63$  до  $a_p=0,50$ , при втором паровозе по середине в виду слабости сцепки. При  $i=0,007$ ,  $Q=1362$  т.,  $n=68$  ваг. Здесь наша полезная длина путей уже недостаточна даже и для грузового направления. Примем, что она доведена до 75 вагонов. Тогда без расцепки  $a=68:75=0,91$ , а с расцепкой по прежнему  $a_p=0,63$  и 0,50.

Для рассмотренных составов обратных поездов приведены две таблицы величин пропускной способности грузового направления ( $N$ ) и коммерческой скорости ( $V_k$ ), одна — без движения вслед (табл. 1-я), другая — с движением вслед (табл. 2-я).

Таблица 1-я составлена по формулам П. Я. Гордеевко и для его параметров, за исключением обратного коэффициента непарности ( $a$  и  $a_p$ ), который у П. Я. Гордеевко неизменно равен  $\frac{2}{3}$ , а у меня меняется от 0,35 до 0,91. Хотя формулы Вып. 97 для графика с расцепкой менее выгодны, чем форм. Вып. 100, но я принципиально нашел более подходящим остановиться на первых. Также было учтено за-



**ТАБЛИЦА 1-я.**  
**Без движения вслед.**

№ по порядку	Полезная длина пути в ваг.	Серия паровоза	Привед. пред. подъем	Парный гра- фик		Непарный график			То же с расценкой			
				$N$	$V_k$	$a$	$N^n$	$V_k$	$a_p$	$N_p^n$	$V_n$	$N_p^n : N^n$
1	60	О <sup>в</sup>	0,009	7,3	18,4	0,63	8,9	15,8	0,35	10,3	13,4	1,16
2	—	—	—	—	—	0,51	9,6	14,9	0,35	10,3	13,4	1,06
3	—	—	—	11,9	17,3	0,51	15,8	13,7	0,35	16,4	12,0	1,03
4	—	—	0,007	7,3	18,4	0,67	8,7	16,1	0,50	9,2	14,4	1,07
5	—	—	—	—	—	—	—	—	0,35	10,3	13,4	1,18
6	—	—	—	14,7	16,5	0,67	17,6	14,2	0,50	17,5	12,1	1,00
7	—	Э	0,009	7,3	18,4	0,91	7,6	17,8	0,63	8,4	15,7	1,11
8	—	—	—	16,0	16,1	0,91	16,8	15,4	0,63	17,0	12,0	1,02
9	75	—	—	7,3	18,4	0,91	7,6	17,8	0,50	9,2	14,4	1,21
10	—	—	—	14,7	16,5	0,91	15,4	15,9	0,50	17,5	12,1	1,14
11	—	—	0,007	7,3	18,4	0,91	7,6	17,8	0,63	8,4	15,7	1,11
12	—	—	—	16,0	16,1	0,91	16,8	15,4	0,63	17,0	12,0	1,02
13	—	—	—	7,3	18,4	0,91	7,6	17,8	0,50	9,2	14,4	1,21
14	—	—	—	14,7	16,5	0,91	15,4	15,9	0,50	17,5	12,1	1,14

**ТАБЛИЦА 2-я.**  
**С движением вслед (уплотненный график).**

№ по порядку	Полезная длина пути вагона	Серия паровоза	Привед. пред. подъем	Пакетный график		Пак.-непарн. график			$N^{nn} : N^n$
				$N^n$	$V_k$	$a$	$N^{nn}$	$V_k$	
1	60	О <sup>в</sup>	0,009	12,1	16,0	0,63	12,9	17,5	1,07
2	—	—	—	—	—	0,51	13,2	17,8	1,09
3	—	—	—	20,9	12,1	0,51	24,4	14,6	1,17
4	—	—	0,007	12,1	16,0	0,67	12,8	17,3	1,06
5	—	—	—	20,9	12,1	0,67	23,1	13,4	1,11
6	—	Э	0,009	12,1	16,0	0,91	12,3	16,6	1,02
7	—	—	—	20,9	12,1	0,91	21,4	12,5	1,02
8	75	—	0,007	12,1	16,0	0,73	12,7	16,6	1,05
9	—	—	—	20,9	12,1	0,73	24,2	13,6	1,16
10	—	—	—	12,1	16,0	0,91	12,3	16,3	1,02
11	—	—	—	20,9	12,1	0,91	21,4	12,4	1,02



мечание П. Я. Гордеенко, что при выбранных параметрах  $V_k$  не должно быть менее 12 км/ч. Из таблицы видно, что выгодность расценки при паровозе  $O^B$  и  $i=0,009$  имеет место до  $N_p'' = 16,4$ , а при  $i=0,007$  до  $N_p'' = 17,5$  т.-е. до цифр весьма почтенных. Степень же выгодности при  $N_p'' = 10,3$  достигает 18%. При паровозе Э предел выгодности расценки  $N_p'' = 17,5$ , а степень выгодности при  $N_p'' = 8,4$  до 21%.

Переходим к табл. 2-й с движением вслед. Здесь идет сравнение пакетного графика с непарным без расценки. Данные, относящиеся к пакетному графику, взя-

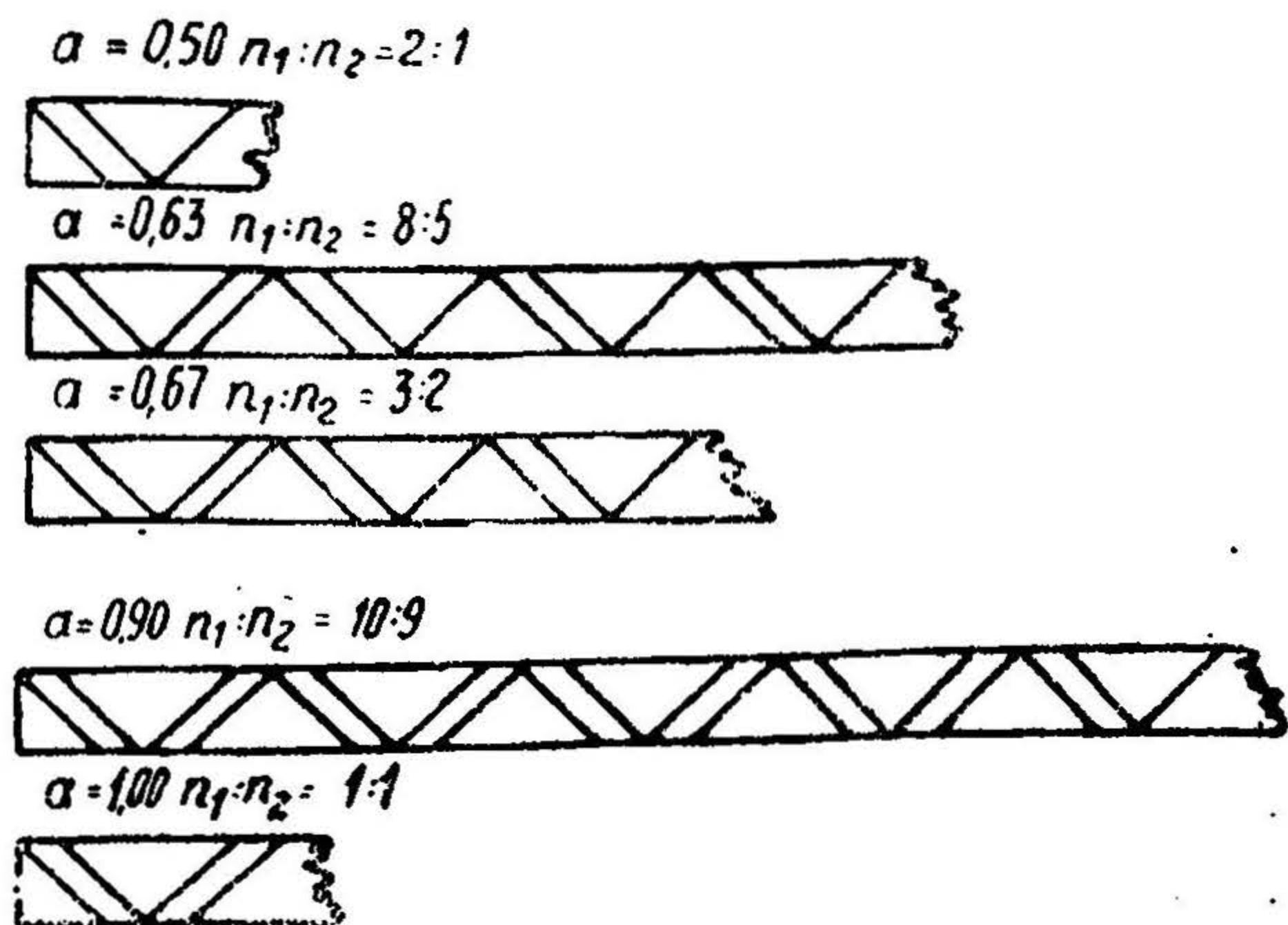
ты мною готовыми у П. Я. Гордеенко. Для непарного я не мог этого сделать по след. причине. П. Я. Гордеенко взял схему непарного графика с движением вслед, тождественную с той, которую я рассматривал в своем этюде „Теория обращения тов. поездов“. В 1923 г. эта схема являлась первой робкой попыткой теоретически исследовать реальное в наших условиях

уплотнение графика. Три года спустя, в своем учебнике по движению (стр. 86) я писал: „Уменьшая в пакетном графике число обратных поездов, мы можем так или иначе выкроить лишние поезда в грузовом направлении“. Эту весьма простую, можно сказать, напрашивающуюся мысль, по переводе ее на язык алгебры я изложил в 1928 г. на повторно дополнительных курсах НКПС при ЛИИПС, а в конце 1929 г. -- в вып. 102.

Как и следовало ожидать, пакетно-непарный график и по  $N$  и по  $V_k$  оказывается наивыгоднейшим. На черт. 1 показаны основные варианты пакетно-непарного графика для различных коэффициентов непарности, тождественных или близких к рассмотренным выше.

$N$  и  $V_k$  пакетно-непарного графика в табл. 2-й вычислены по моим формулам (вып. 102), но для параметров П. Я. Гордеенко. Из таблицы видно, что во всех случаях без исключения мы имеем для пакетно-непарного графика и большее  $N$ , и лучшую  $V_k$ , чем для графика пакетно-парного.

Выигрыш в  $N$  доходит для паровоза  $O^B$  до 17%, нигде не опускаясь ниже 6%. Для паровоза Э при вместимости путей в 75 вагонов и  $i = 0,009$  пакетно-непарный график дает тоже выигрыш до



Черт. 1.



16<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Что касается выгодности расцепки, то выведенные мною формулы для случая  $a_p = 0,50$  показали, что для уплотненного графика расцепка выгод не дает.

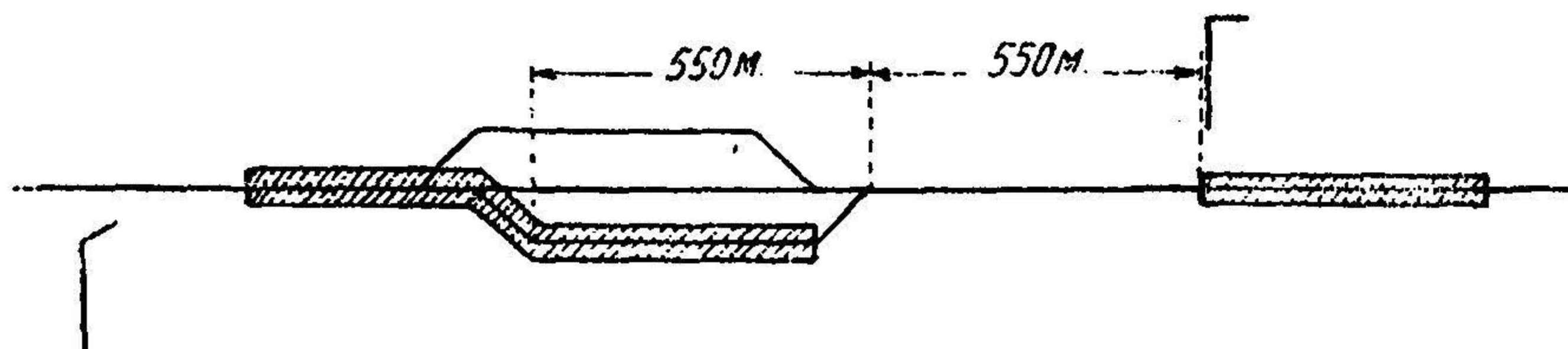
Возвращаясь к графику не уплотненному, укажу еще на некоторые обстоятельства, говорящие в пользу расцепки. Если иметь в виду, что формулы П. Я. Гордеенко были вычислены с целью упрощения для тождественных перегонов, а таковых, как известно, в действительности нет, то на каждом пункте, время хода по которому для прямого поезда больше, чем для обратного, мы имеем скрытый запас времени, который может покрывать полностью или частью добавочный простой от расцепки. Далее основной параметр  $a = 0,63$ , вошедший в расчеты, взят на основании средних данных для сети. При выводе его допущена существенная неточность. Предположено, что средняя нагрузка груженого вагона одинакова для обоих направлений. Между тем она значительно меньше для порожнего. Если бы можно было ввести поправку, она существенно понизила бы величину  $a$ . Кроме того величина  $a = 0,63$  есть средняя. По дорогам она меняется, повидимому, в пределах от 0,59 до 0,75. Но нас должны интересовать не дороги, а отдельные линии. Для них пределы изменения коэффициента непарности должны быть значительно шире. Это значит, что если есть линии, где выгодность расцепки, по сравнению с данными табл. 1, может значительно умаляться и даже сойти на нет (например, линии, на которых расчетный подъем в порожнем направлении больше, чем в грузовом), то наряду с этим есть и такие линии, где выгодность расцепки окажется значительно выше, чем исчисленная по средним данным.

Отметим еще ряд очень интересных обстоятельств. Если на станцию приходит первым обратный поезд и имеется время для его расцепки, то весь промежуток времени, который проходит от его прибытия до прибытия прямого поезда, никакого отношения к обращению длинного поезда не имеет. Поэтому на счет этого обращения мы можем отнести только время на сцепку, равное по 97 вып. — 10 мин. Но пусть по недостатку установленного времени маневры по расцепке производить нельзя. Принимать же прямой поезд без расцепки обратного тоже нельзя, потому что первый может ударить в хвост второму, как это наглядно изображено у П. Я. Гордеенко в вып. 97. Что же делать?

Возможны два варианта решения. По первому (черт. 2) прямой поезд задерживается у семафора, после чего производится расцепка обратного, а затем пропуск на проход прямого, сцепка обратного и его отправление. Общая затрата времени на эти операции такова (черт. 3): потеря на ходе вследствие остановки у семафора прямого поезда — 2 мин., расцепка (вып. 97) — 8 мин.; итого для прямого поезда — 10 мин. Обратный, кроме этих 10 мин., имеет еще 10 мин. на сцепку и 5 мин. первоначального интервала, итого 25 мин. В сумме  $10 + 25 = 35$  мин. Если вместо простоев будем учитывать

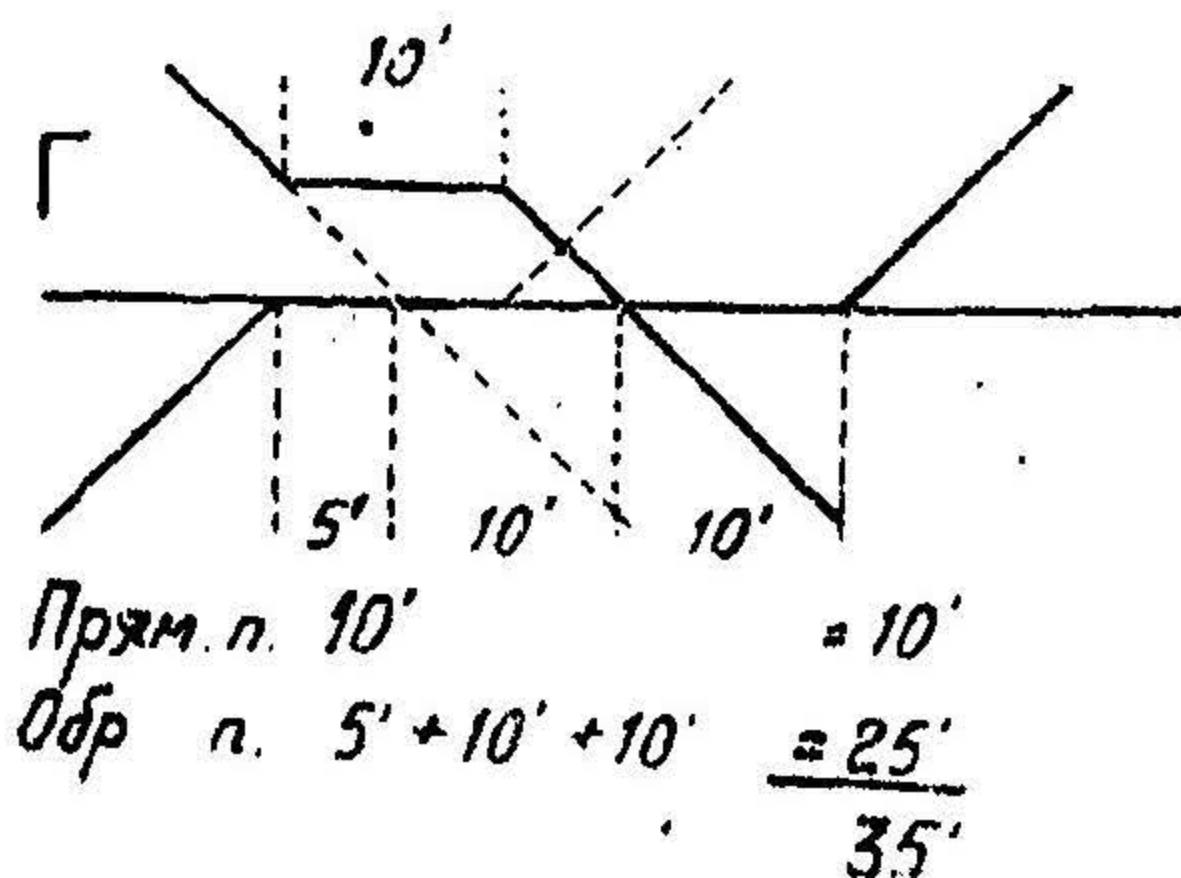


интервалы, то, как легко видеть из того же черт. 4, интервал для верхнего перегона равен 20 мин., для нижнего—15 мин. Но возможно и другое решение. Тотчас по остановке прямого поезда у семафора открыть последний для осторожного впуска прямого поезда без расцепки обратного. По остановке прямого поезда обратный продерживается вперед для освобождения прохода для выпуска прямого поезда. В этом случае (черт. 4) прямой поезд потеряет времени

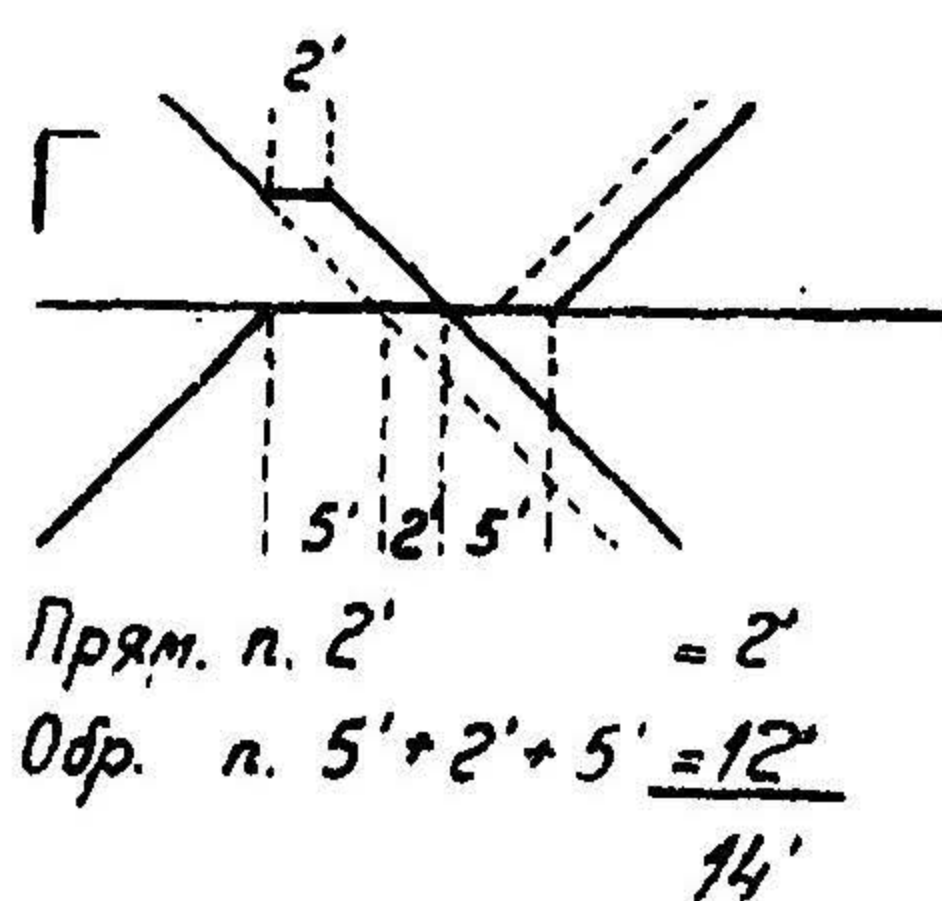


Черт. 2.

из-за остановки у семафора 2 мин. Обратный поезд потеряет сверх того на первоначальном интервале 5 мин. и на сносение со станцией 5 мин., итого 12 мин. А всего на оба поезда  $12 + 2 = 14$  мин. Интервалы здесь для обоих перегонов одинаковы, по 7 мин. Такой прием поездов действующими правилами не предусмотрен. Но правила можно и пополнить. Ведь и самая расцепка в наши правила попала совсем недавно. В правилах предусмотрено предупреждение машиниста



Черт. 3.



Черт. 4.

о скрещении с длинным поездом, нужно добавить требование об особой осторожности следования после остановки у закрытого семафора и его открытия в виду выхода хвоста длинного поезда за предельный столбик.

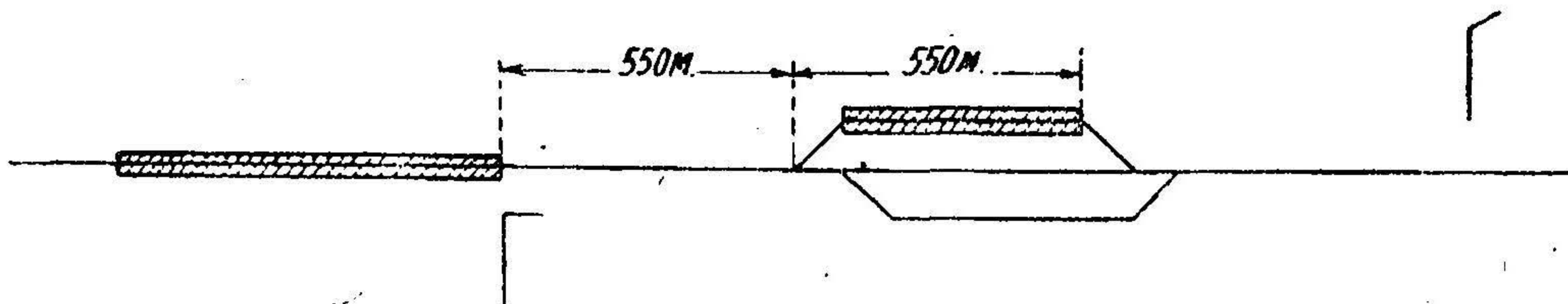
При втором варианте (черт. 5) задерживаем превентивно (предусмотрительно) обратный поезд у семафора. Когда прямой прибудет на станцию, то отправляем на проход обратный, а затем и прямой. Прямой будет задержан (черт. 6) на время хода обратного от сема-

Сумма простоев, как известно, равна сумме интервалов.



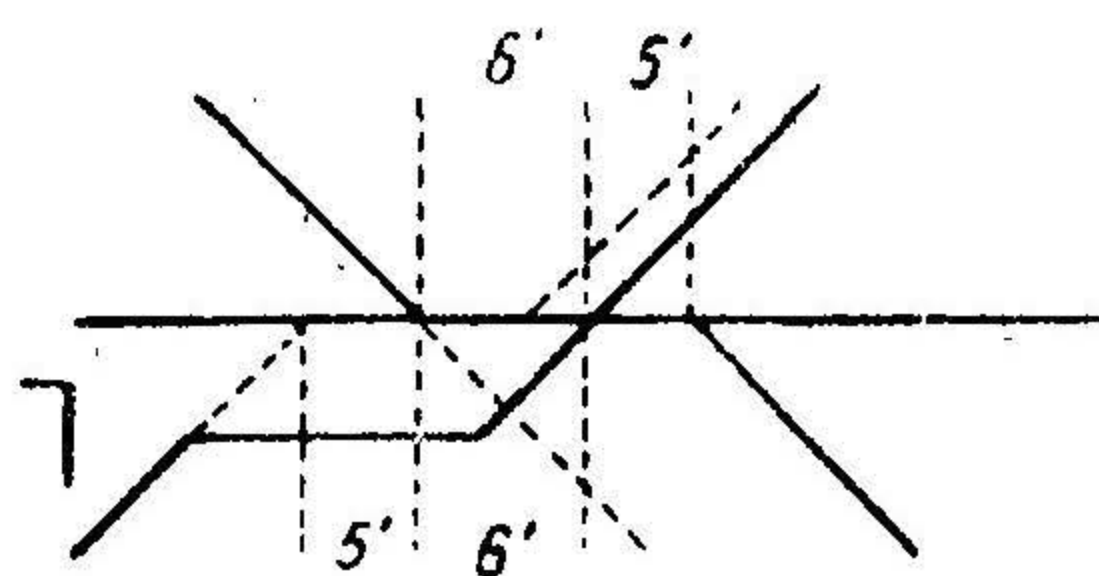
фора до места его фиктивной остановки, на что нужно  $2 + 1,1 \text{ (км)} \times \times 3 \text{ мин.} = 6 \text{ мин.}$  Время на сносение для прямого поезда 5 мин. Итого 11 мин. Для обратного поезда, первоначальный интервал 5 мин. и те же 6 мин., итого 11 мин. Интервалы будут соответственно 6 мин. и 16 мин.

Если приходит на станцию первым прямой, то согласно действующих правил обратный пропускается с хода. Никакой потери времени



Черт. 5.

из-за длинного поезда здесь нет. Интервалы равны 5 мин. Вероятность такого случая одинакова с вероятностью противоположного. Другими словами, половину всех скрещений при предварительных соображениях можно высчитать безо всякой потери на „длинность“.



$$\begin{array}{l} \text{Прям. п. } 6' + 5' = 11' \\ \text{Обр. п. } 5' + 6' = 11' \\ \hline 22' \end{array}$$

Черт. 6.

Имея величины интервалов для рассмотренных случаев, мы получим ряд комбинаций из их сумм. Для случая скрещения прямого поезда с обратным без расцепки последнего эти суммы (из чисел 5, 5, 6, 16, 7, 7) будут иметь следующие величины: 10, 11, 12, 12, 13, 14, 21, 22 и 23, или в среднем 15 мин. Для случая, когда такой способ скрещения не допускается, суммы (из слагаемых 5, 5, 6, 16, 20, 15) будут следующие: 10, 11, 20, 21, 21, 22, 25, 35 и 36, или в среднем 22 мин., т.-е. все

же менее предложенным вып. 97 — 28 мин. Такой же величины, как 48 мин., здесь не имеется ни в одном частном случае. Вычисленные средние величины в 15 или 22 мин. могут служить ориентировочными величинами при расчете коммерческой скорости при обращении длинных поездов. Пропускная способность вычисляется для конкретной величины суммы интервалов на решающем перегоне, при чем эта величина интервалов может создать решающий перегон там, где его не было. С другой стороны, от нас зависит так регулировать движение, чтобы обратный поезд проходил станции, ограничивающие решающий перегон, без останова. Для этого иногда достаточно попридержать обратный поезд на станции перед перегон, предшествующим решающему. Труднее это сделать, когда



решающими являются два соседние перегона. Но может быть вопрос: а вдруг прямой поезд опоздает в пути и обратный нельзя будет пропустить без останова? Но подобное положение может создаться и при отсутствии длинного поезда. При опоздании одного из поездов на решающем перегоне происходит понижение пропускной способности, покрываемое факультативом. То же будет и в случае обращения длинного поезда.

На основании изложенного можно наметить следующий порядок приема поездов при обращении длинных составов.

1. Если на станцию приходит первым прямой поезд, то обратный пропускается без останова. На решающем перегоне такой пропуск нужно осуществлять в порядке диспетчерской регулировки, а если ее нет, то путем самоосведомленности станций, ограничивающих решающий перегон, о ходе поездов.

2. Когда к станции подходит первым длинный (обратный) поезд и можно успеть принять его и расцепить в установленный срок до прихода прямого поезда, то это и нужно делать.

3. Если в установленный срок расцепку совершить нельзя, и если подход обратного поезда находится на спуске, площадке или незначительном подъеме (например, не больше 0,003), то обратный поезд нужно задержать у семафора до прихода прямого поезда, а затем пустить обратный на проход без останова.

4. Если расцепка в установленный срок совершена быть не может, а подход обратного поезда находится на значительном подъеме, то обратный поезд принимается на станцию и оставляется без расцепки, а для избежания удара в его хвост поезда прямого, скорость последнего закрытым семафором доводится до нуля, после чего открывается семафор.

5. Но если скрещение без расцепки длинного поезда, хотя бы и с предварительной остановкой прямого, было бы признано опасным, то прямой поезд задерживается у семафора на время расцепки обратного, а затем пропускается без останова. При хорошей регулировке можно прямой поезд задержать на тот же срок на предшествующей станции.

Намеченный порядок относится к случаю выхода поездов из расписания. При движении же их по расписанию, последнее можно и должно так составлять, чтобы не было никаких потерь во времени от обращения длинных поездов.

До сих пор обращение длинных поездов с расцепкой при скрещении трактовалось как выход из положения, когда перевозки подпирают, а пропускной способности не хватает. Однако возможны и такие случаи, когда подобное обращение может оказаться экономически выгодным методом эксплуатации. Это возможно тогда, когда при неравномерных по месяцам года перевозках потребность в длинных поездах ограничена столь малым периодом максимального



движения, что из-за него делать капитальные затраты на увеличение пропускной способности не может быть никакого расчета, если ценой небольшого снижения коммерческой скорости при применении расцепки этих затрат можно избежать.

В условиях нашего железнодорожного транспорта, при непрерывном росте его работы и при необходимости всемерно экономить на капитальных затратах, сфера обращения поездов длиною, превышающую вместимость приемного пути, не может не быть обширна. Избегая крайностей, в виде ли чрезмерной схематизации вопроса или чрезмерной его углубленности, нужно дать местам простые и убедительные образцы расчетов по длинным составам. Приглашаю П. Я. Гордеенко, так обстоятельно начавшего свое исследование, заключить его последним аккордом.

Март 1930 г.

А. Н. Фролов.

Р. С. В новых правилах Техн. экпл. разрешен прием прямого поезда при нерассцепленном длинносоставном, при условии остановки прямого поезда, как предлагается и мною, у семафора и взятия проводника. Благодаря такому разрешению, вычисленные на стр. 8 суммы интервалов до 36 мин. отпадают и остаются только интервалы до 23 мин., а в среднем 15 мин. вместо 28 мин., принятых, следуя П. Я. Гордеенко, при расчете табл. 1-ой. Это обстоятельство еще более повышает степень выгоды обращения длинносоставных поездов. Может быть, для суммы интервалов в 15 мин. окажется выгодной расцепка и при пак.—неп. графике.

Октябрь 1930 г.

А. Ф.



нейных уравнениях первого порядка в частных производных с двумя независимыми переменными—25 коп.

**ВЫП. 98. — Воздушные сообщения. Автотранспорт. — 265 стр. Цена 4 р.**

*Проф. Н. П. Пузыревский.* — Отделение воздушных сообщений при факультете водных и воздушных сообщений в ЛИИПС—40 к. *Проф. А. А. Саткевич.* — Определение скоростей в плоском вихревом потоке—40 коп. *А. И. Кефели.* — Новая малая аэродинамическая труба Ленинградского института инженеров путей сообщения—72 к. *В. И. Дудаков.* — О расчете деревянных коробчатых лонжеронов с равнопрочными полками—96 коп. *А. Г. Воробьев.* — Гидростатическое испытание моделей аэростатов—45 к. *Проф. Н. А. Рынин.* — Графики работы аэролинии—92 к. *Проф. Д. И. Юскевич.* — К расчету мощности радиостанций—24 к. *В. И. Дмитриевский.* — О применении аэрофотосъемки в водном строительстве—52 к. *Проф. В. Е. Тимонов.* — Некоторые моменты из истории аэронавигации и авиации в транспортном ведомстве СССР—28 к. *Ю. А. Степанов.* — Графический метод тягового расчета грузовых автомобильных перевозок—32 к.

**ВЫП. 99. — Строительная механика. — 298 стр. 146 черт. и рис. Цена 5 р.**

*Проф. Н. П. Пузыревский.* — Теория напряженности землистых грунтов—1 р. 30 к. *И. В. Яропольский.* — О применении теории упругости к расчету естественных оснований—50 к. *Г. А. Спальвинг.* — Допускаемые напряжения на основания фундаментов—80 к. *Проф. Б. Ю. Калинович.* — Некоторые данные к расчету высоконапорных каменных и бетонных плотин—25 к. *Проф. Б. Г. Галеркин.* — К исследованию напряжений в плотинах и подпорных стенах трапециoidalного профиля—50 к. *В. С. Блинов.* — К вопросу о рациональном очертании сводов—15 к. *В. П. Фармаковский.* — Условия жизни графических расчетов—35 к. *И. П. Александрин.* — О продольном изгибе стержней переменной жесткости—30 к. *В. К. Качурин.* — Балка переменного сечения—80 к. *Н. В. Перепечин.* — О расчете мостов по эквивалентным нагрузкам—35 к. *В. А. Гастев.* — К вопросу о расчете устойчивости сжатых поясов открытых мостов—30 к. *Проф. Н. М. Беляев.* — К вопросу о местных напряжениях в связи с сопротивлением рельс смятию—30 к.

**ВЫП. 100. — Транспортный. — 556 стр., 258 черт. и рис. Цена 7 р.**

*Проф. Г. Д. Дубелир.* — Механика транспорта—85 к. *Н. Н. Иванов.* — Взаимодействие колеса и дороги—70 к. *А. Г. Стеткевич.* — Сопротивление в кривых в зависимости от месторасположения паровозов в поездах—50 к. *П. В. Мелентьев.* — Номограмма для решения тормозных задач—10 к. *Б. С. Доможиров.* — Пропитка шпал сивашской рапой—25 коп. *П. Г. Сидоренко.* — Мосты с двухсторонним расходом—30 коп. *Проф. Н. М. Ушаков.* — Временное водоснабжение на железных дорогах—45 к. *Проф. Б. Г. Галеркин.* — Напряженное состояние цилиндрической трубы в упругой среде—20 к. *Проф. А. М. Фролов.* — Классификация инженерных сооружений—40 к. *С. В. Завацкий.* — Военно-разбор-

ный мост под обыкновенную дорогу, пролетом до 37 м—45 к. *Проф. А. Н. Фролов.* — Основные элементы проблемы специализации товарных поездов—60 к. *П. Я. Гордеев.* — Опыт экономического сравнения разных видов параллельн. графика движения поездов—30 к. *Б. Н. Мозес.* — Себестоимость железнодорожной перевозки по отдельным участкам дороги—60 к. *Г. А. Рождественский.* — Очередные задачи статистики грузовых перевозок на железных дорогах—15 к. *Проф. Е. В. Михальцев.* — Железная дорога, как транспортное предприятие—50 коп. *Проф. В. Е. Ляхницкий.* — Работы по закрытию и частичной засыпке Южно-Голландского моря (Зюдерзее)—65 коп. *Проф. Н. А. Рынин.* — Метеорологическая трасса аэролинии—1 р. 30 к. *Проф. А. А. Саткевич.* — О распределении скоростей внутри вихря кругового сечения—35 к. *В. И. Дудаков.* — Расчет земных пробегов аэроплана перед взлетом и после посадки—60 к. *Е. Е. Дубровин.* — Определение грузоподъемности самолета для борьбы с саранчей—20 к. *В. А. Константинов.* — О влиянии удлинения крыльев на потолок самолета—50 коп. *Б. П. Гушин.* — Указатель статей, вошедших в сто выпусков—50 к.

**ВЫП. 101. — Прикладная механика. Геодезия. Математика. — 327 стр., 156 черт. и рис. Л. 1929. Цена 5 р.**

*Проф. В. В. Арнольд.* — Кинематический анализ рабочего механизма одноковшевого экскаватора—50 коп. *Проф. Б. Ю. Калинович.* — Тяговые характеристики буксирного парохода—50 к. *Проф. Н. А. Рынин.* — Теория реактивного движения—1 р. 30 к. *А. Г. Воробьев.* — Очерки по строительной механике воздушных кораблей. Расчет баллонных проволоч жестких кораблей—65 к. *Е. В. Красноперов.* — О сопротивлении пластинок—25 к. *Н. Н. Костромитин.* — Выбор типа оборудования подстанций—80 к. *А. М. Годыцкий-Цвирко.* — Юбилей веревочного многоугольника—50 к. *А. Н. Адамович.* — Исследование базисных приборов Едерина—40 коп. *П. Г. Сидоренко.* — Тахеометрия на изысканиях дорог—45 к. *Д. И. Каргин.* — О точности графических расчетов—40 к. *Б. Н. Николаев.* — Новое доказательство теоремы Поляке—20 к. *Б. П. Гушин.* — Станок для вычерчивания кривых—20 коп. *Проф. Н. М. Гюнтер.* — О системах линейных ур-ий первого порядка в частных производных с двумя переменными независимыми—20 к.

**ВЫП. 102. — Железнодорожный транспорт. Военные сообщения. — 214 стр., 63 черт. и рис. Цена 3 р. 50 к.**

*В. И. Ледовской.* — Формы управления железными дорогами в первые годы революции—30 к. *Проф. А. Н. Фролов.* — Теория обращения поездов на однопутном участке—45 к. *Проф. К. Н. Кашкин.* — О сверхмагистралях и „Сверхмагистрализации“ железных дорог—30 к. *П. Г. Сидоренко.* — Определение строительной стоимости железных дорог по формулам—1 р. 20 к. *Проф. В. А. Глазырин.* — Поселки-сады и поселки на путях сообщения—65 к. *Проф. Н. М. Беляев.* — Вычисления наибольших расчетных напряжений при сжатии соприкасающихся тел—45 коп. *Проф. А. В. Сапожников.* — Окраска метал-



Цена 4 р. 50 к.

лических мостов и гражданских соору.—65 к.  
*Д. Е. Ковловский.* — Артиллерия на рельсах—15 коп.

**ВЫП. 103. — Работы Механической лаборатории им. проф. Н. А. Белелюбского.**—234 стр. Цена 3 р. 50 к.

*В. С. Блинов.*—Сводка результатов испытания обыкновенных и силикатных кирпичей—15 к. *Проф. Н. М. Беляев и В. Н. Щепочкин.*—Опыты над сопротивлением замерзших грунтов раздроблению—20 к. *В. П. Петров.*—К гранулометрической характеристике песка—10 к. *И. П. Александрин.*—Влияние загрязнения инертных материалов органическими примесями на качества растворов и бетонов—15 к. *А. В. Гаген-Торн.*—Усадка бетонов и цемента и влияние усадочных напряжений на прочность цементных образцов—35 к. *В. П. Петров.*—Швейцарские нормы на бетонные трубы—15 коп. *Проф. Н. М. Беляев.*—Метод подбора состава бетона—2 р. 65 к. *П. А. Клауз и Д. В. Ковалевский.*—Исследование вопроса о способах забивки костылей в шпалы. (Предварительное просверливание отверстий)—75 к.

**ВЫП. 104. — Транспорт. Механика.**—216 стр. Цена 2 р. 70 к.

*Проф. А. А. Саткевич.*—Научное значение энергетики—40 коп. *В. П. Фармаковский.*—Применение плана перемещения Villot к исследованию ошибок графических построений—30 коп. *Е. К. Митропольский.*—Определение усилий в стержнях пространственной фермы—40 коп. *Г. К. Евграфов.*—Определение деформаций сквозных ферм методом фиктивных нагрузок—40 к. *В. И. Дудаков.*—Приближенный расчет взлета, посадки и плавания гидросамолета—80 к. *А. Г. Воробьев.*—Упрощенный графоаналитический способ определения динамических высот, достигаемых воздушными кораблями и динамических перегрузок, кои они могут нести—25 к. *С. Н. Толмачев.*—Обобщение формул Кефели для определения теоретических весов плоских ферм с одним прямолинейным поясом—60 коп. *Д. И. Каргин.*—Уравнительные сопротивления селекторов диспетчерской телефонной связи—20 коп. *Н. С. Касперович.*—Необоронительные постройки военного назначения на транспорте—15 коп. *П. Я. Гордеенко.*—Об экономичности большегрузного вагона—20 коп. *Проф. В. Е. Тимонов.*—Рейские порты Швейцарии, Франции, Германии и Голландии—45 коп. Некролог профессора Б. Н. Кандибы—10 коп.

**ВЫП. 105. — Работы шпалопроточной лаборатории.**—90 стр. Цена 1 р. 25 к.

**ВЫП. 106. — Работы Механической лаборатории имени проф. Н. А. Белелюбского.**—Проф. Н. М. Беляев.—Метод подбора состава бетона.—144 стр. Цена 2 р. 50 к.

**ВЫП. 107. — Работы Гидротехнической лаборатории.**—160 страниц. Цена 2 руб.

*Проф. В. Е. Ляхницкий.*—Задачи Гидротехнической лаборатории в связи с пятилеткой. *Проф. В. Е. Тимонов.*—Научно-исследовательская и производственная деятельность Гидротехнической лаборатории и ее перспективы. *А. И. Рихтер.*—Современное состояние и проект дальнейшего развития Гидротехнич. лаборатории ЛИИВТ. *И. А. Задороженко.*—Исследования на модели влияния на реку некоторых видов поперечных регулирующих сооружений. *Г. В. Эндер.*—Описание установки модели Свицкого шлюза и методология исследования процесса шлюзования. *В. М. Маккавеев.*—Гидромеханические процессы, сопровождающие шлюзование судов и методология лабораторных исследований. *Р. И. Колмогоров.*—Методы воспроизведения волн при лабораторных исследованиях. *В. М. Долматов.*—Опыт лабораторного исследования расположения волнолома в Батумском порту. *Д. Д. Индуртов.*—Опыт лабораторного исследования расположения защитных сооружений в Батумском порту. *Д. А. Станкевич.*—Лабораторное испытание модели ряжевой набережной. *П. П. Пономарев и И. В. Яропольский.*—Грунтовой сектор Гидротехнической лаборатории ЛИИВТ. Его задача и программа работ.

**ВЫП. 108. — Труды жел.-дор. секции Научно-исследоват. института**—350 стр. Цена 4 р. 50 к.

*П. Г. Сидоренко.*—Ремонт и возобновление основных железнодорожных устройств—1 р. *Проф. А. Н. Фролов.*—О техническо-эксплуатационных измерителях работы железных дорог—1 р. *Проф. Е. В. Михальцев.*—Коэффициент издержек, как универсальная характеристика работы дорог—60 к. *Н. А. Морщихин.*—Влияние длины и профиля линии на эксплуатационные расходы—3 р. *Проф. А. Н. Фролов.*—Об условиях целесообразности обращения длинносоставных поездов с расцепкой при скрещении—20 к.

Ленинград, Международный проспект, д. № 9

Склад изданий Института.

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО ПО ПРОДАЖЕ ИЗДАНИЙ  
Акционерное общество „МЕЖДУНАРОДНАЯ КНИГА“:  
МОСКВА—Кузнецкий Мост, 18  
ЛЕНИНГРАД—пр. Володарского, 53А