

656.222.4

В 74

О-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

7452/59

ВЫПУСК 29

Д. П. ЗАГЛЯДИМОВ, Б. М. МАКСИМОВИЧ,  
А. П. ПЕТРОВ и И. Я. АКСЕНОВ

ВОПРОСЫ СОСТАВЛЕНИЯ  
ГРАФИКОВ ДВИЖЕНИЯ  
ПОЕЗДОВ

УЧЕБНЫЙ ФОНД  
6-й ВУЗ РККА  
им. Нагаворича

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ



1991

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Абонемент наукова-  
технічна літератури

Дата 2004

7452/59

ВЫПУСК 29

6562224

B-74

Д. П. ЗАГЛЯДИМОВ, Б. М. МАКСИМОВИЧ,  
А. П. ПЕТРОВ и И. Я. АКСЕНОВ

ВОПРОСЫ СОСТАВЛЕНИЯ  
ГРАФИКОВ ДВИЖЕНИЯ  
ПОЕЗДОВ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ  
инж. Д. П. ЗАГЛЯДИМОВА

УЧЕБНЫЙ ФОНД  
БИБЛИОТЕКА  
им. Кагановича



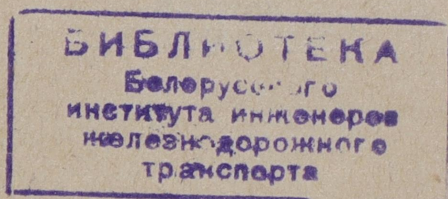
ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
ТРАНСПОРТНОЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МОСКВА ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ 1937

1975



В книге освещаются теоретические и практические вопросы составления графиков: определение величин станционных интервалов и интервалов между поездами в пакете, вопросы расчетов пропускной способности перегонов и станций, свойства разных типов графиков, увязка графиков движения с оборотом локомотивов и др.

Книга рассчитана на инженеров, техников и студентов эксплуатационной специальности.



Цена 4 руб.

Переплет коленкоровый 1 р. 25 к

Переплет 65 коп.

Отв. редактор М. С. Лученок

Технич. редактор Г. И. Ратнер

Поступило в производство 20/III 1937 г.

Подписано к печати 22/XI-37 г.

Бумага  $62 \times 94 \frac{1}{16}$  доля листа. Тираж 8230 экз.

11 п. л. + 2 вклейки, 13,9 авт. л., 56 576 зн. в печ. листе. ЖДИЗ № 3325, Ж 48

Уполномоч. Главлита Б-18376

1-я тип. Трансжелдориздата, Москва,  
Б. Переяславская, 46





# О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
Предисловие . . . . .	6
Введение . . . . .	7

## ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

### Подготовительные работы к составлению графиков

#### Глава 1

##### Общие понятия о графике и расписании

Классификация поездов и основные требования, предъявляемые к графику движения . . . . .	13
Графическое изображение движения поездов . . . . .	16
Типы графиков . . . . .	20
Основные элементы графика . . . . .	23
Понятие о пропускной способности жел.-дор. линии . . . . .	24
Показатели графика . . . . .	28
Порядок составления графиков и расписаний . . . . .	30

#### Глава 2

Установление весовых норм, определение перегонных времен хода поездов . . . . .	32
---	----

#### Глава 3

##### Расчет станционных интервалов

Станционные интервалы скрещения и попутного следования . . . . .	33
Интервалы неодновременного прибытия . . . . .	39
Интервалы неодновременного отправления и прибытия . . . . .	42
Практические приемы определения станционных интервалов . . . . .	44
Графики станционных интервалов . . . . .	44
Графический способ расчета станционных интервалов . . . . .	51

#### Глава 4

##### Расчет интервалов между поездами в пакете

Расчет интервалов в пакете при полуавтоматической блокировке . . . . .	56
Графический способ расчета интервалов в пакете при полуавтоматической блокировке . . . . .	58
Приближенный расчет интервалов в пакете при полуавтоматической блокировке . . . . .	59
Интервалы в пакете между поездами разных скоростей при полуавтоматической блокировке . . . . .	60
Расчет интервалов в пакете при телеграфных постах . . . . .	62
Расчет интервалов в пакете при автоматической блокировке . . . . .	63



Определение расчетного интервала в пакете при автоблокировке . . . . .	Стр. 69
Интервал в пакете между поездами разных скоростей при автоблокировке . . . . .	72

## Глава 5

### Пропускная способность перегонов и участков

Пропускная способность перегонов и участков при параллельном графике . . . . .	73
Пропуск поездов через отдельные пункты, прилегающие к ограничивающему перегону однопутного участка . . . . .	76
Определение пропускной способности участка . . . . .	80
Пропускная способность перегонов и участков при нормальном графике . . . . .	89
Расчет пропускной способности при нормальном графике . . . . .	82

## Глава 6

### Определение пропускной способности станций

Понятие о пропускной способности станций . . . . .	91
Определение норм занятия путей, стрелок, горловин и других станционных устройств . . . . .	93
Расчет пропускной способности элементов станции . . . . .	97

## Глава 7

### Свойства разных типов графика

Пропускная способность при разных типах графика . . . . .	101
Влияние на участковую скорость заполнения графика, числа и расположения пассажирских поездов и неидентичности перегонов . . . . .	103
Однопутные линии . . . . .	105
Двухпутные линии . . . . .	109
Влияние соотношения скоростей товарных и пассажирских поездов на участковую и маршрутную скорость товарных поездов . . . . .	109

## ЧАСТЬ ВТОРАЯ

### Составление графиков движения поездов

## Глава 8

### Последовательность и порядок составления графиков

Материалы для построения графиков . . . . .	114
Порядок составления графиков . . . . .	115

## Глава 9

### Прокладка пассажирских поездов на графике

Пачечное и разрозненное расположение пассажирских поездов на графике . . . . .	121
--	-----

## Глава 10

### Соблюдение минимальных стоянок сквозных поездов и локомотивов на станциях с оборотными депо

Станция оборота локомотивов является конечным или начальным пунктом следования всех поездов . . . . .	129
Станция оборота локомотивов является проходной для большинства поездов . . . . .	132
Особенности увязки стоянок локомотивов и транзитных поездов на участковой станции однопутной линии . . . . .	141



	<i>Стр.</i>
Увязка графика движения поездов с временем нахождения локомотивов в основном депо . . . . .	148
Увязка графика с оборотом локомотивов в узлах . . . . .	150

## Глава 11

### Практические указания по составлению графиков

Увязка графиков с работой станций . . . . .	150
Способы достижения наибольшей участковой скорости товарных поездов .	152
Прокладка товарных поездов на графике . . . . .	156
Прокладка товарных поездов на графиках направлений с числом тяговых плеч больше двух . . . . .	163

## Глава 12

### Специальные типы графиков

Непарный график . . . . .	164
Пакетный график однопутной линии . . . . .	166
Особенности прокладки товарных поездов при электрической тяге . . . .	168

## Глава 13

### Показатели и анализ построенного графика

Показатели графика . . . . .	169
Расчет времени работы локомотивных бригад . . . . .	174
Определение фактического заполнения графика . . . . .	175
Анализ построенного графика . . . . .	176



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Из графика движения поездов вытекает план работы всех подразделений жел.-дор. хозяйства, связанных с движением поездов. Вопросы составления графиков движения поездов имеют поэтому для нашего транспорта исключительно важное значение.

Агенты презренных изменников родине, наймиты японо-немецкого фашизма, троцкистско-правых вредителей, шпионов и диверсантов—предельщики не мало потрудились над тем, чтобы запутать и затемнить основные вопросы составления графиков.

С приходом на транспорт товарищ Л. М. Каганович разоблачил контрреволюционную «теорию» предела и разгромил ее носителей.

Руководствуясь указаниями наркома, данными им в своих выступлениях и приказах, Научно-исследовательский Институт железнодорожного транспорта разработал ряд вопросов составления графиков.

В этой книге сведены материалы работ Института по этим вопросам.

Поскольку ряд вопросов, изложенных в книге, впервые освещается в технической литературе, Институт считал целесообразным не ограничиваться формулированием выводов и практических приемов, а дать в ряде случаев теоретическое их обоснование.

Книга составлена по материалам работ Института бригадой в составе инженеров:

Д. П. Заглядимова (глава 1), Б. М. Максимовича (главы 2, 3, 4, 5 и 7), А. П. Петрова (главы 6, 9, 11, 12 и 13), И. Я. Аксенова (главы 8, 10 и 11), под редакцией инж. Д. П. Заглядимова.

Институт просит отзывы и замечания по этой книге направлять по адресу: Москва, Ярославское шоссе, Графский пер., НИИЖТ.

Начальник Института проф. В. Н. Образцов

---



## ВВЕДЕНИЕ

### ГРАФИКИ И РАСПИСАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ—ЖЕЛЕЗНЫЙ ЗАКОН РАБОТЫ ТРАНСПОРТА

В докладе на Декабрьском пленуме ЦК ВКП(б) в 1935 г. товарищ Л. М. Каганович так охарактеризовал значение расписания и графиков движения для железных дорог нашей страны:

«Основной, так сказать, обобщающей технической нормой, определяющей всю работу железных дорог, являются график и расписание движения поездов».

«Мы должны, товарищи, превратить расписание и график движения поездов в железный закон работы транспорта. Наш конвейер раскинулся на сто тысяч километров. Следить за каждой частью очень трудно. Должна быть какая-то единая дисциплинирующая сила. Эта сила—график и расписание движения поездов. График и расписание должны быть самым святым для железнодорожников. Пока мы этого не добьемся, у нас не будет той слаженности частей механизма, о которой говорил товарищ Сталин».

Государственное значение расписаний и графиков движения вытекает из того, что графиком определяется не только план движения поездов, обеспечивающий выполнение и перевыполнение государственного плана погрузки, но и работа станций, депо, вагоно-ремонтных пунктов, дистанций пути, связи и т. д. Таким образом, график движения поездов определяет собой план работы всех отраслей жел.-дор. хозяйства, связанных с движением поездов.

Чтобы все перевозки грузов и пассажиров на жел.-дор. транспорте могли быть выполнены и перевыполнены, необходимо наличие точного плана движения поездов по железным дорогам. Этим планом являются графики и расписания движения поездов.

Расписание движения разрабатывается на основе планов формирования поездов, которые устанавливают, сколько поездов, какого назначения, из каких вагонов должна формировать каждая станция, и графиков движения, устанавливающих порядок движения поездов по участкам.

Расписание в то же время определяет план работы для каждого железнодорожника.

Составителю поездов расписание указывает, в какое время и из каких вагонов он должен формировать поезда.



Вагонные осмотрщики, своевременно готовясь к осмотру поездов, имеют возможность организовать работу по плану и не бросаться от одного состава к другому.

Работники пути знают, когда можно производить ремонт пути, не задерживая движения поездов.

Машинисты и кондуктора получают четкий план ведения поезда, с указанием точных норм времени на отдельные операции, перегонные времена хода, время на технические операции и т. д.

Расписание движения имеет значение не только для жел.-дор. транспорта, но и для всего народного хозяйства. Наличие расписания дает возможность точно знать, когда и какие грузы получит тот или иной получатель, в какой срок будет доставлен груз и т. д.

Наличие расписания позволяет организовать перевозку важнейших грузов по принципу пассажирского движения постоянными поездами, обращающимися ежедневно.

Расписание движения увязывает работу всех частей нашего жел.-дор. конвейера, работу людей, которая определяет четкость и быстроту работы конвейера, вносит в работу жел.-дор. транспорта тот заводской ритм, ту четкость часового механизма, без которой немыслима успешная работа транспорта.

«Транспорт—это тончайшая система нервов, тончайшая система кровообращения страны. Один палец у тебя зашиблен, а весь организм лихорадит. Вот в чем суть. Значит, для дисциплины, для четкой организации движения, наше звено, за которое мы должны бороться, — это расписание движения поездов. Оно должно спаять в единый коллектив разбросанных на десятки тысяч километров сотни тысяч отдельных людей. Расписание должно заставить переездного сторожа своевременно проснуться, выйти и пропустить поезд. Расписание должно заставить стрелочника своевременно подготовить стрелку. Расписание должно заставить любого агента работать честно, организованно. Надо любить и уважать расписание, как знамя, как основное условие органического здорового подъема транспорта. Вот каково значение расписания, вот чем должно быть расписание для железнодорожников!» (Л. М. Каганович, из речи на совещании работников жел.-дор. транспорта 27 июля 1935 г.).

График движения поездов выражает план всей эксплуатационной работы железных дорог.

В то же время построение графика позволяет наиболее наглядным и точным способом правильно проектировать расписание движения, учитывать и использовать пропускную способность данной линии.

Построение графика позволяет проектировать расписание движения на данном участке так, чтобы поезда проходили участок в возможно меньшее время, чтобы число поездов, которое можно пропустить по участку, было наибольшим, чтобы были соблюдены все требования, обеспечивающие безопасность движения, чтобы поезда, идущие по графику, не задерживались другими поездами на перегонах и при входе на станцию, чтобы была обеспечена возможность выполнения и перевыполнения эксплуатационных измерителей, заданных участку.

Таким образом, график и расписание—не одно и то же.

«График и расписание взаимно тесно связаны, но график должен учитывать, рассчитывать пропускную способность, а расписание по-



ездов должно учитывать конкретное направление грузопотоков» (Л. М. Каганович, из речи на совещании работников жел.-дор. транспорта 27 июля 1935 г.).

Вместе с тем и график и расписание служат одной цели — обеспечивать плановость и четкость работы всех звеньев нашего жел.-дор. конвейера.

Государственное значение графиков и расписаний движения поездов впервые в истории нашего жел.-дор. транспорта показал товарищ Л. М. Каганович. В своих выступлениях и приказах товарищ Каганович дал основы подлинно научной теории графика.

В докладе на июльском совещании работников жел.-дор. транспорта в 1935 г. Л. М. Каганович поставил вопрос о графиках и расписаниях, как кардинальный вопрос работы социалистического транспорта.

Товарищ Каганович вскрыл и разгромил враждебную «теорию» и практику отношения к расписанию и графику, как к пустой формальности, показал неправильность существовавших графиков, узаконивавших заниженные технические скорости, излишние стоянки поездов на промежуточных станциях, завышенные простои сквозных поездов на участковых станциях, отсутствие увязки графиков с грузопотоками, с оборотом локомотивов и др.

Антигосударственное отношение к расписанию и графикам, господствовавшее на жел.-дор. транспорте до прихода товарища Кагановича, являлось следствием вредительской деятельности предельщиков, — этих агентов японо-немецких, троцкистских и бухаринских вредителей, диверсантов и шпионов, которые не только затуманивали и извращали теоретические вопросы составления графиков, но и отрицали решающую силу расписания на социалистическом жел.-дор. транспорте, проповедуя самотек в работе.

Лжеученые творцы контрреволюционной «теории» предела к вопросам графика проявляли особое «внимание».

Затуманивая алгебраическими выкладками содержание живой действительности, доказывая с помощью схоластических формул невозможность увеличить размеры движения на главнейших направлениях, а следовательно, выполнить государственный план погрузки, требуя миллиардных капиталовложений на развитие пропускной способности, будто бы использованной до предела, лжеученые тормозили развертывание транспорта, и в течение ряда лет работа жел.-дор. транспорта протекала неудовлетворительно.

Предельщики, скрывая те возможности, которые дает для улучшения работы транспорта социалистическая система хозяйства, прикрывали свою подрывную работу «теорией» и практикой работы отсталого транспорта царской России.

Еще в 1909 году инж. Щегловитов писал: «Будем считать, что товарные поезда заканчивают свое движение на конечных распорядительных станциях участка, и при определении скорости передвижения товарных поездов на участке простой на конечных распорядительных станциях участка принимать во внимание не будем». «Прибывающие на распорядительную станцию поезда заканчивают свое движение, и отправляемые поезда начинают движение вновь, т. е. другими словами, на рас-



порядительных станциях как бы не существует простых поездов», и далее: «В России, стране со слабо развитой промышленностью, крупные экономические центры расположены обычно на большом расстоянии, и их представляется возможным обслужить остановочными пунктами, которые являются в то же время и конечными пунктами эксплуатационных участков».

Следовательно, для царской России основной интерес представляла скорость продвижения поезда от одной распорядительной станции до другой. Эта «теория» была перенесена предельщиками на наш социалистический транспорт.

Практическим следствием этой вредительской «теории» было то, что графики движения на каждом отдельном участке составлялись без всякой увязки с графиками смежных участков, что узаконивало многочасовые простои поездов на участковых станциях и длительные простои локомотивов в пунктах оборота из-за несогласованности графиков.

Следствием этой «теории» являлась вредительская практика установления весовых норм поездов отдельно для каждого участка, что приводило к тому, что вес поезда приходилось менять чуть ли не на каждой распорядительной станции.

Та же «теория» обосновывала практику изменения номеров транзитных поездов на каждом участке, покрывавшую собой опоздания поездов.

Эта «теория» служила «научным» обоснованием ненужности увязки работы станций с графиком движения.

Эта буржуазная теория, проповедующая взгляд на жел.-дор. транспорт не как на конвейер, а как на систему ничем не связанных между собой отдельных участков, работающих обособленно, обосновывала и узаконивала практику местничества, игнорирование государственных интересов, практику очковтирательства и расхлябанность в работе.

Вместо того, чтобы изучать вопросы, как правильно и наиболее быстро построить график движения, как вести расчет элементов графика с тем, чтобы график получился реальным, чтобы поезда, идущие по этому графику, не стояли у семафоров, как увязывать график движения с оборотом паровозов и т. д., предельщики занимались схоластическими выводами ненужных для жизни и не отражающих действительности формул и тем самым создавали завесу для прикрытия деятельности врагов народа.

С другой стороны, предельщики проповедывали необязательность расписаний движения, извращали сущность диспетчерского командования, подменяя расписание всевозможными суррогатами, сводящими к нулю значение расписания, как плана эксплуатационной работы транспорта.

Предельщики занижали также действительную пропускную способность линий путем установления так называемого «факультатива» и так называемых «коэффициентов неравномерности», единственное назначение которых заключалось в том, чтобы покрывать безобразную организацию работы, служить ширмой для вредительской деятельности врагов народа.



Обосновывая «необходимость» факультатива, проф. Фролов писал, что график, являющийся вследствие неиспользования факультативных поездов ненасыщенным, должен сделаться вследствие опозданий насыщенным. Такие опоздания он называл нормальными.

Эта галиматья, возводившая расхлябанность и худшие образцы работы в принцип, в течение долгих лет проповедывалась под видом научной истины и служила наряду с другими предельческими теориями в качестве «научного доказательства» для вредительского занижения действительных пропускных способностей наших железных дорог.

Жульнически сравнивая «средние» показатели работы наших железных дорог в период их отставания и показатели транспорта капиталистических стран, предельщики проповедывали насквозь лживую, изобретенную для демобилизации железнодорожников «теорию» о том, что наш транспорт перегнал по показателям работы транспорт капиталистических стран.

Известно, что эксплуатация железных дорог, работающих в условиях анархии капиталистического хозяйства, уродлива в самой своей основе, так как капиталисты в конкурентной борьбе с другими видами транспорта и между собой идут в ряде случаев на варварское использование подвижного состава и других технических средств транспорта.

Жонглируя «средними» цифрами, жульнически замалчивая принципиальную разницу в эксплуатации социалистического транспорта и капиталистических железных дорог, предельщики вместе с тем скрывали от железнодорожников сильные стороны работы транспорта передовых в техническом отношении стран.

Вся эта антисоветская, лжетеоретическая стряпня, проповедывавшаяся под флагом «науки», являлась легальной формой вредительства фашистских агентов на железнодорожном транспорте.

Исключительно яркий показ товарищем Кагановичем враждебной, насквозь фальшивой, не имеющей ничего общего с действительной наукой сущности «теории» предела, практика работы транспорта под руководством товарища Кагановича, в первые же дни разбившая предельческие нормы погрузки, раскрыли глаза железнодорожникам на то, в каком реакционном болоте они до того сидели.

Повседневная помощь, внимание и руководство со стороны ЦК ВКП(б) и лично товарища Сталина, большевистское руководство блестящего мастера сталинского стиля работы товарища Кагановича, сплотившего лучших людей жел.-дор. транспорта и поднявшего их на борьбу за выполнение и перевыполнение государственного плана погрузки, разгром предельщиков и широкое развертывание стахановско-кривоносовского движения на транспорте — обеспечили победу транспорта в 1935—1937 гг.

Однако не верно было бы считать, что все основные задачи, стоящие перед железнодорожным транспортом, разрешены.

Перед железнодорожниками стоят новые огромные задачи — выполнить вторую часть наказа товарища Сталина о том, что жел.-дор. транспорт должен работать, как часы, ликвидировать окончательно



позорные случаи крушений и аварий, наладить образцовое пассажирское движение, еще выше поднять погрузку, сделать наш транспорт достойным великой железнодорожной державы, какой является СССР.

В основе организации движения по графику должна лежать борьба за полную ликвидацию последствий японо-немецкого и троцкистско-правого вредительства, борьба за выкорчевывание остатков и рецидивов предельчества—одной из форм контрреволюционной деятельности троцкистов на жел.-дор. транспорте.

Новые наркомовские Правила технической эксплуатации железных дорог Союза ССР, определяющие «систему организации движения поездов, содержание жел.-дор. устройств, порядок работы железных дорог и работников жел.-дор. транспорта», устанавливающие «размеры, нормы и качественные требования по постройке и содержанию жел.-дор. сооружений...» и «...порядок движения поездов, приема и отправления поездов, следования их по перегонам и пользования сигналами», являются железным законом, точное и беспрекословное выполнение которого обеспечивает выполнение жел.-дор. транспортом стоящих перед ним задач.

---



# ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

## ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ К СОСТАВЛЕНИЮ ГРАФИКОВ

---

### Г Л А В А 1

#### ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ГРАФИКЕ И РАСПИСАНИИ

Значение графиков и расписаний для работы железных дорог СССР наркомовскими Правилами технической эксплуатации определяется так:

«Движение всех поездов производится строго по расписанию, утвержденному Народным Комиссаром Путей Сообщения.

Расписание движения поездов является железным законом для работников жел.-дор. транспорта и выражает план всей эксплуатационной работы железных дорог» (§ 281).

«Графиком движения поездов определяется не только движение поездов, но и работа локомотивов, вагонов, станций, депо, вагоноремонтных пунктов, пути, сигнализации и связи, т. е. из графика движения поездов вытекает план работы всех подразделений жел.-дор. хозяйства, связанных с движением поездов» (§ 282).

#### Классификация поездов и основные требования, предъявляемые к графику движения

Все поезда по роду и назначению перевозок разделяются на следующие 5 основных категорий (ПТЭ, § 286):

а) П а с с а ж и р с к и е п о е з д а. В зависимости от дальности пробега, они подразделяются на дальние, местные и пригородные. Дальние поезда, в зависимости от скорости следования, подразделяются на курьерские, скорые, почтовые и пассажирские.

б) В о и н с к и е п о е з д а.

в) У с к о р е н н ы е т о в а р н ы е п о е з д а. Эти поезда следуют с большей скоростью, чем остальные товарные поезда, и служат для перевозки особо ценных, спешных и скоропортящихся грузов и багажа. Ускоренные поезда обращаются по главнейшим направлениям сети и служат для связи между собой административно-хозяйственных центров и с отдаленными пунктами производства и потребления.

г) Т о в а р н ы е п о е з д а о б щ е с е т е в о г о р а с п и с а н и я (синие). Эти поезда обращаются по сети по типу пассажир-



ского движения, т. е. ежедневно по точному расписанию. Поезда общесетевого расписания обеспечиваются устойчивым ежесуточным грузопотоком.

д) Товарные поезда участкового расписания (сквозные и участковые, в том числе сборные поезда).

Общее число товарных поездов определяется из расчета выполнения и перевыполнения государственного плана погрузки. Так, зимние графики 1935/1936 г. были составлены из расчета среднесуточной погрузки в 80 000 вагонов. Графики 1936 г. предусматривали ежесуточную погрузку в 100 000 вагонов. Летние графики 1937 г. составлены на погрузку в 105 000 вагонов в сутки.

Расписание товарных поездов разрабатывается на основе графика и плана формирования.

План формирования устанавливает порядок формирования поездов каждой станцией, специализацию (назначение вагонов) каждого поезда, который станция должна отправлять. План формирования поездов должен предусматривать наибольший охват вагонопотоков маршрутными и групповыми поездами.

«Правила технической эксплуатации» устанавливают основные требования, предъявляемые к графику движения, как к плану всей эксплуатационной работы.

«График движения поездов должен обеспечить:

- а) быстрое и удобное перемещение пассажиров и перевозку грузов;
- б) наилучшую скорость движения поездов;
- в) наивыгоднейшее использование локомотивов и вагонов;
- г) согласованность работы всех станций с работой прилегающих участков, а также между собой;

д) безопасность следования поездов как по перегонам, так и через все отдельные пункты» (§ 284).

Чтобы графики отвечали этим требованиям, необходимо при составлении их учесть следующие основные условия:

1. Число товарных поездов, проложенных на графике, должно соответствовать установленному на период действия данного графика размеру перевозок на данном участке. В то же время на графике не должны прокладываться лишние, ненужные поезда, которые заведомо не будут использованы, так как они будут только мешать скорейшему продвижению реальных поездов.

«... В старых графиках, в ряде случаев, было нанесено, к примеру, 100 поездов, тогда как фактически их на этом участке бывало не более 40. И реальные поезда вынуждены были на станциях простаивать зря только потому, что графиком были предусмотрены другие, не существующие, мифические поезда. Получалось ничем не оправдываемое столпотворение, задержка поездов. В другом месте, наоборот, нужно пропустить реальных 50 поездов, а искусственно занижали пропускную способность и предусматривали на графике, положим, только пропуск 40 поездов, чем ограничивали погрузку и перевозки» (Л. М. Каганович, речь на первом всесоюзном совещании стахановцев).

При составлении летних графиков 1937 г. в общесетевой график, утверждаемый Народным комиссариатом путей сообщения, включено



в среднем по сети около 75% поездов от общих размеров движения (526 пассажирских поездов — примерно 12% от общих размеров движения, товарных, маршрутных дальнего следования — примерно 10% от общих размеров движения, сквозных — примерно 25% и участковых — примерно 28% от общих размеров движения).

Остальные поезда (сборные и участковые) — около 25% от общих размеров движения — в общесетевой график не включены. Также не включены в общесетевой график вывозные, передаточные и хозяйственные поезда.

Порядок их назначения установлен следующий:

а) Расписание сборных и вывозных поездов устанавливается диспетчерским приказом начальника отделения или старшего диспетчера, а в ночное время дежурного по отделению.

б) Участковые, передаточные и вывозные поезда назначаются управлением дороги (начальником дороги или начальником службы движения).

в) Хозяйственные поезда назначаются по временному графику, утвержденному начальником дороги или начальником службы движения.

2. График движения должен быть увязан с грузопотоком. Главным условием этого является правильная разработка планов формирования и правильное определение размеров движения. Каждый поезд, включаемый в график, должен быть обоснован вагонопотоками соответствующего назначения. График должен обеспечивать согласованность групповых поездов. Стоянки групп вагонов на станциях в ожидании включения в поезд соответствующего назначения должны быть минимальными.

3. Нормы времени, заложенные в график (перегонные времена хода, нормы на станционные операции и др.), должны быть установлены с учетом достижений передовых работников-стахановцев. «...графики не должны быть рассчитаны на худшие образцы работы, не должны ориентироваться на плохих работников, не должны узаконивать практику безобразных простоев и разгильдяйства. Графики должны быть фактором, который толкает работников вперед, который заставляет плохих работников работать лучше» (Л. М. Каганович, речь на совещании работников жел.-дор. транспорта 27 июля 1935 г.).

4. График должен обеспечивать наибольшую скорость продвижения поездов и минимальное число и продолжительность стоянок поездов на станциях. Промежуточные станции, как правило, должны поездами проходиться безостановочно. Стоянки поездов под обгонами и на скрещении должны совмещаться со стоянками для производства технических операций, для набора воды, чистки топки, контроля букс и т. д.

5. Особое внимание при составлении графика должно быть уделено поездам общесетевого расписания.

Этим поездам должны быть обеспечены условия для наискорейшего продвижения как по участкам, так и через участковые и сортировочные станции.

6. График движения должен быть увязан с графиком оборота локомотивов и обеспечивать минимальную величину оборота поездов и наиболь-



ший их среднесуточный пробег. Согласование расписания поездов в пунктах оборота локомотивов должно быть построено таким образом, чтобы локомотив, прибывший с поездом на станцию оборота, возвращался с поездом встречного направления без простоя в ожидании поезда. В то же время стоянки поездов в пунктах оборота локомотивов не должны превышать времени, необходимого для производства выполняемых в данном случае операций: технического осмотра, смены локомотивов и бригад.

7. Главнейшим требованием, которому должен удовлетворять график движения поездов, является полное обеспечение безопасности движения поездов как при следовании их по перегону, так и в особенности по станциям. При составлении графика должны быть учтены все местные условия станций, вызывающие необходимость одновременного приема и отправления поездов: враждебные маршруты, профили подхода к станции и т. д.

### Графическое изображение движения поездов

График движения поездов вычерчивается на сетке, которая состоит из горизонтальных линий, соответствующих осям станций, разъездов и обгонных пунктов, и вертикальных линий, соответствующих часам и десятиминутным интервалам. С левой стороны графика в вертикальной колонке помещаются названия станций, поперегонные времена хода поездов и другие сведения, необходимые для построения и пользования графиком. Наверху против вертикальных линий, соответствующих часам суток, обозначаются часы от 0 до 24 (рис. 1).

Движение поезда на сетке графика изображается наклонной линией, проекция которой на горизонтальную ось равна в принятом масштабе времени хода поезда по данному перегону. Эта линия называется линией хода поезда.

Момент отправления поезда с какой-либо станции на графике соответствует точке пересечения линии хода поезда с осью данной станции на сетке. Точно так же момент прибытия соответствует на графике точке пересечения линии хода поезда с осью станции, на которую поезд прибывает.

Показанное на рис. 2 изображение движения поезда прямой линией не вполне соответствует действительному. Дело в том, что скорость поезда при движении его по перегону непостоянна. Особенно резкие колебания скорости имеют место при трогании поезда с места, когда скорость возрастает, и при остановке поезда, когда скорость падает.

В связи с этим линия хода поезда по перегону в действительности имеет в общем случае вид кривой, схематически показанной на рис. 3. В тяговых расчетах эта кривая носит название кривой времени хода.

На графике движения в целях упрощения его построения эта кривая заменяется прямой линией, проекция которой на горизонтальную ось равна проекции кривой.

Такое условное изображение линии хода поезда на графике прямой линией представляет значительное удобство при построении графика. Однако в некоторых случаях при расчете пропускной способности и различных элементов графика, о чем речь будет идти ниже, в целях повышения точности расчетов приходится обращаться к действительным кри-



вым времени хода, полученным путем тяговых расчетов, опытных поез-  
док и т. п.

Для удобства чтения графика моменты прибытия и отправления поезда в том случае, если эти моменты не совпадают с целым десятком минут (например 3 ч. 54 м.), обозначаются числом минут сверх десяти. Эта запись делается на графике маленькой цифрой против точки, соответствующей моменту прибытия или отправления (рис. 2), в тупом углу, образуемом линией хода с осью раздельного пункта.

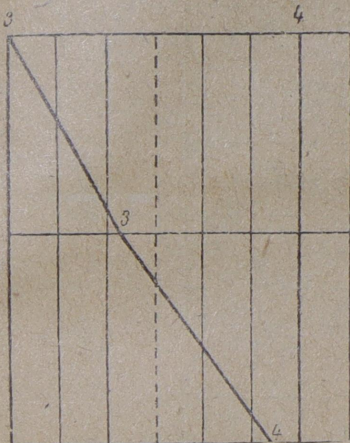


Рис. 2

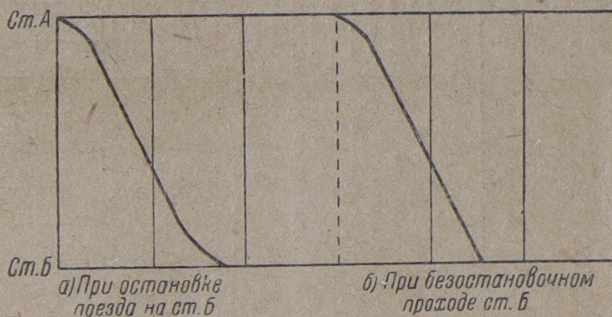


Рис. 3

Против линии хода на графике перегона, примыкающего к одной из участковых станций, надписывается номер данного поезда. Линии хода разных категорий поездов обозначаются разными условными знаками. Условные обозначения, принятые в графиках, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Условные обозначения и нумерация поездов

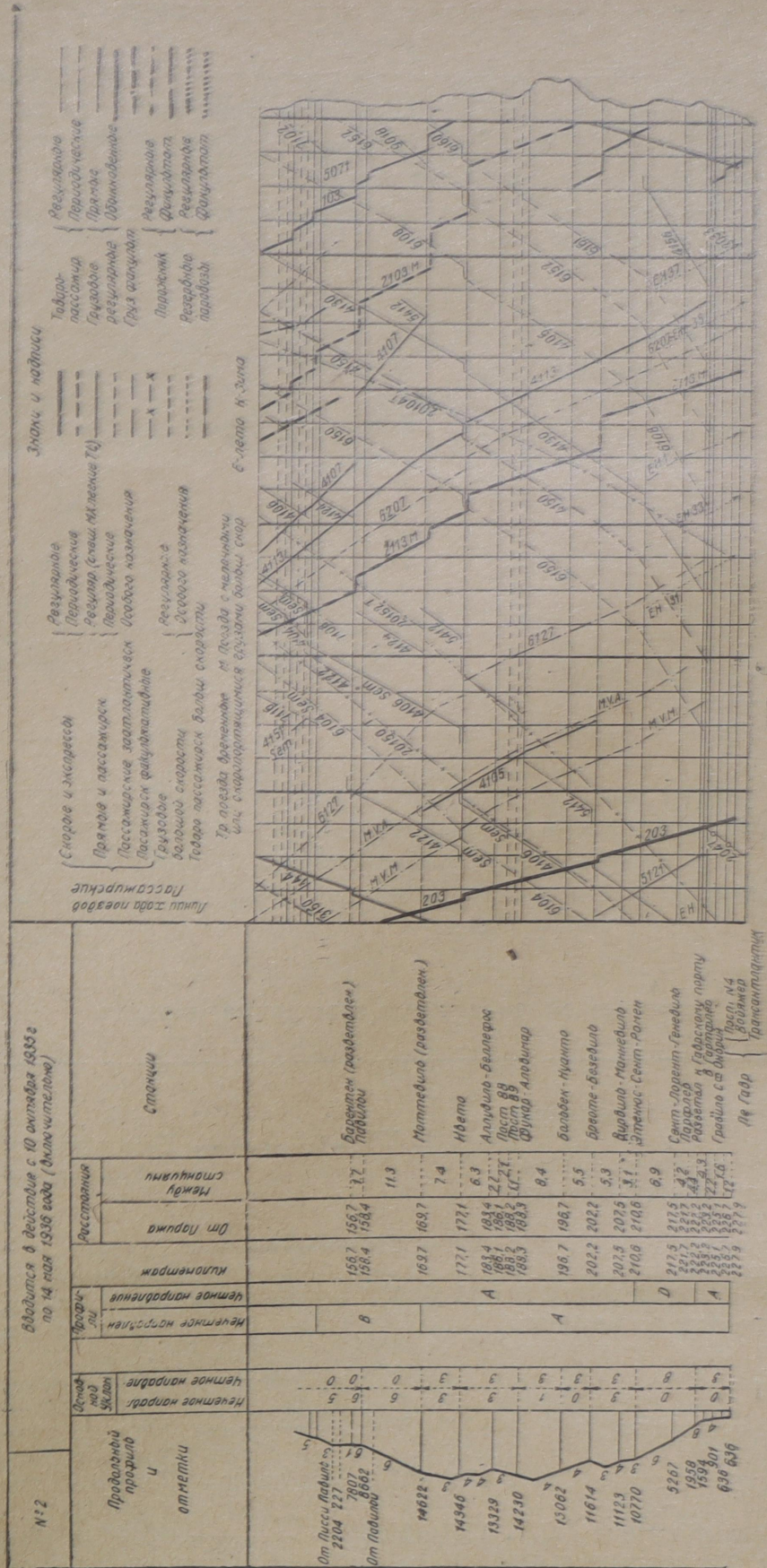
1. Пассажирские всех наименований . . . . .	от 1 до 498	—————	Красные сплошные жирные линии
2. Ускоренные товарные поезда общесетевого расписания для перевозки особо ценных, спешных и скоропортящихся грузов	601— 698	—————	Зеленые сплошные жирные линии
3. Товарные поезда общесетевого расписания . . . . .	701— 898	—————	Синие сплошные жирные линии
4. Товарные поезда участкового расписания (сквозные и участковые) . . . . .	901—1098	—————	Черные сплошные тонкие линии
5. Сборные товарные поезда . .	1101—1198	— · — · — · —	Черный утолщен. пунктир с точкой
6. Хозяйственные поезда . . . .	1301—1398	—х—х—х—	Черный пунктир с буквой х
7. Одиночные локомотивы . . .	1501—1598	.....	Черный тонкий пунктир
8. Одиночные локомотивы с попутным поездом . . . . .	—	—	—

Основная линия передела  
рядом черный тонкий  
Булгаринского  
института инженеров  
железнодорожного  
транспорта

2. Вопросы составления графиков 212/1  
БИБЛИОТЕКА ПОРАШЕНКО  
Академии  
ПОРАШЕНКО

ПОРАШЕНКО  
УЧЕБНЫЙ ФОНД







## Условные обозначения технических пунктов

- КД—Основное (коренное) депо  
 ОД—Оборотное депо или пункт оборота товарных локомотивов  
 НВ—Набор воды  
 ТО—Технический осмотр и контроль букс  
 ПТ—Проба тормозов  
 ЧТ—Чистка топки  
 СБ—Смена локомотивной и кондукторской бригад  
 СЛБ—Смена локомотивной бригады, если она не совпадает со сменой кондукторской бригады  
 СКБ—Смена кондукторской бригады, если она не совпадает со сменой локомотивной бригады  
 ПП и ОП—Прицепка и отцепка второго локомотива, следующего дополнительной тягой  
 ВРП—Вагоноремонтный пункт

Стоянка поезда изображается на графике отрезком горизонтальной прямой линии.

Техника вычерчивания графиков движения поездов ряда иностранных железных дорог имеет много общих черт с техникой вычерчивания наших графиков.

Сетка графика государственных железных дорог Франции (рис. 4) аналогична принятой у нас, т. е. по горизонтальной оси указывается время, а по вертикальной—расстояние. Вверху графика указаны условные обозначения поездов, максимальные скорости для разных поездов и название участка, для которого составлен график.

Слева по вертикали помещены профиль пути, названия станций и расстояния. Справа по вертикали—также названия станций, способы сношения и протяжение их действия, схема связи, размещение депо, пунктов набора воды, вспомогательных поездов.

Линии хода товарных поездов наносятся зеленым, а пассажирских—красным цветом.

Разным категориям поездов соответствуют линии разной толщины и пунктиры.

Сетка графика германских железных дорог отличается от принятой у нас тем, что по горизонтали указываются не часы суток (как в СССР и во Франции), а расстояния и станции. Время откладывается по вертикали (рис. 5).

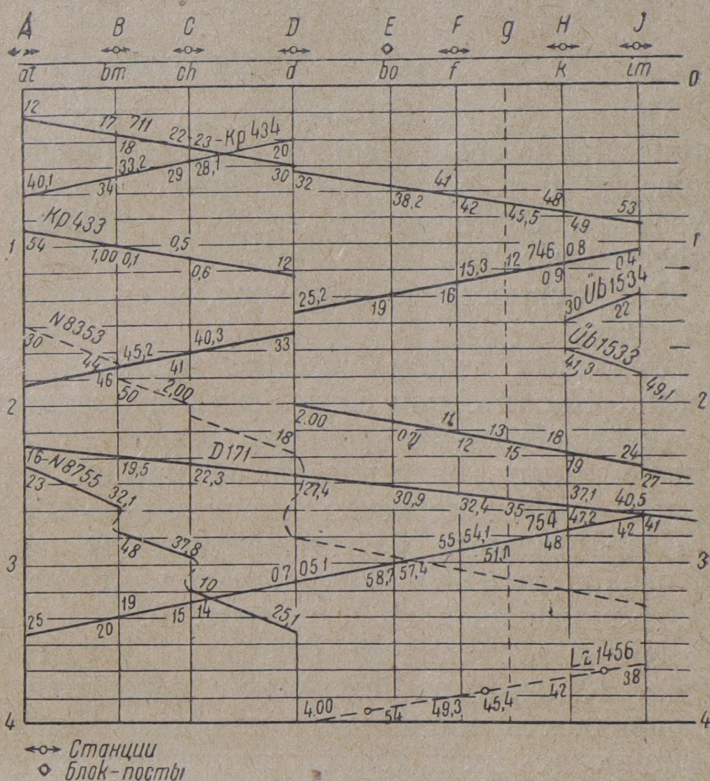


Рис. 5



В соответствии с этим график читается не слева направо для поездов обоих направлений, а слева направо для поездов одного направления (на рис. 5 нечетного) и справа налево — для другого направления.

На бланке графика в рамке слева в углу помещается схема дирекции дороги. На графике указываются административное деление всех служб, отделения эксплуатации отдельно технической (Betriebs) и коммерческой (Verkehrs), месторасположение дорожных мастеров и работников, обслуживающих связь.

Кроме того, на бланке графика помещены сокращенный продольный профиль пути и схемы станций с указанием ответвлений.

Слева и справа от сетки графика помещены графики перегонов соседних участков, прилегающих к крайним станциям данного участка. На графиках этих перегонов наложены пассажирские и сквозные товарные поезда. Линии хода пассажирских поездов наносятся на график черным цветом, а товарных — светлосиним, причем, в зависимости от категории поезда, линии проводятся разной толщины, а также применяется пунктир.

Графики вычерчиваются в крупном масштабе на полусуточный период;

### Типы графиков]

Порядок движения поездов на участке зависит как от характера технического оборудования участка (число главных путей, средства сношений и т. д.), так и от других факторов: количества поездов в грузовом и обратном направлениях, наличия в обращении поездов разных скоростей и т. п.

В зависимости от этого графики движения можно подразделить на ряд типов.

Основным типом графика является нормальный коммерческий график. Характерная особенность его заключается в том, что он соответствует обычному порядку движения, распространенному по всей сети железных дорог, когда в обращении находятся поезда разных скоростей — пассажирские и товарные (разных категорий) (рис. 7 и 8).

Параллельный график отличается от нормального называемого также непараллельным графиком тем, что на него накладываются поезда только одинаковой скорости (рис. 6).

Кроме нормального и параллельного графиков имеется ряд других типов. Каждый из них может одновременно рассматриваться и как разновидность нормального или параллельного типов графиков. Классифицировать их можно по следующим основным признакам:

1. По числу главных путей на перегоне — графики подразделяются на однопутные (рис. 6, 7 и 9) и двухпутные (рис. 8 и 10). На многопутных участках пути могут быть использованы как по принципу однопутного, так и двухпутного движения. Возможна также комбинация этих способов.

2. По соотношению размеров движения в грузовом и обратном направлениях — графики могут быть парными или непарными. Парным называется график, на котором наложено одинаковое число поездов как в грузовом, так и в обратном направлении. При разном числе поездов по направлениям график называется непарным (рис. 9).



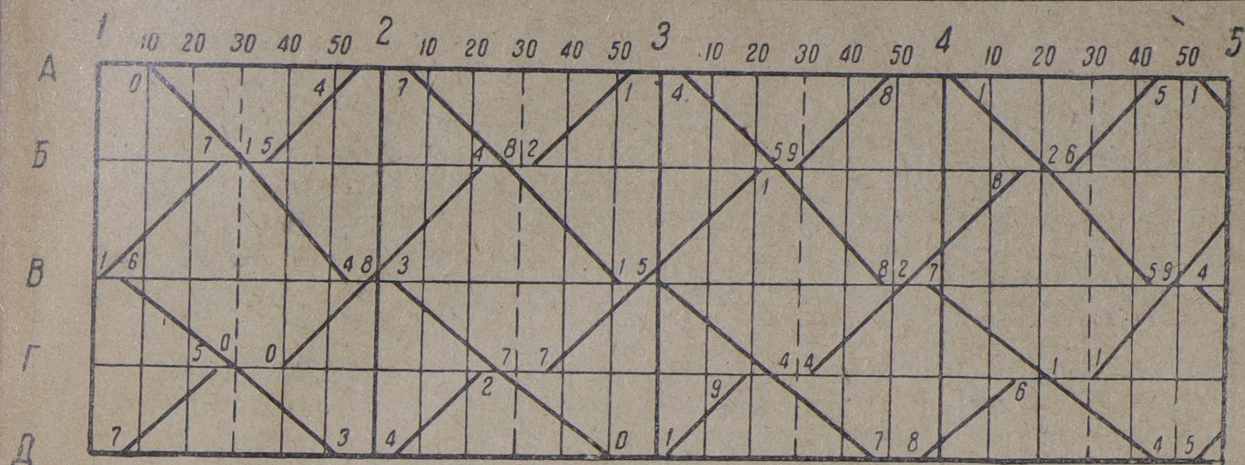


Рис. 6

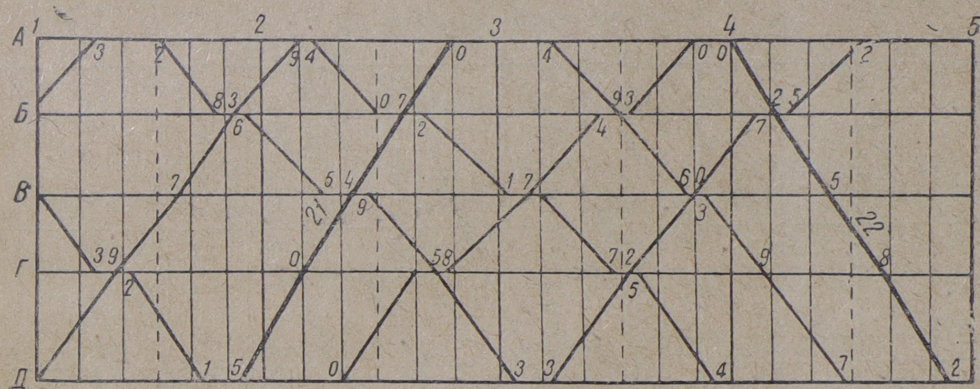


Рис. 7

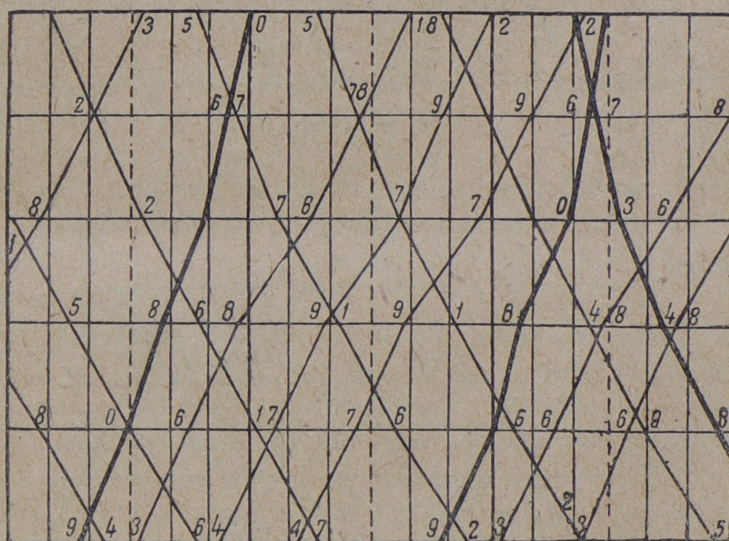


Рис. 8



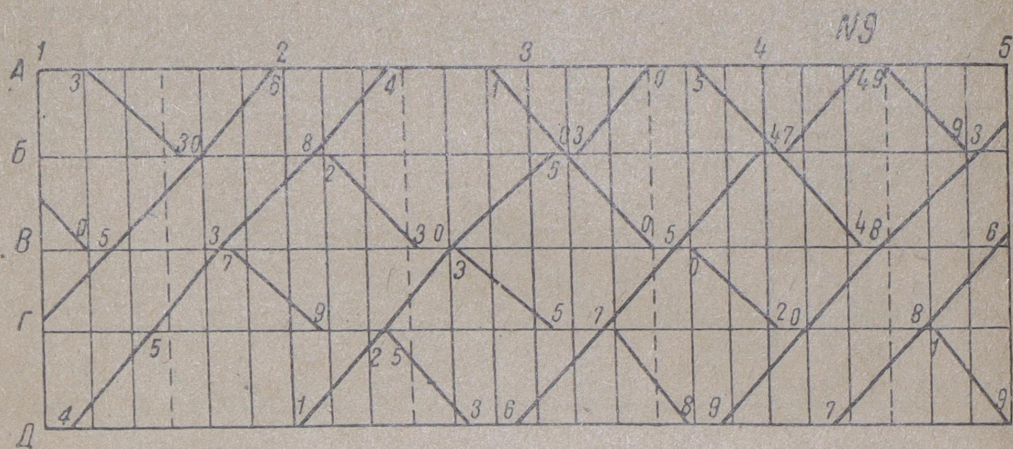


Рис. 9

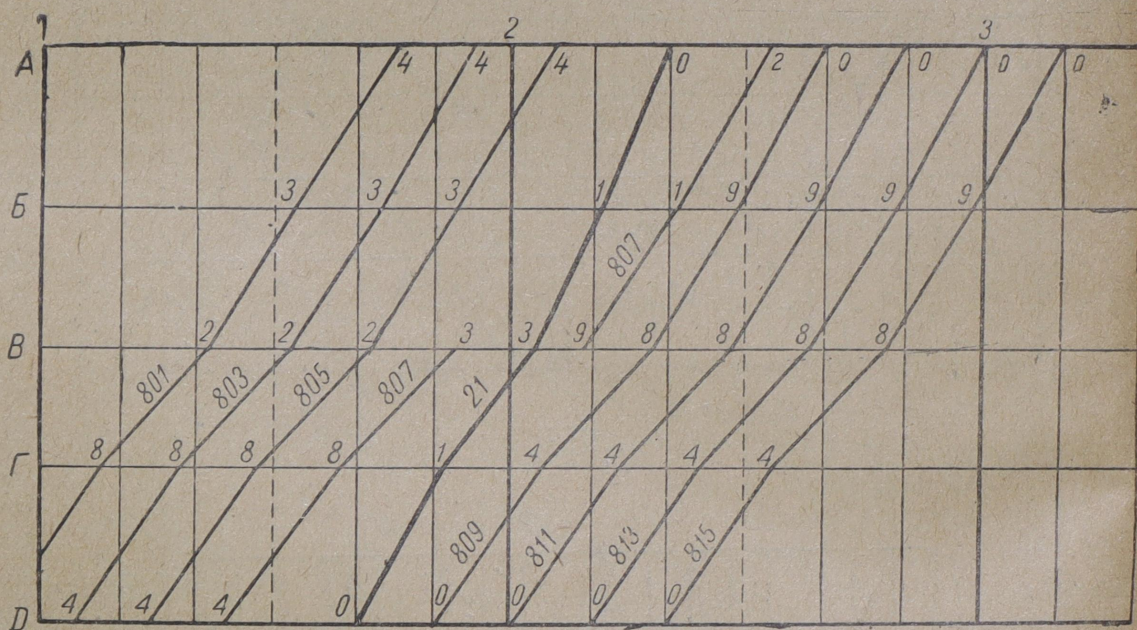


Рис. 10

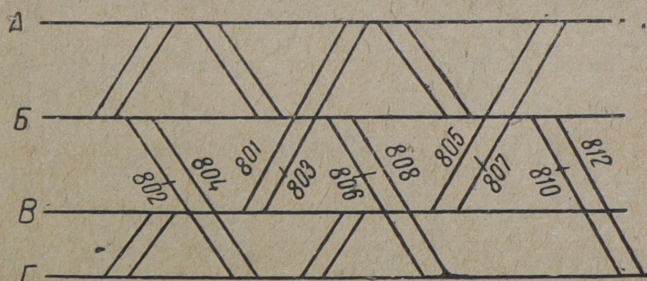


Рис. 10-а



3. По порядку следования попутных поездов. Если график предусматривает отправление попутных поездов с разграничением их межстанционным перегонном так, что между двумя попутными поездами нельзя проложить ни одного поезда встречного направления, то такой график называется **п а ч е ч н ы м** (рис. 9).

Если же попутные поезда разграничиваются при отпадвлении межпостовыми перегонными, блок-участками или отпавляются на один и тот же перегон с разграниченным интервалом времени, то график называется **п а к е т н ы м** (рис. 10 и 10-а).

При пакетном графике на межстанционном перегоне в один и тот же момент может находиться несколько поездов.

Пакетный график может быть применен при наличии постов на межстанционном перегоне, автоблокировке или же, в исключительных случаях, при отпадвлении поездов «вслед» с разграничением времени (ПТЭ, § 408 и 409).

Как пакетный, так и пачечный графики могут быть применены как на однопутных, так и на двухпутных линиях.

### Основные элементы графика

Для составления графика движения при заданном числе поездов по категориям надо знать перегонные времена хода поездов и нормы времени на производство станционных операций, связанных с прибытием и отпадвлением поездов, нормы стоянок поездов по техническим надобностям и т. п.

Перегонные времена хода поездов устанавливаются тяговыми расчетами и проверяются опытными поездками с динамометрическим вагоном.

Нормы перегонных времен хода устанавливаются с учетом достижений лучших машинистов-кривоносцев.

К станционным операциям относятся: оформление прибытия поезда, оформление права на занятие поездом перегона (запрос пути, получение жезла, подноска его к поезду при жезловой системе, получение прибытия и открытие выходного семафора при полуавтоблокировке и т. п.), приготовление маршрутов прибытия и отпадвления и другие операции, связанные с обеспечением безопасности движения поездов.

Нормы времени на выполнение этих операций устанавливаются в зависимости от средств поездной связи и технических устройств станции с соблюдением всех требований Правил технической эксплуатации, используя опыт передовых работников-стахановцев.

Нормы времени на ряд отдельных операций, входящих в цикл определенного единого процесса, объединяются в виде одной общей нормы.

Так например, для всех операций, связанных с прибытием поезда с однопутного перегона и отпадвлением на этот же перегон другого поезда встречного направления, устанавливается общая норма времени, называемая станционным интервалом скрещения (рис. 11).

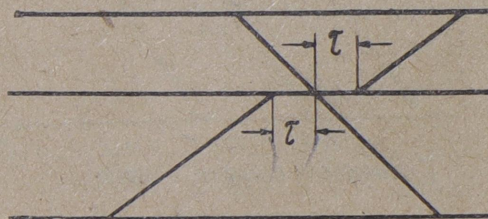


Рис. 11



Для всех операций по отправлению поезда на перегон, освобожденный перед этим поездом того же направления, устанавливается одна норма времени, называемая станционным интервалом попутного следования (рис. 12).

При составлении графика должны быть соблюдены все требования Правил технической эксплуатации и Инструкции по движению поездов, определяющие условия приема, отправления и пропуска поездов на станции.

Правилами технической эксплуатации при наличии определенных условий запрещен одновременный прием на станцию поездов противоположных направлений (§ 389).

Чтобы график предусматривал это требование Правил технической эксплуатации, необходимо между моментами прибытия поездов на станцию соблюдать определенные интервалы времени, достаточные для того, чтобы ни один из входящих на станцию поездов не задерживался у семафоров из-за несвоевременного прохождения другого поезда. Такие интервалы времени называются станционными интервалами не одновременного прибытия (рис. 13, интервал  $t_n$ ).

Точно так же должны быть соблюдены определенные интервалы времени между отправлением и между прибытием поездов при наличии подходов к станции с нескольких направлений и враждебности соответствующих маршрутов и т. п.

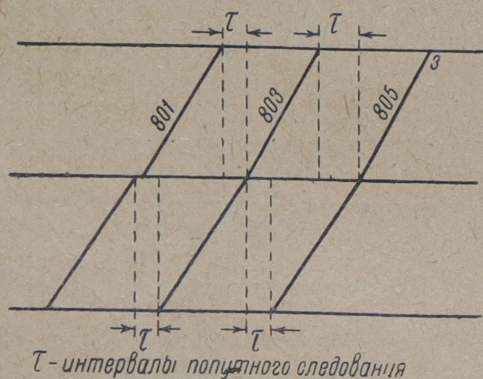


Рис. 12

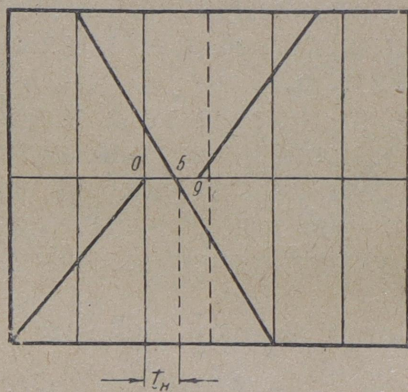


Рис. 13

Кроме станционных интервалов для составления графика должны быть установлены нормы времени на обработку поездов на участковых станциях, на набор воды, чистку топки, нормы стоянки локомотивов на станции оборотного депо и т. д. Для пассажирских поездов должно быть установлено время стоянок на промежуточных и участковых станциях.

Все перечисленные здесь нормы времени — перегонные времена хода, станционные интервалы, стоянки поездов по техническим надобностям и др. — называются элементами графика.

### Понятие о пропускной способности жел.-дор. линии

Пропускной способностью жел.-дор. линии или участка называется мощность этой линии, выражаемая числом товарных поездов одинаковой скорости, которое можно пропускать по этой линии за сутки. Величина



пропускной способности может быть выражена также в вагонах или тоннах.

Пропускная способность жел.-дор. линии определяется пропускной способностью перегонов, станций, устройств водоснабжения и тяговых устройств, которые в свою очередь зависят от системы организации работы и качества работы людей.

Основой для определения пропускной способности перегонов и участков жел.-дор. линии служит построение графика движения поездов.

Для примера рассмотрим параллельный график перегона однопутной линии (рис. 14).

Если известно время хода поезда по этому перегону в четном направлении  $t'' = 29$  мин. и нечетном  $t' = 24$  мин. и величины интервалов скрещения на ст. А  $\tau_a = 5$  мин., а на ст. Б  $\tau_b = 4$  мин., то для того, чтобы определить, сколько пар поездов можно пропустить по этому пе-

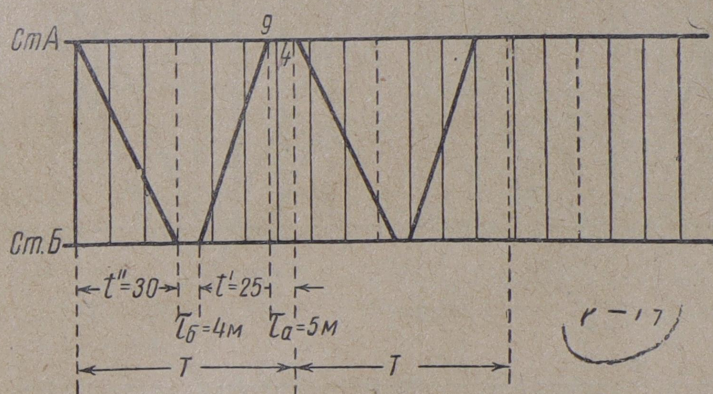


Рис. 14

региону в течение суток, достаточно разделить время суток в минутах (1440 мин.) на время занятия этого перегона парой поездов:

$$T = t' + t'' + \tau_a + \tau_b \text{ мин.}$$

Пропускная способность этого перегона будет равна:

$$n = \frac{1440}{T} = \frac{1440}{25 + 30 + 5 + 4} = 22,5 \text{ пары}^1.$$

Если на таком же перегоне применить пакетный график движения с интервалом между поездами в пакете  $T = 10$  мин. и двумя поездами в пакете, то пропускная способность этого перегона будет уже иной.

<sup>1</sup> К времени хода прибавлены 2 мин. на замедление двух поездов, имея в виду, что на данный перегон поезда проходят безостановочно.



Для определения ее надо суточный период времени разделить на время занятия перегона парой пакетов ( $T'$ ). Как видно из рис. 14-а, это время равно:

$$T' = t'' + I + \tau_6 + I + t' + \tau_a.$$

Время занятия перегона группой чередующихся поездов, характерной для данного типа графика, называется периодом графика и обозначается  $T_{пер}$ . В последнем примере период графика  $T_{пер} = T'$ .

Следовательно, чтобы определить пропускную способность перегона в каком-либо направлении, при любом типе параллельного графика надо время суток разделить на время периода графика  $T_{пер}$  и результаты умножить на число поездов  $K$ , пропускаемых в данном направлении за время периода графика.

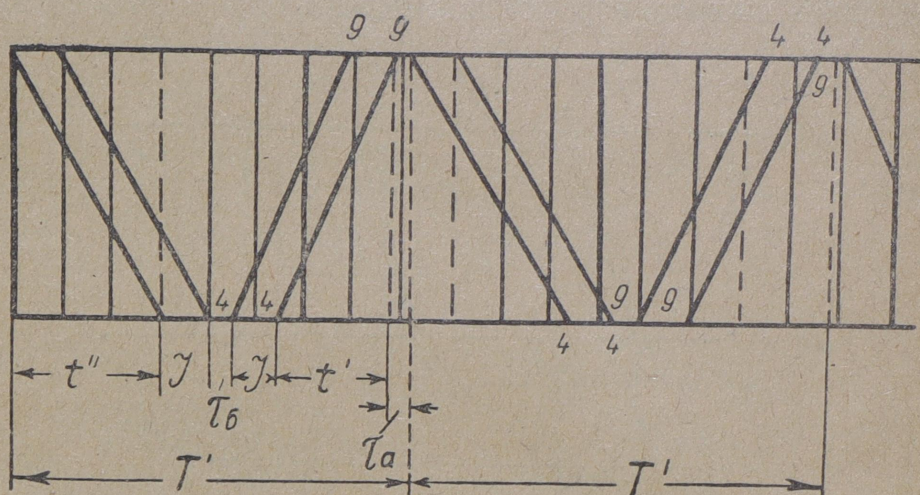


Рис. 14-а

Общая формула расчета пропускной способности перегона для любого параллельного графика может быть на основании вышесказанного написана так:

$$n = \frac{1440 \cdot K}{T_{пер}}.$$

Следует иметь в виду, что вследствие некратности времени суток периоду графика формула является не вполне точной, особенно при сложных периодах графика.

Величина периода графика зависит главным образом от перегонного времени хода поездов. Поскольку перегонное время хода на разных перегонах в общем случае различно, то, следовательно, и величина периода при одном и том же типе графика различна на разных перегонах.

Наибольшую пропускную способность имеет тот перегон, на котором период графика меньше, чем на других перегонах данного участка. Наоборот, наименьшую пропускную способность имеет тот перегон, на котором период графика больше, чем на всех остальных перегонах участка.



Перегон с наименьшей пропускной способностью на данном участке называется ограничивающим перегонным участком.

Перегон однопутной линии с наибольшим для данного участка временем хода пары поездов называется максимальным перегонным участком. На двухпутной линии максимальным называется перегон, имеющий наибольшее время хода в данном направлении.

Поскольку величина периода графика зависит не только от перегонного времени хода поездов, но и от станционных интервалов скрещения, попутного следования и др., а также (при пакетном графике) и от величины интервалов между поездами в пакете, ограничивающими могут быть не только перегоны с наибольшим временем хода, но и перегоны, на которых имеют большую величину станционные интервалы и интервалы в пакете. Поэтому ограничивающим перегонным участком в некоторых случаях может быть и не максимальный перегон. Это особенно часто имеет место при нормальном (коммерческом) графике, где на величину пропускной способности влияет расположение пассажирских поездов.

Определение пропускной способности участка при нормальном графике (разные скорости поездов) сложнее, чем при параллельном. Аналитический метод расчета не дает во многих случаях точных результатов. Поэтому при обращении поездов разных скоростей пропускная способность определяется путем построения графика<sup>1</sup>.

Способы определения пропускной способности устройств водоснабжения и тяговых устройств жел.-дор. линий излагаются в соответствующих специальных курсах. Принцип же этих расчетов сохраняется тот же, что и при расчете пропускной способности перегонов и участков, и заключается в определении количества поездов, которые могут быть обслужены данными устройствами за сутки.

Расчет пропускной способности станций является значительно более сложным, чем перегонов и участков. Дело в том, что при расчете пропускной способности станций, особенно участковых и сортировочных, приходится иметь дело с чрезвычайно большим числом факторов, количественное и качественное выражение которых зависит от ряда переменных величин. Так например, пропускная способность участковой станции зависит от числа пассажирских поездов, соотношения размеров движения в нечетном и четном направлениях, соотношения размеров струй вагонопотоков по направлениям, соотношения маршрутизированного и перерабатываемого на данной станции вагонопотока и т. д.

Кроме этого на величину пропускной способности станций влияет взаимодействие отдельных ее частей в процессе работы.

Поэтому расчет пропускной способности станций следует производить графическим способом, путем построения суточного графика работы станций.

Чтобы все техническое оборудование жел.-дор. линии использовать наиболее полно, необходимо, чтобы пропускная способность всех элементов технического оборудования на данной линии была взаимно увязана и соответствовала заданному размеру движения.

---

<sup>1</sup> Аналитический метод применяется для расчетов, не требующих особой точности.



## Показатели графика

График движения поездов должен обеспечивать наилучшую скорость движения поездов и наивыгоднейшее использование локомотивов и вагонов.

Поэтому основными показателями графика, характеризующими его качество, являются: техническая, участковая и маршрутная скорости движения поездов, а также оборот и среднесуточный пробег локомотива. Величина этих показателей стоит в самой тесной зависимости от качества составления графика.

Технической скоростью называется скорость движения поездов по перегонам.

Техническая скорость всех поездов или какой-либо группы поездов (общесетевых, сборных и т. п.) определяется путем деления общего пробега этих поездов (поездо-километры) на сумму перегонных времен хода тех же поездов (поездо-часы). В это время входит полное время хода между станциями, включая и добавочное время на разгон и замедление при остановках поездов на станциях.

Скорость поезда, рассчитанная только по времени чистого хода, т. е. без учета времени на разгоны и замедления по станциям, называется ходовой скоростью. Эта скорость наиболее полно характеризует использование скоростных возможностей локомотива.

Участковой (коммерческой) скоростью называется скорость движения поездов между станциями смены локомотива.

Участковая скорость исчисляется путем деления общего числа поездо-километров, выполненных поездами, на сумму времени нахождения этих поездов на участке, не включая стоянки на конечных станциях участка.

Участковая скорость учитывает как время хода поезда по перегонам, так и время стоянок поездов на промежуточных станциях. Поэтому участковая скорость отражает не только степень использования локомотива (техническая скорость), но и качество построения графика данного участка с точки зрения достижения наименьшего числа и продолжительности стоянок поездов на промежуточных станциях, на скрещениях и под обгоном.

Необходимо отметить, что сокращение числа стоянок поездов повышает также и техническую скорость за счет устранения снижений скорости поездов при замедлении и при разгоне.

Техническая и участковая скорости, установленные для решающих направлений нашей сети летними графиками 1936 г., приведены в табл. 2.

Участковая скорость не может служить, однако, показателем качества графика участка, как звена целого маршрутного направления, так как она не учитывает стоянок поездов на участковых станциях.

Между тем величина этих стоянок, кроме организации работы по обработке транзитных составов на станциях, в значительной мере зависит также от качества составления графика.

В наших условиях, когда основным типом поезда является поезд, обращающийся, как правило, в пределах нескольких участков, а часто и нескольких дорог, одной из основных задач организации движения является обеспечение минимальных стоянок поездов на участковых и сортировочных станциях.



Показателем, учитывающим скорость продвижения поездов на всем протяжении их следования, с учетом стоянок на всех видах станций, служит *маршрутная скорость*.

Маршрутная скорость показывает среднесуточный пробег поезда в километрах, с учетом стоянок на сортировочных, участковых и промежуточных станциях.

Этот показатель учитывает не только качество организации дви-

Таблица 2

Наименование участков	Техническая скорость	Участковая скорость	Коэф- фици- ент ско- рости
Бологое — Москва . . . . .	37,00	35,10	0,95
Основа — Лиман . . . . .	45,00	39,50	0,87
Лозовая — Славянск . . . . .	47,60	47,60	1,00
Люблино — Серпухов . . . . .	43,50	35,64	0,82
Серпухов — Тула . . . . .	37,30	32,22	0,86
Кусково — Петушки . . . . .	37,97	28,02	0,74
Владимир — Вязники . . . . .	37,85	29,52	0,78
Вязники — Горький . . . . .	35,15	24,63	0,70

жения поездов внутри каждого участка, но и качество организации станционной работы сортировочных и участковых станций по пропуску поездов и качество графиков всего данного направления.

Маршрутная скорость определяется, как частное от деления общего пробега сквозных поездов на всем пути их следования на сумму общего времени нахождения этих поездов в пути, включая и стоянки их на участковых станциях, в сутках.

Для характеристики качества построения графика пользуются обыкновенно отношением маршрутной или участковой скорости к технической, называемым *коэффициентом скорости*.

$$\beta = \frac{v_{\text{м}}}{v_{\text{т}}}, \text{ или } \beta_{\text{м}} = \frac{v_{\text{м}}}{v_{\text{т}}},$$

где  $\beta$  и  $\beta_{\text{м}}$  — коэффициенты скорости.

Надо отметить, что этот показатель не может служить для сравнения качества графика на разных участках, даже при одинаковом числе поездов, так как зависит не только от суммы стоянок поездов на промежуточных станциях, но и от величины технической скорости.



Оборот локомотива на каждом тяговом плече зависит от величины участковой скорости и от времени нахождения локомотива на станциях оборотного и основного депо. Достижение наименьшей величины оборота локомотива является одной из важнейших задач построения графика движения.

Эксплуатационным оборотом локомотива называется время от момента выхода локомотива из основного депо под поезд (проход контрольного поста) до момента возвращения локомотива (проход контрольного поста) в то же депо <sup>1</sup>.

Полный оборот локомотива равен эксплуатационному обороту, увеличенному на время нахождения локомотива в основном депо.

Для паровозов полный оборот может определяться, как с учетом времени простоя паровоза на промывке, так и без учета этого времени.

Средний оборот локомотивов на данном плече равен общей сумме времени нахождения локомотивов за сутки на участке и на станциях оборотного депо, а для полного оборота — и на станции основного депо, деленной на число оборотов локомотивов за то же время (при парном графике — на число пар поездов).

Среднесуточным пробегом локомотива называется число километров, выполненных локомотивом в среднем за сутки. При обращении локомотивов на одном плече среднесуточный пробег равен пробегу локомотива за один оборот, умноженному на число оборотов, совершаемых за сутки; таким образом:

$$S = \frac{2L \cdot 24}{T_{об}},$$

где:  $S$  — среднесуточный пробег локомотива;

$L$  — длина тягового плеча;

$T_{об}$  — время полного оборота локомотива.

Среднесуточный пробег может исчисляться по времени полного оборота, как включая время на промывку, так и не включая этого времени.

В зависимости от этого среднесуточный пробег называется пробегом с учетом промывки и без учета промывки.

По плану на 1937 г. среднесуточный пробег товарного паровоза в среднем для всей сети установлен в 250 км.

### Порядок составления графиков и расписаний

Составлению графиков предшествует работа по изучению грузопотоков, установлению рациональной корреспонденции их, установлению размеров движения и разработке планов формирования.

Эта работа проводится в тесной увязке с клиентурой транспорта.

До начала составления графика производятся также работы по установлению весовых норм, перегонных времен хода, станционных интервалов и т. д.

<sup>1</sup> При обращении паровозов без захода в основное депо от промывки до промывки эксплуатационный оборот определяется как частное от деления времени работы между промывками на число оборотов между станциями основного и оборотных депо.



При разработке графиков используются данные анализа выполнения старых графиков для выяснения имевшихся в них дефектов, которые надо устранить.

Размеры дальнего пассажирского движения и весовые нормы дальних пассажирских поездов устанавливаются НКПС.

Расписание дальних пассажирских поездов согласовывается на совещании представителей дорог в НКПС и утверждается НКПС.

После этого дороги приступают к прокладке на графике товарных поездов и местных и пригородных пассажирских.

Графики составляют диспетчеры-графисты отделений движения и управления дороги. Диспетчеры-графисты систематически в течение всего года ведут наблюдение за выполнением графика, изучают причины нарушений графика и систематизируют материалы для составления новых графиков.

В первую очередь составляются графики на основных маршрутных направлениях, а затем на всех примыкающих менее деятельных линиях.

На маршрутных направлениях, проходящих через несколько дорог, может быть применен или последовательный, или параллельный порядок составления графиков.

Чтобы обеспечить наилучшее прохождение транзитных поездов на каждом маршрутном направлении, начинается построение графика та дорога, которая имеет наибольшее протяжение и разветвленность и наибольшее заполнение пропускной способности. В некоторых случаях составление графиков начинается дорога, на которой зарождается массовый грузопоток. Смежные дороги могут начать построение графиков после того, как узнают время прибытия поездов общесетевого расписания по выходным пунктам с той дороги, которая первой начала составление графиков.

Для ускорения построения графика применяется и другой порядок — параллельный.

При этом все дороги, входящие в состав данного маршрутного направления, приступают к составлению графиков одновременно, стремясь при этом приводить поезда к станциям стыка между дорогами равномерно в течение суток, что облегчает увязку графиков смежных дорог друг с другом.

После утверждения графиков составляется общесетевое расписание поездов, печатаются графики, планы формирования и расписание движения по дорогам.

Для практики является чрезвычайно ценным наличие постоянного расписания общесетевых поездов в течение круглого года. Это дисциплинирует линию и удобно для клиентуры транспорта. Поэтому при пересоставлении графиков в расписание общесетевых поездов желательно по возможности не вносить больших изменений.

Совершенно понятно, что в том случае, если существовавшее ранее расписание этих поездов было, как показала практика, составлено неудачно, если изменены нормы перегонных времен хода, стоянок и т. д., то это расписание подвергается коренной переработке.

Составленный график подписывают начальник дороги, начальники служб — паровой, вагонной и движения, составитель графика и работник, проверяющий график.



## УСТАНОВЛЕНИЕ ВЕСОВЫХ НОРМ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕГОННЫХ ВРЕМЕН ХОДА ПОЕЗДОВ

Составлению графика предшествует установление весовых норм поездов. Для товарных поездов, следующих по транзитным направлениям, весовые нормы устанавливаются Центральным управлением движения совместно с Управлением паровозного хозяйства (или Центральным отделом электрификации) НКПС с таким расчетом, чтобы на протяжении всего маршрутного направления от пункта зарождения вагонопотоков до пункта их погашения вес поезда был одинаковым.

Это достигается путем правильной расстановки локомотивов в соответствии с их мощностью и профилем пути, путем применения подталкивания и двойной тяги в случаях, когда это вызывается необходимостью, и т. д.

Чересполосица весовых норм в нашей сети являлась наследием капиталистического транспорта царской России, когда каждая дорога проектировалась, строилась и эксплуатировалась вне всякой увязки со смежными дорогами. Эта же практика сознательно насаждалась вредителями и их агентурой на советском транспорте. До 1935 г. на 22 важнейших направлениях нашей сети имелась 71 весовая норма.

Например, на таком важном направлении, как Донбасс — Ленинград через Брянск — Вязьму — Лихославль, весовая норма менялась 5 раз. На этом же направлении через Ворожбу — Унечу — Оршу — Дно весовая норма менялась 4 раза. На направлении Ленинград — Одесса весовая норма менялась 8 раз.

Все это приводило к тому, что маршрутные поезда почти на каждой участковой станции из-за изменения (перелома) весовой нормы должны были пересоставляться в целях уменьшения веса или увеличения его.

Замечательное движение машинистов-кривоносовцев, доказавших на практике абсурдность установленных предельщиками ограничений мощности локомотивов, позволило в широком масштабе провести работу по унификации весовых норм.

В 1937 г. число весовых норм на решающих направлениях резко сокращено при одновременном значительном увеличении веса поездов.

Весовые нормы пассажирских поездов, следующих по двум и более дорогам (кроме местных и пригородных), устанавливаются Центральным пассажирским управлением совместно с Управлением паровозного хозяйства (или Центральным отделом электрификации) НКПС.

Весовые нормы для прочих товарных и пассажирских поездов, устанавливаются начальниками дорог.

После установления весовых норм дороги приступают к определению перегонных времен хода. Перегонные времена хода устанавливаются:

1. Для товарных поездов:
  - а) нормального веса;
  - б) ускоренных.
2. Для пассажирских поездов:



- а) курьерских;
- б) скорых, почтовых и пассажирских;
- в) пригородных.

3. Для одиночных локомотивов.

Перегонные времена хода поездов должны устанавливаться, исходя из наилучшего использования мощности локомотива, а именно: высоких форсировок котла, применения ослабленного поля электродвигателей (при электротяге), наивыгоднейших комбинаций открытия регулятора и отсечки и т. п.

Времена хода поездов определяются тяговыми расчетами. Эти расчеты должны производиться с учетом живой силы поезда, которая позволяет преодолевать отдельные крутые подъемы за счет разгона.

При этом обязательным являются изучение и анализ поездок машинистов-кривоносовцев и использование данных опытных поездок с динамометрическим вагоном. Полученные данные обсуждаются с передовыми машинистами и диспетчерами.

Времена хода должны определяться с учетом безостановочного прохода станций и с остановками на них.

В бланк графика записываются чистые времена хода, т. е. без учета разгонов и замедлений. Время на разгон и замедление определяется для каждой станции<sup>1</sup>.

Время хода поезда по межстанционному перегону как при остановке поездов на станциях, так и при безостановочном проходе определяется в границах между серединами приемо-отправочных путей или парков смежных станций.

Время хода поезда по межпостовым перегонам и блок-участкам определяется по расстоянию между осями приемо-отправочных путей станций и проходными сигналами (семафоры межстанционных постов или промежуточные светофоры), а для межпостовых перегонов и блок-участков, ограниченных с обеих сторон постами или промежуточными светофорами,—между проходными сигналами.

Установленные таким путем перегонные времена хода утверждаются начальником дороги.

## Г Л А В А 3

### РАСЧЕТ СТАНЦИОННЫХ ИНТЕРВАЛОВ

#### Станционные интервалы скрещения и попутного следования

Интервалом скрещения называется время от момента прибытия на станцию одного поезда до момента отправления на этот же перегон другого поезда встречного направления (рис. 11, 15 и 15-а).

Станционным интервалом попутного следования называется время от момента прибытия поезда на раздельный пункт до момента отправления с предыдущего раздельного пункта второго поезда того же направления (рис. 12).

<sup>1</sup> При отсутствии точных данных при составлении графика время на разгон принимается равным 2 мин., а на замедление—1 мин.



Величина интервалов скрещения зависит от средств сношений на данном участке, организации на станции операций по оформлению прибытия и отправления скрещивающихся поездов и от норм времени на эти операции.

При заданных на станции стоянках поездов по техническим надобностям интервал скрещения зависит также от величины этих стоянок.

Порядок производства и последовательность станционных операций по приему, пропуску и отпавлению устанавливаются Правилами технической эксплуатации и Инструкцией по движению поездов.

Начальным моментом станционных операций по оформлению прибытия поезда является проверка дежурным по станции прибытия поезда на станцию в полном составе. В частном случае, при безостановочном проследовании поездом станции, начальным моментом является момент проследования хвоста поезда мимо станции.

Заданная техническая стоянка

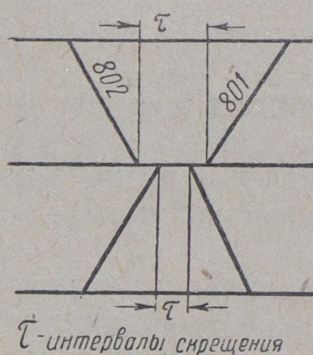


Рис. 15

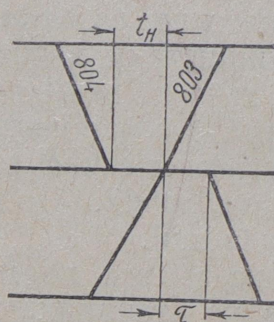


Рис. 15-а

Конечным моментом станционных операций, определяющих величину интервала, является момент дачи машинисту разрешения на выход со станции (подача сигнала отправления главным кондуктором после передачи жезла или путевой на паровоз или открытия выходного сигнала).

В зависимости от местных условий станции, порядок контроля прибытия поезда может быть установлен различный. В прибытии поезда удостоверяются (§ 394 и 395 ПТЭ):


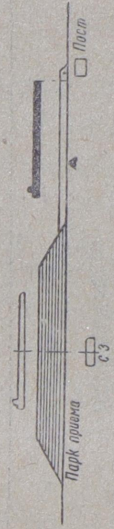

- лично дежурный по станции, встречая на путях прибывающий поезд;
- на промежуточных станциях [стрелочник или сигналист по прибытии поезда и установке его в пределах контрольных столбиков с последующим докладом об этом дежурному по станции по телефону;
- на станциях с большим путевым развитием старший стрелочник по проходе поездом входной стрелки также с последующим докладом дежурному по станции;
- сигналист предстанционного поста по проходе поезда мимо поста и нажатии путевой педали прибытия.

Начальный или конечный моменты станционных операций, определяющих величину станционного интервала, не всегда совпадают с моментами фактической остановки проследования или отправления поездов, которые изображены на графике. Такое несовпадение может быть в тех случаях, когда схема путевого устройства станции и зависимость стрелок и сигналов позволяют начать операции по сно-



№ по пер.	Характеристика станционных устройств и порядка приема поезда	Порядок проверки фактического прибытия поезда	Положение поезда в момент проверки его прибытия	Рисунки
Станционная блокировка отсутствует				
1	Пути приема расположены против станционного здания	Дежурный по станции при остановке поезда на пути приема	Середина поезда совпадает с серединой пути приема	
2	а) Пути приема расположены по ходу поезда за станционным зданием	Дежурный по станции по проходе поезда всем составом мимо станционного здания	Хвост поезда против оси станционного здания	
	б) Независимо от расположения путей приема при безостановочном проходе поезда по станции	Дежурный по станции по проходе поезда всем составом мимо станционного здания	Хвост поезда против оси станционного здания	
3	Отдаленное от станционного здания расположение путей приема (при прибытии поезда не проходит мимо станционного здания)	Старший стрелочник с уведомлением дежурного по станции по телефону после прохода поезда входной стрелки	Хвост поезда за последней стрелкой входного стрелочного поста	



№ по порядку	Характеристика станционных устройств и порядка прибытия поезда	Порядок проверки фактического прибытия поезда	Положение поезда в момент проверки его прибытия	Рисунки
4	Путевая pedalь прибытия находится от предстанционного поста на расстоянии, большем длины поезда	Сигналист поста по нажатии поездом путевой pedalь прибытия и проверке хвостовых сигналов	Голова поезда на путевой pedalь прибытия	
5	Путевая pedalь прибытия находится от предстанционного поста на расстоянии, меньшем длины поезда	Сигналист поста при проходе поезда всем составом мимо постоянного здания	Хвост поезда против входного предстанционного поста	
6	Путевая pedalь прибытия на изолированном рельсе	Сигналист поста по нажатии поездом путевой pedalь прибытия	Хвост поезда освободил изолированный рельс	 <p>Положение поезда в момент начала станционных операций. Фактическое положение прибытия</p>



шению и переделке маршрутов до того, пока входящий поезд остановится на приемочном пути. Это относится главным образом к станциям с большим путевым развитием.

Это положение необходимо учитывать при составлении графика. Так как на графике фиксируется момент фактической остановки или проследования поезда через станцию, то в случае если, начало станционных операций по оформлению прибытия не совпадает с моментом фактической остановки поезда, следует для получения величины станционного интервала из общей продолжительности станционных операций вычесть время от момента начала станционных операций до фактической остановки.

Наиболее характерные случаи положений поездов, соответствующие моменту начала производства станционных операций, приведены в табл. 3 (см. стр. 35 и 36).

Основными элементами, определяющими величину станционного интервала скрещения при электрожелезнодорожной сигнализации, являются:

1. Проверка дежурным по станции, старшим стрелочником или сигнальщиком поста прибытия поезда в полном составе и наличия на нем сигналов.

2. Запрос пути и получение жезла.

3. Приготовление маршрута и доклад старшего стрелочника дежурному по станции о готовности маршрута или проверка маршрута лично дежурным по станции (при отсутствии старших стрелочников).

4. Проход главного кондуктора к локомотиву и вручение жезла машинисту.

5. Проверка машинистом правильности полученного жезла или путевой и приведение машины в действие.

Остальные операции, связанные также с оформлением прибытия и отправления поездов (доклад главного кондуктора, запись в настольном журнале и пр.), выполняются, как правило, параллельно с указанными основными операциями и потому при определении станционного интервала могут в расчет не приниматься.

Продолжительность основных операций должна быть установлена для каждой станции в отдельности путем специальных наблюдений, исходя из наиболее рациональной для данной станции организации всего процесса приема и отправления поездов, высокой производительности труда всех участвующих в выполнении этих операций работников при соблюдении всех требований «Правил технической эксплуатации».

Ориентировочные нормы времени на производство станционных операций, определяющих величину станционного интервала, приведены в табл. 4 (см. стр. 38—39). Приводимые нормы необходимо уточнять в каждом отдельном случае применительно к условиям данной станции.

В зависимости от организации скрещения поездов, средств сношений при движении поездов и организации работы, связанной с приемом, отправлением и пропуском поездов, часть перечисленных операций выполняется одновременно, а некоторые из этих операций могут вовсе отсутствовать.

Например, параллельно могут производиться сношения между станциями и переделка маршрута; при сквозном проходе поезда по станции отпадает доставка жезла или путевой; при передаче жезла без пропуска через аппарат время на сношения, которые производятся



Таблица 4

Продолжение

№ по пор.	Название операций	Нормы в мин.
<b>I. Проверка правильности прибытия или проследования поезда</b>		
1	Дежурный по станции лично удостоверяется в прибытии поезда на станцию	0,5
2	То же при безостановочном проследовании поездом станции	Из-за незначительности время в расчет не вводится
3	Дежурный по станции получает уведомление о прибытии поезда от старшего стрелочника по телефону	0,5
<b>II. Сношения между отдельными пунктами (включая проход дежурного по станции с путей прибытия в контору)</b>		
1	Телеграфная система сношений при двухпутном движении (передача одной телеграммы)	1,5—2
2	То же при однопутном движении (передача двух телеграмм)	2—2,5
3	Жезловая система с обменом жезлов через аппарат	1,0—1,5
4	Полуавтоматическая блокировка двухпутная	0,3—0,5
5	То же однопутная	1,0
6	Автоблокировка	0,5 (возвращение в контору)
<b>III. Извещение о готовности маршрута</b>		
1	При ручном обслуживании стрелок	0,3—0,5
2	То же при централизации	Из-за незначительности время в расчет не вводится
<b>IV. Доставка жезла или путевой</b>		
1	К поезду, отправляющемуся после остановки	0,01 $l_{дс}$ Здесь $l_{дс}$ — расстояние доставки жезла или путевой от станционного здания к голове поезда в м; 0,01 — время прохода 1 м в минутах при скорости хода 6 км/час
2	К поезду, проходящему станцию безостановочно (заблаговременный вынос жезла или путевой)	0,5

№ по пор.	Название операций	Нормы в мин.
<b>V. Переделка маршрутов</b>		
1	Перевод стрелок и их запираение (на одну подлежащую переводу стрелку): а) при ручном обслуживании б) при ключевой централизации (включая запираение ключей в аппарате централизации) в) при механической централизации г) при электрической централизации	0,2—0,4 0,3—0,5 0,05—0,1 0,02—0,05
2	Закрытие и открытие сигналов с замыканием и размыканием маршрутов при централизации: а) при ручном (местном) обслуживании стрелок и сигналов б) при механической централизации и наличии объединенного распорядительно-исполнительного поста в) то же при отдельных распорядительном и исполнительном постах г) при электрической централизации	0,1—0,3 0,1 0,2—0,5 0,1
3	Проход стрелочника к подлежащим переводу стрелкам и обратно к стрелочному посту, а при хранении ключей от стрелок у ДСП — от стрелок в контору ДСП за ключами, от конторы к стрелкам и обратно к ДСП	0,01 $l_{пр}$ Здесь $l_{пр}$ — расстояние прохода стрелочника в м

заблаговременно, в величину станционного интервала не входит и т. п.

Задачей в данном случае является такая организация выполнения всех станционных операций по приему, отправлению и пропуску поездов по станции (при обеспечении всех требований Правил технической эксплуатации), при которой общая их продолжительность, а значит и продолжительность стоянок поездов и величина станционных интервалов, была бы наименьшей.

#### Интервалы неодновременного прибытия

Правилами технической эксплуатации (§ 389) одновременный прием на станцию поездов противоположных направлений запрещен в следующих случаях:

«а) На станциях однопутных линий, не оборудованных автоматическими сигналами, дисками сквозного прохода или не имеющих



предохранительных тупиков, если подход к этим станциям хотя бы с одной стороны имеет на протяжении тормозного пути спуск круче  $6\text{‰}$  (рис. 16).

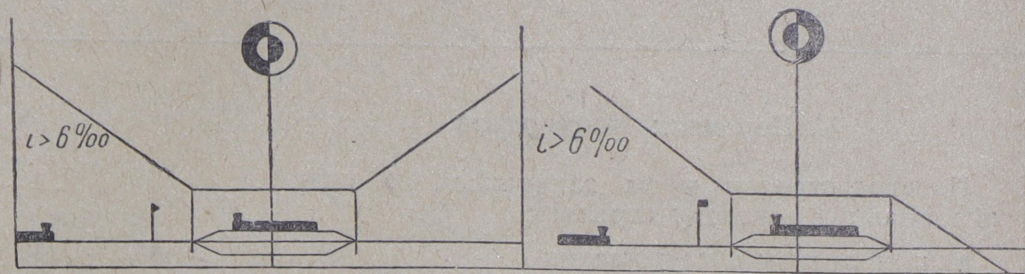


Рис. 16

б) На станциях двухпутных линий, на которых принимаемые и отправляемые поезда пересекают главный путь другого направления.

в) При подходе к станции на однопутном участке одновременно двух поездов, из которых один по расписанию не имеет остановки».

Во всех этих случаях моменты прибытия поездов на станцию должны быть разграничены между собой интервалами неодновременного прибытия.

Интервалом неодновременного прибытия поездов называется наименьший промежуток времени между прибытием на станцию поездов разных направлений (поездов № 801 и 802 и поездов № 803 и 804 на рис. 17 и 17-а) или с разных путей (главных) одного и того же направления.

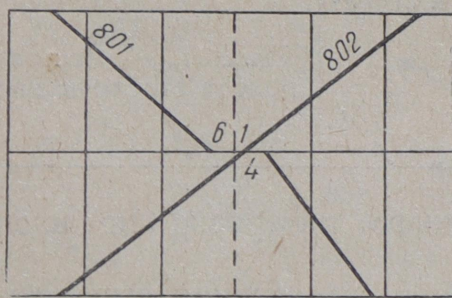


Рис. 17

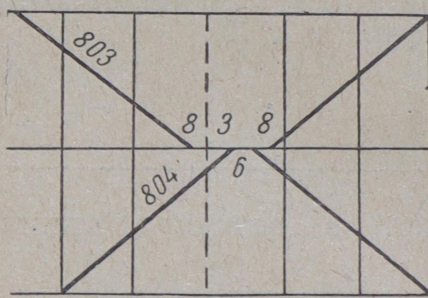


Рис. 17-а

Заданная  
техническая  
стоянка

При недопущении одновременного приема поездов на станцию открыть входной сигнал второму входящему на станцию поезду можно только после прибытия на станцию первого поезда и удостоверения дежурного по станции в прибытии поезда в полном составе и установке его в пределах контрольных столбиков приемного пути.

К моменту открытия входного сигнала второй входящий на станцию поезд, во избежание замедления его хода, должен находиться на расстоянии тормозного пути от входного сигнала.



Соответствующее этим условиям расположение поездов показано на рис. 18<sup>1</sup>.

Отсюда следует, что наименьшая величина интервала одновременного прибытия складывается из таких последовательных промежутков времени:

1) времени на проверку дежурным по станции прибытия первого поезда и установки его в пределах указательных столбиков;

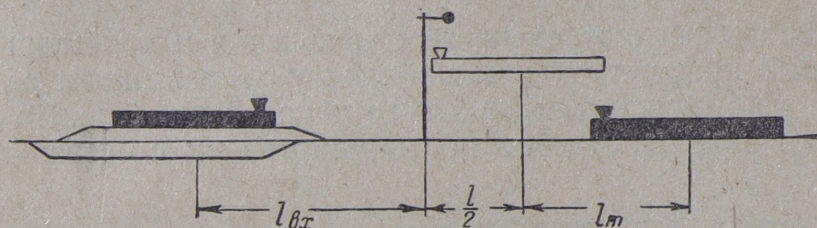


Рис. 18

2) времени на открытие входного сигнала второму поезду и освоение машинистом этого сигнала;

3) времени прохода вторым входящим на станцию поездом тормозного пути перед входным сигналом;

4) времени от момента прохода головой поезда входного сигнала до момента прибытия его на станцию.

Время на проверку дежурным по станции прибытия поезда и на открытие входного сигнала зависит от местных условий каждой станции, но в большинстве случаев не превышает вместе одной минуты.

Время прохода поездом тормозного расстояния  $l_m$  также колеблется при автотормозах в небольших пределах, составляя при движении под уклон примерно 1 мин., а при движении на подъем 0,5 мин.

Время входа поезда на станцию, считая от момента прохода головы поезда мимо входного сигнала, лучше всего определять хронометражем при опытных поездках, как указано было в главе об определении времени хода поездов, или же путем тяговых расчетов.

Для приближенного определения этого времени также можно пользоваться зависимостью:

$$t_{ex} = 0,06 \cdot \frac{l_{ex} + \frac{l}{2}}{v_{ex}},$$

где:  $v_{ex}$  — средняя скорость входа поезда на станцию,

$l_{ex}$  — расстояние от входного сигнала до середины парка или пути приема поезда (рис. 18),

$\frac{l}{2}$  — половина длины поезда,

0,06 — коэффициент перехода от км/час к м/мин для получения  $t_{ex}$  в минутах при измерении  $\left(l_{ex} + \frac{l}{2}\right)$  в метрах и  $v$  в км/час.

<sup>1</sup> Путь, проходимый поездом за время освоения машинистом показания сигнала, на схеме не показан.



Скорость должна быть принята по местным условиям, в зависимости от профиля подхода к станции, типа локомотива, рода поезда (пассажирский или товарный), способа пропуска поезда по станции (с остановкой или безостановочно), установленной скорости прохода поезда по стрелкам и по станционным путям.

### Интервалы неодновременного отправления и прибытия

Интервалом неодновременного отправления и прибытия называется минимальный промежуток времени между отправлением со станции и прибытием на станцию поездов одного направления (рис. 19) или разных направлений при враждебности маршрутов их следования (рис. 20).



Рис. 19

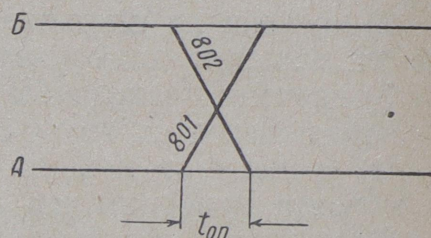


Рис. 20

Правилами технической эксплуатации (§ 403) одновременное отправление поезда и прием поезда, следующего в том же направлении, воспрещаются в следующих случаях:

- «а) на станциях однопутных линий, не оборудованных автоматическими сигналами, дисками сквозного прохода или не имеющих предохранительных тупиков, если подход к этим станциям хотя бы с одной стороны имеет на протяжении тормозного пути спуск круче 0,006;
- б) на станциях двухпутных линий, на которых отправленные поезда пересекают путь принимаемым поездам».

При недопущении одновременного отправления и прибытия поездов входной сигнал прибывающему поезду может быть открыт лишь после прохода хвостом отправляющегося поезда последней (по ходу) стрелки, входящей в маршрут отправления (правая часть рис. 21).

К моменту открытия входного сигнала прибывающий поезд во избежание замедления его хода должен находиться на расстоянии тормозного пути от входного сигнала (левая часть рис. 21).

На рисунке отрезок пути  $\tau v$  представляет собой путь, пройденный отправляемым поездом за время подготовки маршрута и открытия сигнала прибывающему поезду, т. е. за время  $\tau$ .

В зависимости от местных условий станции, главным образом расстояния от входного семафора до конца противоположной горловины станции, и скоростей входящего на станцию и выходящего со станции



поездов, интервал неодновременного отправления и прибытия может колебаться в довольно широких пределах, примерно от 3 до 10 мин.

Устранение условий, вызывающих необходимость запрещения одновременного приема или одновременного приема и отправления поездов, в особенности враждебности маршрутов,—одна из важнейших задач движенцев. Устранение этих условий повышает безопасность движения, позволяет увеличить пропускную способность и участковую скорость движения поездов.

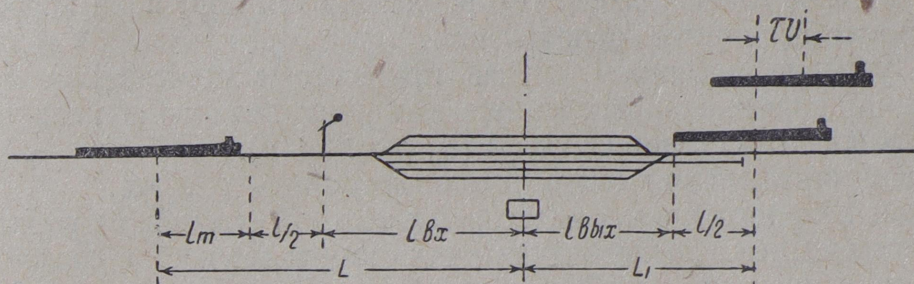


Рис. 21

Для устранения или сокращения числа таких ограничений должны быть разработаны соответствующие организационно-технические мероприятия, пересмотрена специализация путей, уложены предохранительные тупики и др.

Примеры определения интервалов неодновременного отправления и прибытия поездов разных направлений по условиям враждебности маршрутов даны на рис. 22. Станция имеет два приемо-отправочных парка: для четного  $\mathcal{C}$  и нечетного  $\mathcal{H}$  направлений. К станции примыкают три пути: два пути  $I$  и  $II$  специализированы по направлениям, путь  $III$  — для двустороннего движения.

Рассмотрим два случая приема и отправления поездов на ст. А.

1. Поезд № 801 отправляется из парка  $\mathcal{H}$  по главному пути  $III$ .

После его отправления должен прибыть на ст. А поезд № 802 из Б по главному пути  $II$ . Маршруты отправления и приема этих поездов враждебны.

В этом случае интервал, проектируемый на графике между моментами отправления со ст. А поезда № 801 и прибытия на ту же станцию поезда № 802, определяется тем условием, что входной сигнал поезду № 802 может быть открыт только после освобождения поездом № 801 маршрута отправления на Б. Отсюда следует, что в момент окончания

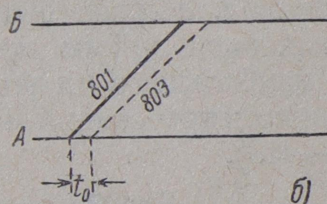
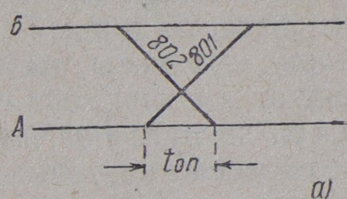


Рис. 22



переделки маршрута поезд № 802 должен находиться от входного сигнала на расстоянии тормозного пути. Величина интервала между отправлением поезда № 801 и прибытием поезда № 802 (в данном случае встречных поездов, рис. 22, а) находится тем же способом, который был изложен для определения интервалов неодновременного прибытия и интервалов неодновременного отправления и прибытия попутных поездов.

2. Вслед за поездом № 801, отправляющимся со ст. А по главному пути I, отправляется поезд № 803 по главному пути III. Оба поезда отправляются из парка Н. Маршруты взаимно враждебны.

Поезд № 803 не может быть отправлен до тех пор, пока поезд № 801 не освободит маршрута отправления.

Это условие в данном случае приводит к необходимости предусмотреть на графике определенную величину интервала неодновременного отправления поездов со ст. А ( $t_0$ , рис. 22, б).

Способ определения этого интервала опять тот же.

Прием сборного поезда на сторону местной (грузовой) работы станции с пересечением главного пути на двухпутном участке создает интервал неодновременного прибытия поездов разных направлений.

### **Практические приемы определения станционных интервалов**

Расчет станционных интервалов должен начинаться с определения норм времени отдельных станционных операций, связанных с приемом, отправлением и пропуском поездов по станции.

Продолжительность этих операций определяется, как это указывалось уже выше, по данным специальных наблюдений.

Некоторые элементы времени, составляющие станционный интервал, зависят от времени хода поезда внутри станции (например, от входного семафора до пути прибытия). Это время должно быть также предварительно определено тяговыми расчетами или опытными наблюдениями.

После того как определены отдельные элементы времени станционных интервалов, должна быть намечена организация выполнения всех станционных операций по приему, отправлению или пропуску поездов на основе наибольшего их уплотнения, параллельности операций и при соблюдении всех требований Правил технической эксплуатации (§ 377—407 и 412—418).

### **Графики станционных интервалов**

Удобным и наглядным способом определения величины станционных интервалов является составление графиков последовательности операций. С помощью этих графиков учитывается возможное несовпадение начала и конца станционных операций с моментами прибытия и отправления поездов, а также легко выбирается наиболее целесообразный порядок организации всех станционных операций.

По горизонтали откладывается в определенном масштабе время в минутах, а по вертикали выписываются все операции, производимые на станции. По горизонтали против наименования каждой операции наносится падающее на нее время с соблюдением принятой последовательности и параллельности выполнения всех операций, определяющих величину станционного интервала.



На рис. 23 — 25 в качестве примера приведены графики расчета станционных интервалов.

На рис. 23 изображен график расчета интервалов неодновременного прибытия  $t_{нп}$  и скрещения  $\tau$  по станции при следующих условиях: а) элек-

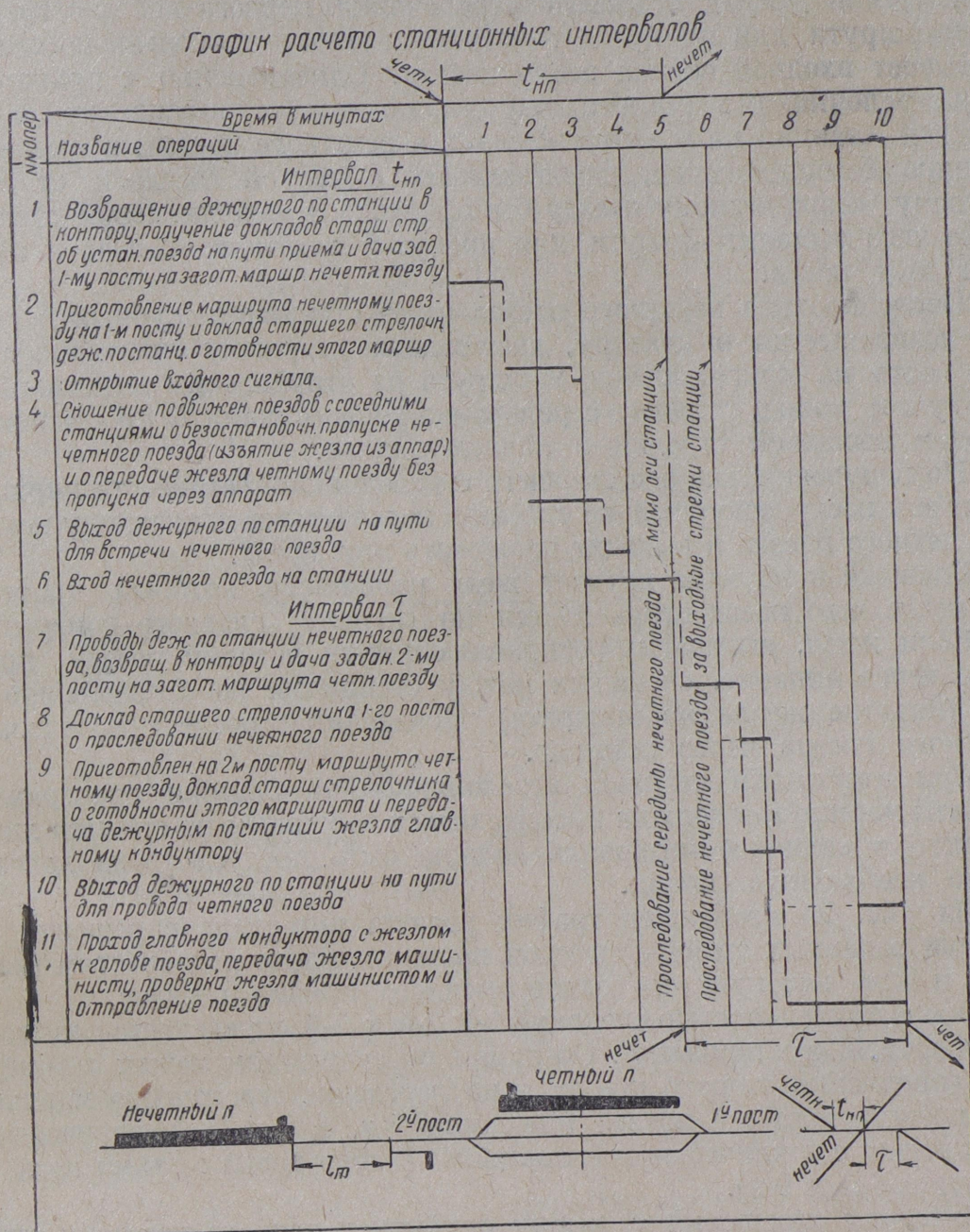


Рис. 23

трожезловой системе связи; б) наличии старших стрелочников на станции; в) пропуске одного из поездов (нечетного) через станцию безостановочно (с хода) и отправлении другого поезда (четного) без пропуска жезла через аппарат.

Дежурный по станции, по возвращении после встречи четного поезда в контору, получает от старших стрелочников по телефону доклады о прибытии поезда в полном составе и установке его в пределах контрольных столбиков.



Одновременно старший стрелочник второго поста докладывает о готовности маршрута для приема нечетного поезда, а старший стрелочник первого поста получает задание дежурного по станции на приготовление маршрута на пропуск того же поезда.

Получив доклад старшего стрелочника первого поста о готовности маршрута для пропуска нечетного поезда, дежурный по станции открывает входной сигнал этому поезду. Одновременно с приготовлением стрелочником маршрута дежурный по станции запрашивает согласие соседней станции на изъятие жезла для нечетного поезда, проходящего станцию безостановочно, согласовывает с другой соседней станцией передачу жезла четному поезду без пропуска через жезловой аппарат, после чего выходит на пути для пропуска нечетного поезда и провожает этот поезд.

После прохода нечетного поезда через станцию дежурный по станции возвращается в контору, дает задание старшему стрелочнику второго поста на приготовление маршрута на отправление четного поезда и получает доклад старшего стрелочника первого поста о проследовании поездом выходной стрелки в полном составе.

По получении доклада старшего стрелочника о готовности маршрута на втором посту дежурный по станции передает жезл главному кондуктору четного поезда и выходит провожать этот поезд.

Главный кондуктор вручает жезл машинисту, который проверяет его, после чего поезд отправляется по сигналу главного кондуктора.

Если жезл, выдаваемый отправляющемуся четному поезду, проводится через аппарат, сношения между станциями по отправлению поезда (изъятие жезла из аппарата) производятся после проследования нечетного поезда через станцию.

При отсутствии старших стрелочников на станции проверка готовности маршрутов должна производиться дежурным по станции лично, для чего в величине интервала должно быть предусмотрено дополнительно необходимое время.

На рис. 24 изображен график расчета интервала скрещения при наличии заданных стоянок поездов по техническим надобностям (набор воды) и при недопущении одновременного приема поездов.

Продолжительностью операций 1-й, 2-й и 3-й определяется интервал неодновременного прибытия. Операции по сношениям между станциями для отправления второго поезда и по переделке стрелочного маршрута отправления того же поезда (операции 5-я, 6-я и 7-я) производятся параллельно с техническими операциями (набор воды) с этими поездами (операции 8-я и 9-я).

Интервал скрещения  $\tau_1$  между прибытием первого поезда и отправлением второго равен сумме интервала неодновременного прибытия  $t_{нп}$  и заданной стоянки по техническим надобностям.

Интервал между прибытием второго поезда и отправлением первого определяется в данном случае временем переделки маршрута и временем доставки жезла машинисту (операции 4-я, 5-я, 7-я и 10-я).

При допущении одновременного приема поездов на станцию между прибытиями поездов желательно по практическим соображениям иметь интервал в 1 мин. для того, чтобы дежурный по станции имел возможность проследить за правильностью приема обоих поездов.



Такой же интервал принимается и между моментами отправления поездов со станции.

Величина станционного интервала попутного следования зависит от способа пропуска попутных поездов по ограничивающим перегон станциям, с остановкой или безостановочно;

Здесь могут быть четыре случая:

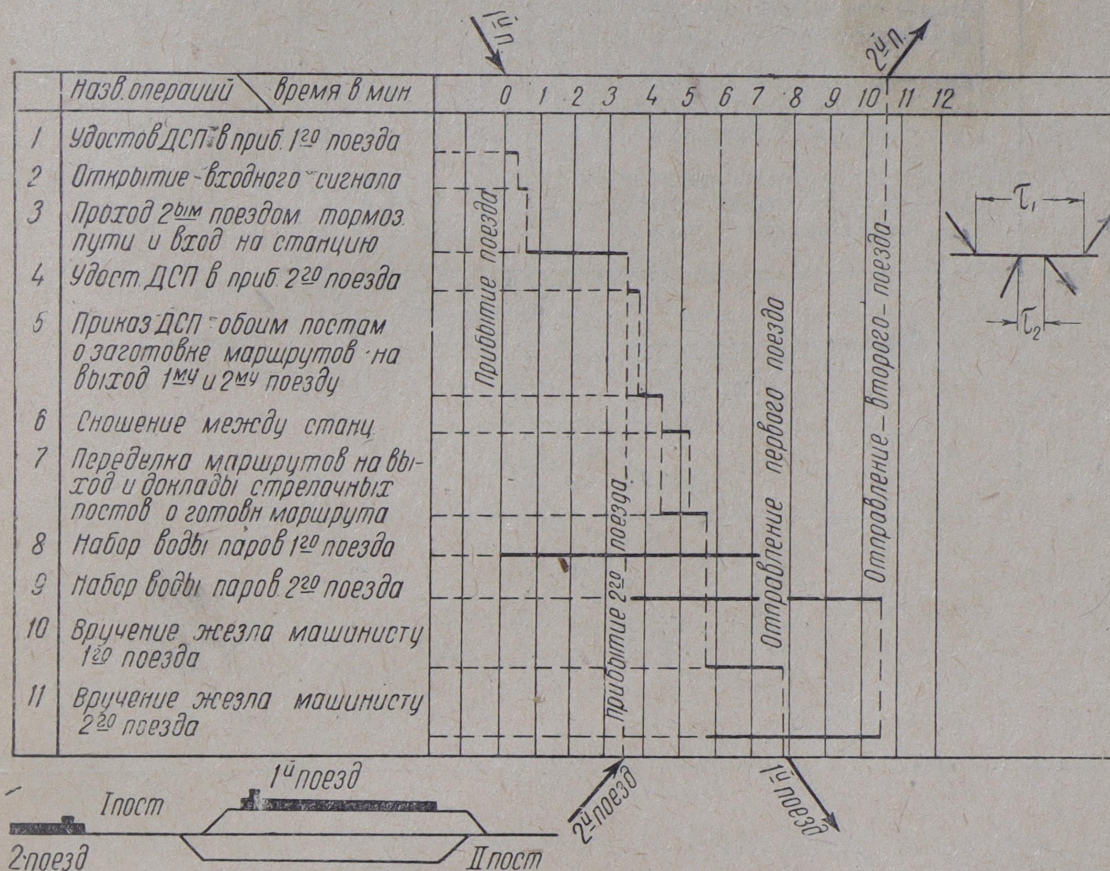


Рис. 24

1. Оба поезда, между которыми определяется интервал попутного следования, по условиям графика имеют стоянки — первый на ст. А и второй на ст. Б (практически редкий случай; см. рис. 26).

В этом случае интервал попутного следования складывается из времен следующих операций:

а) проверки дежурным по ст. А прибытия поезда в полном составе и установки его на приемном пути,

б) сношений между станциями по движению поездов и

в) открытия выходного сигнала или вручения машинисту жезла, путевой телеграммы или путевой записки на ст. Б.

2. Первый поезд проходит ст. А с ходу, а второй поезд имеет на ст. Б стоянку (рис. 26-а).

Первым элементом интервала попутного следования является время проверки дежурным по ст. А проследования поезда за выходные стрелки станции. Остальные два элемента те же, что и в предыдущем случае.



# Гратик расчета станцион интервала попутного следования

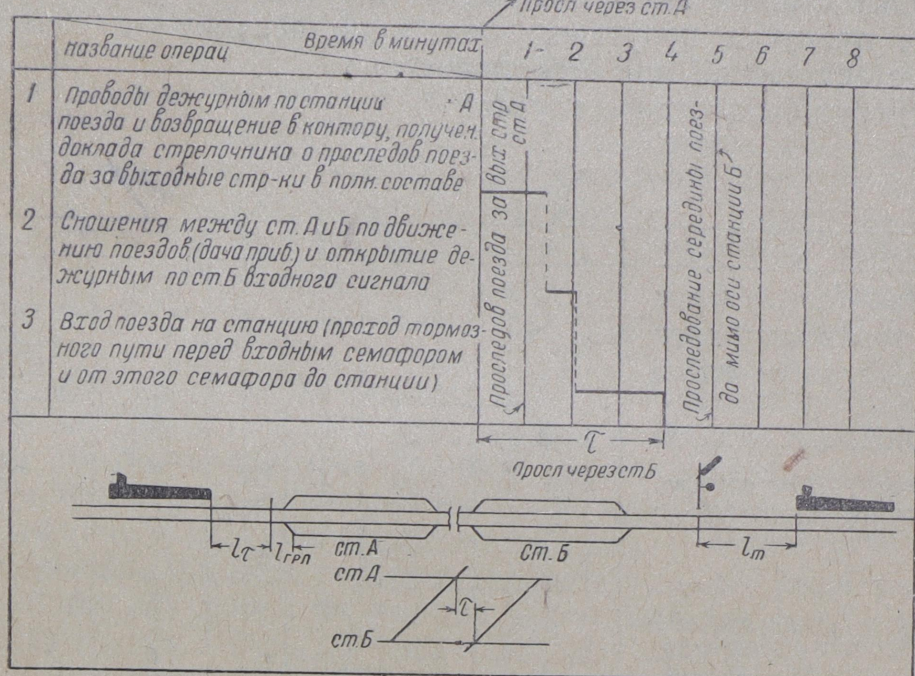


Рис. 25

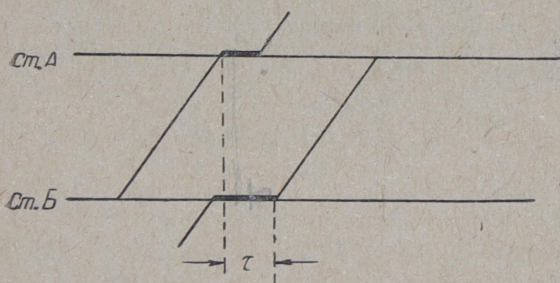


Рис. 26

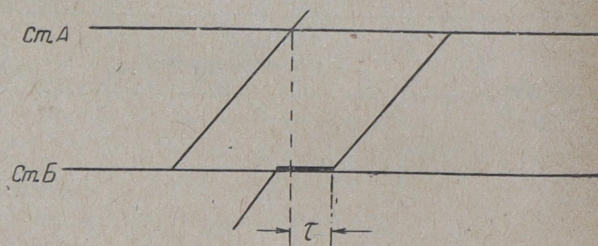


Рис. 26-а

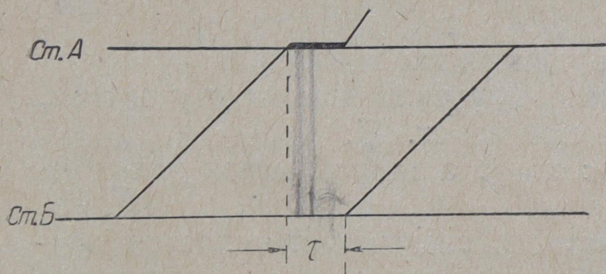


Рис. 26-б

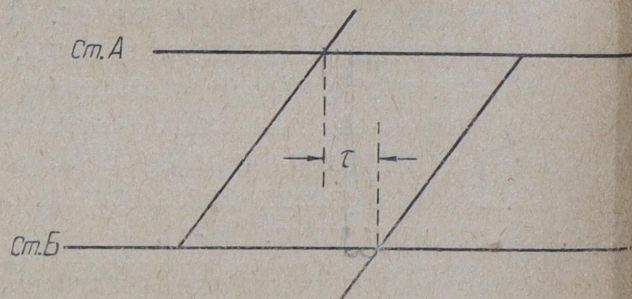


Рис. 26-в



3. Первый поезд имеет на ст. А стоянку, а второй поезд проходит ст. Б с хода (рис. 26-б).

Интервал попутного следования складывается тогда из времен следующих операций.

При жезловой системе или телеграфе:

- а) проверки дежурным по ст. А прибытия поезда в полном составе,
- б) сношения между станциями по движению поездов,
- в) выхода дежурного по ст. Б на пути для передачи жезла или путевой проходящему поезду к моменту входа его на станцию (рис. 27-а) и
- г) прохода головы поезда от входных стрелок до выходных стрелок ст. Б.

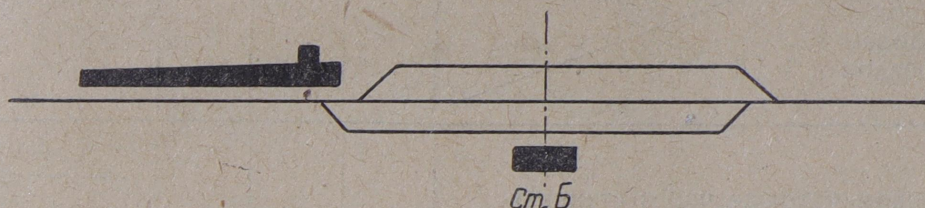


Рис. 27-а

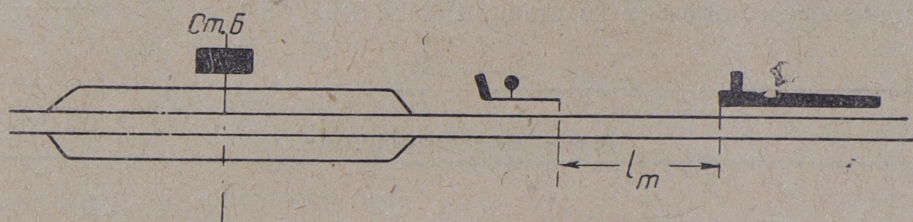


Рис. 27-б

При полуавтоматической блокировке (при диске сквозного прохода):

а и б) те же операции, что и при жезлах и телеграфе;

в) прохода поездом тормозного пути перед входным семафором  $l_m$  и от этого семафора до станции (рис. 27-б).

4. Оба поезда, между которыми определяются интервалы, проходят станции с хода, первый — ст. А и второй — ст. Б (рис. 26-в).

В этом случае, который является основным, интервал попутного следования складывается из времен следующих операций:

а) проверки дежурным по ст. А проследования поезда за выходные стрелки станции,

б) сношений между станциями по движению поездов.

Остальные элементы времени те же, что и в третьем случае.

На рис. 25 изображен график расчета станционного интервала попутного следования на двухпутном перегоне при полуавтоматической блокировке и сквозном следовании обоих поездов через станцию (четвертый случай).

Графики 23 — 25 приведены в качестве примеров расчета станционных интервалов и не могут рассматриваться как стандартные.

Для каждой станции, в зависимости от местных условий, должны быть установлены конкретные нормы времени отдельных элементов



станционных интервалов и разработана такая организация выполнения всех операций по приему, отправлению и пропуску поездов на станции, чтобы станционные интервалы получились наименьшими,—разумеется, не в ущерб безопасности движения.

Примерные значения интервалов неодновременного прибытия, скрещения и попутного следования приведены в табл. 5, 6 и 7.

Таблица 5

Интервалы неодновременного прибытия					Схемы скрещения поездов
Порядок проследования поездов	Расстояние от входного сигнала до предельного столбика противоположного конца пути в м	1000	1300	1600	
При сквозном проходе через станцию одного из поездов . . . . .		4	5	5	
При остановке обоих поездов на станции		5	5	6	

Таблица 6

Интервалы скрещения						Таблица 6	
Средства сношений при движении поездов	Обслужи- вание стрелок	При безостано- вочном проходе одного из поездов			При остановке обоих поездов		
		расстояние прохода главного кон- дуктора от дежурного по станции к голове отправляющегося поезда в м					
		100	300	500	100	300	500
1. Автоблокировка . . . . .	Центральн.	1	1	1	0,5	0,5	0,5
2. То же . . . . .	Ручное	2	2	2	1	1	1
3. Полуавтоматическая блокировка . . . . .	Центральн.	2	2	2	2	2	2
4. То же . . . . .	Ручное	2,5	2,5	2,5	2	2	2
5. Электрожелезная систе- ма без пропуска жезла через аппарат . . . . .	Центральн.	3	4	6	2	4	6
6. Электрожелезная систе- ма с пропуском жезла через аппарат . . . . .	или ручн.	4	5	7	3	5	7
7. Телеграф или телефон .	»	5	6	8	4	6	8
Схемы скрещений поездов							



Интервалы неодновременного прибытия (табл. 5) и скрещения (табл. 6) рассчитаны для станций, имеющих старших стрелочников, или при наличии централизации стрелок.

При отсутствии старших стрелочников интервалы эти, в зависимости от местных условий, несколько увеличиваются.

Таблица 7

Интервалы попутного следования

Средства	Порядок пропуска поездов по станциям	Первый поезд проходит станцию с хода, второй поезд имеет стоянку			Оба поезда имеют стоянку			Оба поезда проходят станцию с хода	Первый поезд имеет стоянку, второй проходит станцию с хода	Примечание
		расстояние прохода главного кондуктора к голове поезда в м								
		100	300	500	100	300	500			
матиче- окировка ая без очных ов . . . матиче- кировка ая . . . система или те- и двух- вижении в . . . или те- и одно- вижении		1,5	1,5	1,5	1	1	1	4	4	
		2	2	2	2	2	2	5	4	
		3	5	7	3	4	6	3	3	
		3	5	7	3	5	7	3	3	
		4	6	8	4	6	8	4	4	
валов по- едования										

### Графический способ расчета станционных интервалов

В некоторых случаях расчета,—при длинных горловинах, большом количестве поездов в маршрутах прибытия и отправления, враждебности путей и т. п., при большой частоте движения на пригородных станциях наиболее целесообразным является применение графического способа расчета станционных интервалов (рис. 28). Для выполнения такого расчета следующий. Вычерчивается график расчета. По горизонтальной оси откладывается время, по вертикальной — расстояние. На вертикальной оси наносятся станции с указанием точного (по масштабу) положения стрелочных и выходных горловин, входных и выходных сигналов, предельных столбиков приема-отправочных путей, станционного здания и стрелочных постов.



Построение начинается с нанесения на график кривой времени хода одного из поездов (рис. 28). Линия хода строится для середины  $AB$ , головы  $A'B'$  и хвоста  $A''B''$  поезда. Положения, занимаемые последовательно головой, серединой и хвостом поезда по отношению к станции, определяют положения прибытия и отправления поездов по станции, а также начальные и конечные моменты различных станционных операций.

В данном случае от точки, соответствующей моменту прибытия первого поезда (точка  $B$ ), по горизонтальной оси откладывается время отдельных основных операций, определяющих величину станционных интервалов.

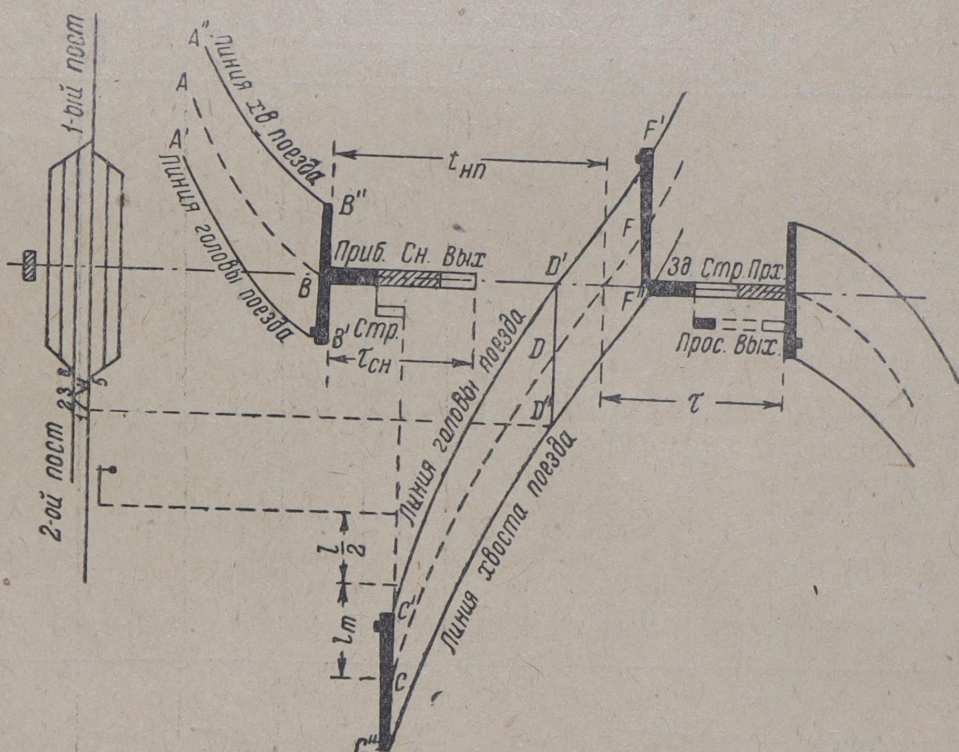


Рис. 28

Операциями этими являются:

- а) проверка дежурным по станции прибытия первого поезда и дача задания стрелочнику первого поста на заготовку маршрута — *приб*;
- б) приготовление маршрута, доклад старшего стрелочника о готовности маршрута и открытие входного сигнала — *стр*;
- в) сношения между станциями по движению поездов — *сн*;
- г) выход дежурного по станции для встречи поезда — *вых*.

Станционный интервал, определяемый продолжительностью перечисленных операций, обозначен на чертеже через  $\tau_{сн}$ .

После открытия входного семафора второй входящий на станцию поезд должен находиться от него на расстоянии тормозного пути  $l_m$ . Середина поезда в этот момент обозначена на рисунке буквой  $C$ . От этой точки строится кривая времени прохода поезда через станцию  $CDF$  и соответствующие кривые для головы  $C'D'F'$  и хвоста  $C''D''F''$ .



того же поезда. Положение поезда в момент проследования станции  $F'FF''$  определяет величину интервала неодновременного прибытия  $t_{нп}$ , который оказывается больше интервала по условиям сношения  $\tau_{сн}$ .

Для определения интервала скрещения между прибытием второго поезда и отправлением первого прибывшего на скрещение поезда поступаем следующим образом.

Начиная от момента проследования хвоста поезда мимо дежурного по станции (точка  $F''$ ), откладываем по горизонтали продолжительность следующих операций:

а) возвращения дежурного по станции в контору и дачи задания стрелочнику второго поста на переделку маршрута — *зд*;

б) доклада старшего стрелочника первого поста о проследовании поезда за выходные стрелки — *прос*;

в) приготовления маршрута на втором посту, доклада о готовности маршрута и передачи жезла главному кондуктору — *стр*;

г) выхода дежурного по станции на пути — *вых*;

д) прохода главного кондуктора с жезлом к голове поезда и отправления поезда — *прх*.

Этим построением определяется величина интервала скрещения  $\tau$ .

## Г Л А В А 4

### РАСЧЕТ ИНТЕРВАЛОВ МЕЖДУ ПОЕЗДАМИ В ПАКЕТЕ

Разделение межстанционных перегонов промежуточными разделными пунктами — блок-постами, телеграфными постами или светофорами — при автоблокировке позволяет применять пакетное движение (рис. 10-а и 33).

Пакетным называется такое движение, когда следом идущие поезда разграничиваются при отправлении с раздельного пункта межпостовыми перегонами или блок-участками.

Межпостовым перегонном называется перегон, ограниченный двумя постами или постом с одной стороны и станцией — с другой.

Перегон, расположенный между двумя блок-семафорами или между двумя светофорами, называется блок-участком.

Межпостовые перегоны и блок-участки между станцией и проходным сигналом называются выходными, между двумя проходными сигналами — промежуточными, между проходным сигналом и станцией — входными.

Группа поездов одного направления при пакетном движении называется пакетом (рис. 29).

Промежуток времени между моментами отправления со станции или моментами прибытия на станцию двух поездов в пакете называется интервалом в пакете. Интервалом в пакете является также промежуток времени между моментами проследования двух поездов в пакете мимо одного и того же пункта перегона или станции.

Для построения графика, а также для расчетов пропускной способности должны быть найдены наименьшие возможные интервалы в пакете как для всего участка, так и для каждого перегона.



Наименьшая величина интервалов в пакете определяется из условия, чтобы сзади идущий в пакете поезд не снижал своей скорости из-за несвоевременного освобождения перегона впереди идущим поездом.

Для этого необходимо, чтобы следующие в пакете поезда были разграничены между собой определенным минимальным расстоянием.

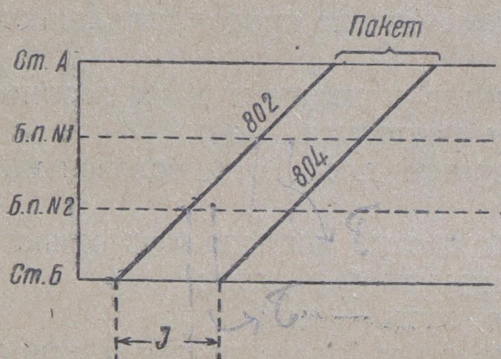


Рис. 29

Величина этих разграничивающих расстояний между двумя следом идущими поездами определяется из следующих условий:

1. Сзади идущий поезд в момент открытия ему проходного или входного сигнала должен находиться от открываемого сигнала на расстоянии тормозного пути или у сигнала с зеленым огнем при автоблокировке.

2. Выходной, проходной или входной сигнал сзади идущему поезду представляется возможным открыть через некоторое время после освобождения впереди идущим поездом блок-перегона.

Это время при полуавтоматической блокировке и телеграфной связи представляет собой время на сношения между отдельными пунк-

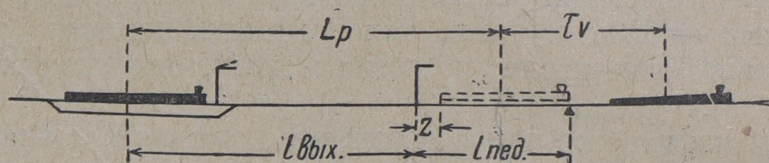


Рис. 30

тами и равно станционному интервалу попутного следования  $\tau$ . При автоблокировке оно равно времени на освоение машинистом сигнала, приблизительно 0,1 — 0,15 мин.

За это время первый в пакете поезд пройдет некоторое расстояние  $\tau v$ , где  $v$  — скорость поезда за это время. Таким образом, разграничение поездов в пакете, определяемое указанными выше условиями, может быть, например, для полуавтоматической блокировки, представлено следующими схемами:

а) на рис. 30 представлена схема разграничения поездов в момент открытия выходного семафора второму поезду;

б) на рис. 31 представлена схема разграничения поездов в момент открытия проходного семафора второму поезду после прибытия первого на станцию;

в) на рис. 32 представлена схема разграничения поездов в момент открытия проходного семафора второму поезду после освобождения первым промежуточного блок-перегона  $l_{п.м.}$



На этих рисунках:

$l_{вых}, l_{ох}, l_{лм}$  — длины блок-перегонов, выходного, входного и промежуточного;

$l_{пед}$  — педальное расстояние (от семафора до путевой педали);

$l_m$  — тормозной путь;

$\frac{l}{2}$  — половина длины поезда;

$\tau v$  — путь, проходимый поездом за время сношений.

Для случаев сквозного прохода поездами станций, а также для других систем поездной связи (автоблокировка, телеграф) приведенные схемы видоизменяются, но принцип разграничения поездов в пакете остается тот же.

Из рассмотрения приведенных схем вытекает, что:

1. Интервал в пакете между моментами отправления поездов со станции (рис. 30) равен времени хода первого в пакете поезда от мо-

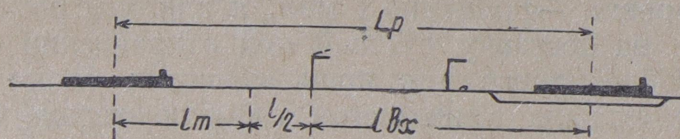


Рис. 31

мента отправления со станции до момента освобождения выходного блок-перегона, т. е. нажатия поездом педали, плюс время на сношения  $\tau$ .

2. Интервал в пакете между моментами прибытия поездов на станцию (рис. 31) равен времени на сношения плюс время хода поезда на протяжении  $L_p$ .

3. Интервал в пакете между моментами проследования поездами проходного сигнала, ограничивающего промежуточный блок-перегон (рис. 32), равен времени хода второго поезда на протяжении  $L_p$  плюс время на сношения.

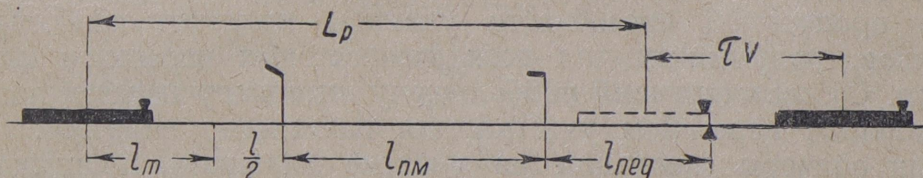


Рис. 32

Таким образом, во всех случаях величина интервала в пакете  $I$  складывается из времени хода поезда по определенному расстоянию, называемому расчетным расстоянием  $L_p$ , и времени станционного интервала попутного следования:

$$I = \frac{L_p}{v} + \tau = t_p + \tau,$$

где:  $v$  — скорость хода поезда в пределах расчетного расстояния;

$t_p$  — время хода поезда по расчетному расстоянию.



Эта зависимость является общей для всех систем поездной связи (полуавтоматической и автоматической блокировки и телеграфа) и для всех разграничивающих поездов блок-перегонов (входных, выходных, промежуточных, проходных).

Отсюда следует, что для определения интервала в пакете должны быть предварительно найдены время хода поезда  $t_p$  по расчетному расстоянию и станционный интервал попутного следования  $\tau$ .

Время хода поезда по расчетному расстоянию  $t_p$  определяется обыкновенно точным графическим способом тяговых расчетов. Это время может быть также определено опытными поездками.

Для определения этого времени должна быть найдена величина расчетного расстояния данного блок-перегона.

Станционный интервал попутного следования  $\tau$  равен:

а) при полуавтоматической блокировке и телеграфных постах — времени на сношения между отдельными пунктами; для полуавтоматической блокировки — примерно 1 мин. и для телеграфа — 2 — 3 мин., кроме времени на доставку путевой при отправлении со станции;

б) при автоблокировке для промежуточных блок-участков — времени освоения сигнала машинистом (приблизительно 0,15 мин.);

в) при автоблокировке при расчете интервалов в пакете между моментами отправления поездов со станции и между моментами прибытия на станцию — времени на переделку стрелочных маршрутов.

Величина интервалов в пакете получается различной для разных блок-участков вследствие разной длины этих блок-участков, разных скоростей движения поездов по ним и, в некоторых случаях, разных величин станционных интервалов.

Интервалом в пакете, через который следует отправлять поезда на перегон, является наибольший из интервалов, рассчитанных для всех блок-перегонов данного межстанционного перегона.

Блок-перегон, для которого интервал в пакете получается наибольшим, называется максимальным.

Расчетным интервалом в пакете для участка, принимаемым для расчета пропускной способности участка, является наибольший из интервалов, полученных для всех межпостовых перегонов или блок-участков. Соответствующий наибольшему интервалу перегон называется максимальным перегонном участком для пакетного движения.

Если размеры движения на участке различны, пропускная способность должна быть рассчитана для каждой части участка с одинаковыми размерами движения.

В тех случаях, когда по условиям пропускной способности не требуется реализации наименьших возможных интервалов в пакете, следует в целях наилучшего обеспечения плавности движения поездов найденный расчетный интервал в пакете увеличивать на 1 — 2 мин., округляя результат до целого числа минут.

### **Расчет интервалов в пакете при полуавтоматической блокировке**

Расчетные расстояния  $L_p$  для выходного, входного и промежуточного межпостовых перегонов показаны на рис. 30, 31 и 32.

Соответственные выражения длины этих расчетных расстояний будут:



для выходного блок-перегона (рис. 30);

$$L_p = l_{\text{вых}} + \frac{l}{2} + z;$$

для входного блок-перегона (рис. 31):

$$L_p = l_{ex} + \frac{l}{2} + l_m;$$

для промежуточного блок-перегона (рис. 32):

$$L_p = l_{nm} + l + z + l_m.$$

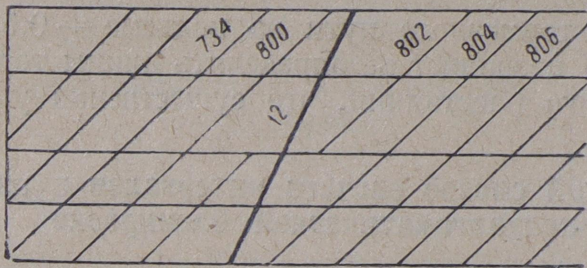


Рис. 33

В этих формулах все обозначения те же, что и на рисунках, а через  $z$  обозначено так называемое гарантийное расстояние, равное разности pedalного расстояния и длины поезда, т. е.:

$$z = l_{ne\partial} - l.$$

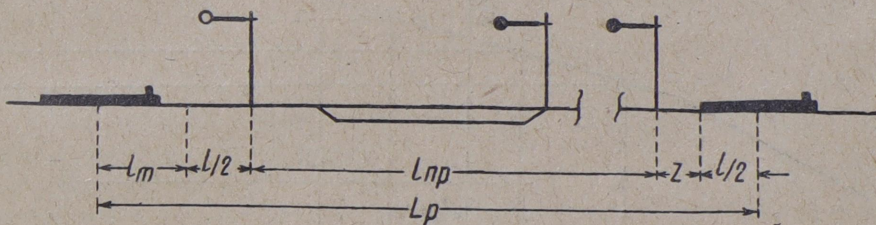


Рис. 34

Разграничение поездов при сквозном проходе их по станции определяется из условия, что входной сигнал сзади идущему поезду может быть открыт только после открытия выходного сигнала, а следовательно, после освобождения выходного блок-участка первым поездом (рис. 34).

В этом случае

$$L_p = l_{np} + l + z + l_m,$$

где  $l_{np}$  — проходной блок-перегон, равный расстоянию от входного семафора до конца выходного блок-перегона.

При отсутствии диска сквозного прохода, что может иметь место до оборудования ими всех станций, разграничение поездов при сквозном проходе определяется по рис. 35.



С точностью, достаточной для практических целей, время хода по тормозному пути может быть принято, как это уже указывалось выше,

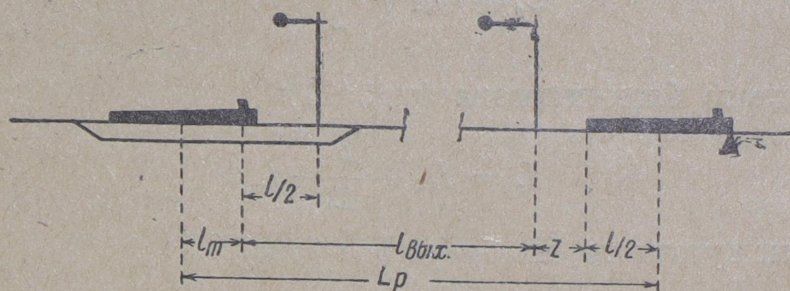


Рис. 35

при расположении тормозного пути на подъеме — 0,5 мин. и на спуске — 1,0 мин. Это позволяет не определять длины тормозного пути  $l_m$  как части расчетного расстояния, что существенно упрощает расчеты.

### Графический способ расчета интервалов в пакете при полуавтоматической блокировке

Расчет интервала в пакете может выполняться графическим способом и несколькими приближенными способами, изложенными ниже.

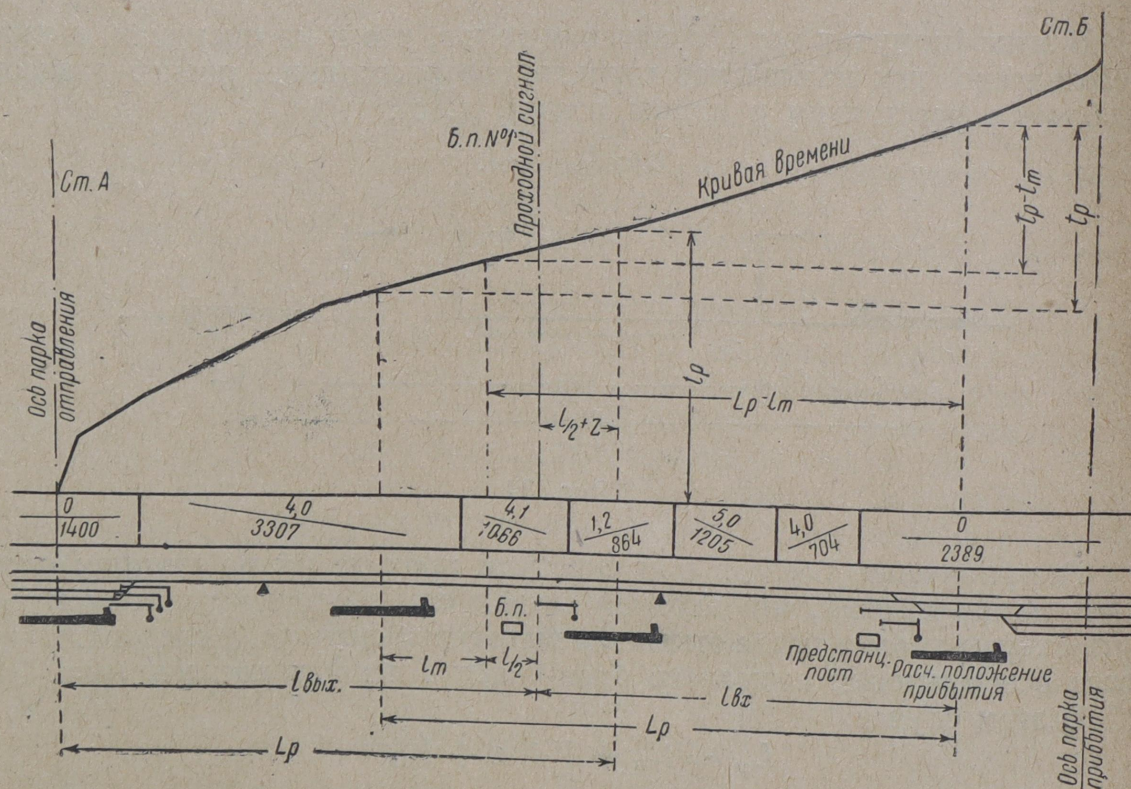


Рис. 36

Пример графического определения интервала в пакете для перегона А—Б, разделенного блок-постом № 1 на два блок-участка, приведен на рис. 36.



На рисунке показаны:

1. Расчетные расстояния  $L_p$  для обоих межпостовых перегонов (ст. А — блок-пост № 1 и блок-пост № 1 — ст. Б) и соответствующие им времена хода  $t_p$ .

2. Расстояние  $(L_p - l_m)$  для входного разграничивающего перегона, по которому определяется время хода поезда  $(t_p - t_m)$  в том случае, когда время хода на протяжении тормозного пути  $l_m$  принимается по нормам.

Способ определения времени  $t_p$  или  $(t_p - t_m)$  при известных расчетных расстояниях  $l$  и  $(L_p - l_m)$  поясняется пунктирными линиями, показанными на рисунке.

Расчетный интервал определяется, как правило, по межпостовому перегону, по которому время хода поезда наибольшее.

### Приближенный расчет интервалов в пакете при полуавтоматической блокировке

При наличии данных о времени хода поездов по межпостовым перегонам интервал в пакете может быть исчислен как сумма времени хода поезда по перегону  $t_{бл}$  и добавочного времени  $t_{доб}$ , т. е.:

$$I = t_{бл} + t_{доб}.$$

Добавочное время складывается из станционного интервала и времени хода поезда по так называемому «добавочному расстоянию»  $l_{доб}$ .

$$t_{доб} = \frac{l_{доб}}{v} + \tau.$$

Величина добавочного расстояния равна разности между расчетным расстоянием и длиной межпостового перегона. Величина добавочного расстояния для разных разграничивающих блок-перегонов выражается суммой следующих слагаемых:

Т а б л и ц а 8

Разграничивающий перегон	Добавочные расстояния
1. Промежуточный (между проходными сигналами)	$l_{доб} = l + z + l_m$
2. Выходной (между станцией и проходным сигналом)	$l_{доб} = \frac{l}{2} + z$
3. Входной (между проходным сигналом и станцией)	$l_{доб} = \frac{l}{2} + l_m$
4. Проходной (между входным сигналом и первым за станцией проходным сигналом) при наличии диска сквозного прохода	$l_{доб} = l_m + l + z$
5. Выходной при сквозном проходе поездом станции (между станцией и первым за станцией проходным сигналом) и отсутствии диска сквозного прохода	$l_{доб} = l_m + \frac{l}{2} + z$



Примерные значения добавочного времени при полуавтоматической блокировке, включая станционный интервал  $\tau$ , для разной длины поезда и разных скоростей хода поезда на протяжении добавочного расстояния приведены в табл. 9.

Добавочное время  $t_{доб}$

Таблица 9

Разграничивающий перегон	Длина поезда			
	500 м		1000 м	
	Скорость поезда на протяжении $l_{доб}$ км/час			
	25	50	25	50
1. Промежуточный или проходной (при наличии диска сквозного прохода)	3	3	4	4
2. Выходной при отправлении поезда после стоянки	2	2	3	2
3. Входной	3	3	3	3

Этим же способом можно воспользоваться для определения величины интервала при построении графика.

При нанесенных на график линиях хода поезда по межпостовым перегонам и известных значениях добавочного времени для каждого такого перегона интервал в пакете для данного межстанционного перегона может быть найден графически следующим путем.

Каждая точка пересечения линии хода поезда с линией раздельного пункта, начиная с первого за станцией отправления (рис. 37), сносится по вертикали на линию предыдущего пункта.

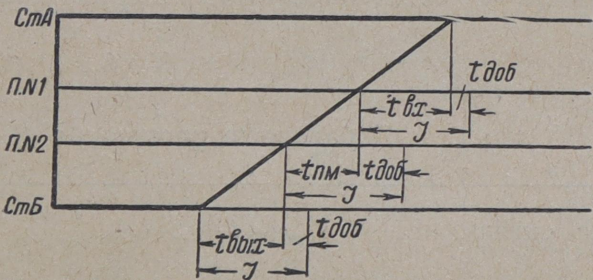


Рис. 37

На этой линии откладывается (вправо) добавочное время, соответствующее данному перегону. Этим определяется интервал между поездами на каждом разграничивающем перегоне. Наибольший полученный таким образом интервал и является интервалом данного перегона (на рис. 37 наибольшим получился интервал, определяемый

промежуточным межпостовым перегонном пост № 2 — пост № 1).

### Интервалы в пакете между поездами разных скоростей при полуавтоматической блокировке

Интервал в пакете между поездами разных скоростей, например, пассажирскими и товарными, как правило, изменяется в пределах одного и того же межстанционного перегона, так как либо один из



поездов отстает от другого (товарный от пассажирского), либо один поезд нагоняет другой (пассажирский—товарный).

Интервал в пакете между пассажирским и следующим за ним товарным поездом (рис. 38) определяется, как правило, по выходному межпостовому перегону (ст. А — пост № 1).

При расчете этого интервала время хода берется для первого поезда в пакете, т. е. пассажирского поезда. Полученный интервал представляет собой интервал между моментами отправления поездов со станции и обозначается  $I_{от}$ . Величина интервала между отправлениями этих поездов со станции должна быть проверена на возможность безостановочного пропуска товарного поезда через первый за станцией блок-пост.

Интервал между проследованием теми же поездами первого за станцией проходного сигнала (блок-поста) определяется по времени хода по второму за станцией перегону (блок-пост № 1 — блок-пост № 2) первого в пакете, т. е. пассажирского, поезда (рис. 39).

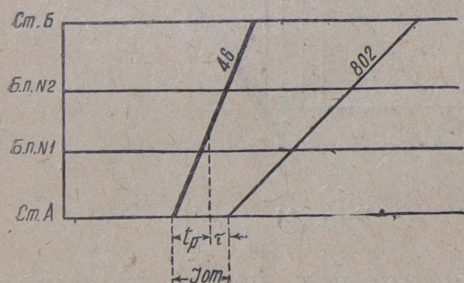


Рис. 38

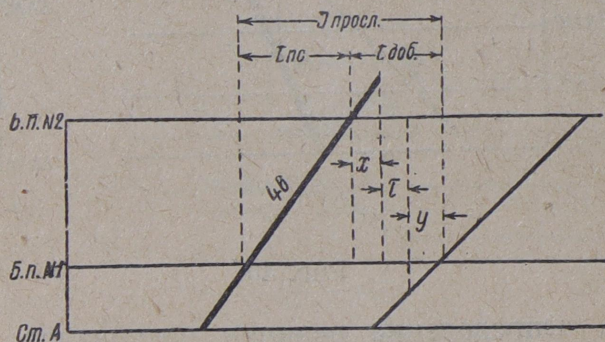


Рис. 39

Добавочное время хода  $t_{доб}$  приближенно можно определить по времени хода товарного поезда по добавочному расстоянию.

Более точно время хода по добавочному расстоянию следует рассчитывать: для части добавочного расстояния, расположенного за блок-постом № 2, — по ходу пассажирского поезда (на рис. 39 это время обозначено через  $x$ ), а для части добавочного расстояния, расположенного перед блок-постом № 1, — по ходу товарного поезда (на рис. 39 это время обозначено через  $y$ ).

Интервал в пакете между товарным и следующим за ним пассажирским поездом (рис. 40) определяется, как правило, по входному межпостовому перегону (блок-пост № 2 — ст. Б) между моментами прибытия поездов на станцию  $I_{пр}$ . При расчете интервала время берется для второго в пакете, т. е. пассажирского, поезда.

В том случае, когда интервал  $I_{просл}$  между моментами проследования поездов мимо последнего перед станцией проходного сигнала (блок-пост № 2) оказывается больше, чем  $I_{пр} + (t'_{вх} - t''_{вх})$  (рис. 41), то интервал между товарным и пассажирским поездами на данном перегоне определяется величиной  $I_{просл}$ . Здесь  $t'_{вх}$  и  $t''_{вх}$  — времена хода по входному межпостовому перегону первого и второго в пакете поездов.



Интервал  $I_{\text{прос}}$  определяется по времени хода второго, т. е. пассажирского, поезда по межпостовому перегону, предшествующему входному (блок-пост № 1 — блок-пост № 2).

Добавочное время можно приближенно определять по времени хода товарного поезда.

Более точно время хода по добавочному расстоянию следует рассчитывать:

для части добавочного расстояния, расположенного за блок-постом № 2, — по ходу товарного поезда (на рис. 41 это время обозначено через  $x$ );

для части добавочного расстояния, расположенного перед блок-постом № 1, — по ходу пассажирского поезда (на рис. 41 это время обозначено через  $y$ ).

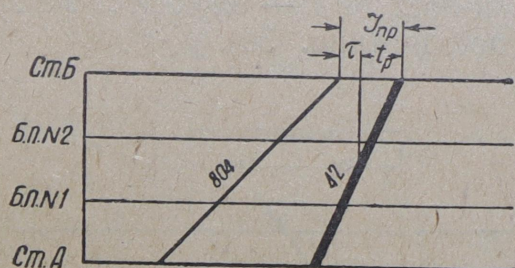


Рис. 40

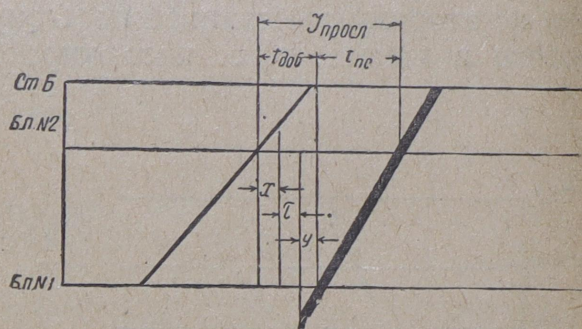


Рис. 41

Определение величин интервалов в пакете как между пассажирским и товарным поездами, так и между товарным и пассажирским удобно производить на графике подобно тому, как это было указано для определения интервала между поездами одинаковой скорости. В данном случае положение линии хода товарного поезда, следующего за пассажирским (рис. 39), определится путем проведения этой линии через конечную точку интервала по станции отправления (интервал  $I_{от}$  на рис. 38) и через такую же точку интервала по проследованию первого за станцией блок-поста (интервала  $I_{прос}$ ). На рис. 39 положение линии хода товарного поезда определяет интервал проследования.

Аналогично окончательная линия хода товарного поезда перед пассажирским (рис. 41) определится путем проведения этой линии через начальную точку интервала по прибытии на станцию (интервал  $I_{пр}$  на рис. 40) и через такую же точку интервала по проследованию последнего перед станцией блок-поста (интервала  $I_{прос}$ ). На рис. 41 положение линии хода определяет интервал проследования.

### Расчет интервалов в пакете при телеграфных постах

Расчетные расстояния при телеграфных постах отличаются от соответственных расчетных расстояний при полуавтоматической блокировке только тем, что моментом освобождения поездом межпостового перегона является не момент нажатия поездом путевой педали (которой при телеграфном способе сношений нет), а проход хвоста поезда мимо



поста. Таким образом, величина расчетных расстояний при телеграфных постах не включает величины гарантийного расстояния  $z$ .

Кроме того, величина станционного интервала  $\tau$  значительно больше, чем при полуавтоматической блокировке, а при отправлении поезда со станции после остановки станционный интервал увеличивается на время доставки путевой к голове поезда.

### Расчет интервалов в пакете при автоматической блокировке

Интервал в пакете при автоблокировке зависит как от времени прохода поездом блок-участков, так и от времени переделки стрелочных маршрутов между двумя последовательными отправлениями поездов со станции или между двумя последовательными прибытиями на станцию<sup>1</sup>.

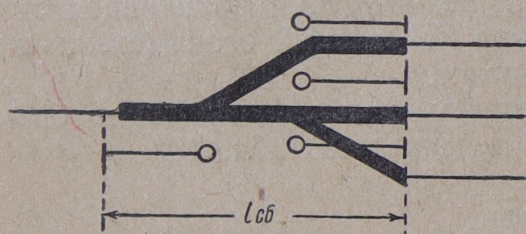


Рис. 42 Стрелочные блок-участки

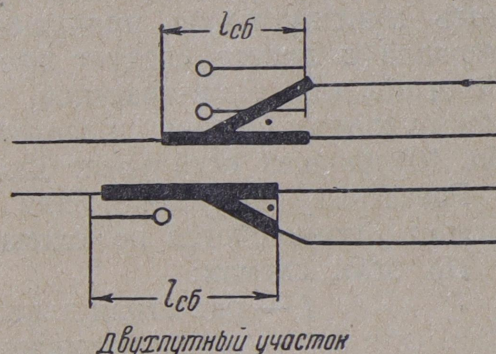


Рис. 43

Поэтому в данном случае расчет интервала в пакете должен вестись как по условиям освобождения блок-участков, так и по условиям переделки маршрута.

При расчете интервала в пакете по условиям переделки маршрута входной и выходной стрелочные блок-участки (расстояние от входного светофора до изолирующего стыка между стрелочным и станционным блок-участками и соответственно расстояние от выходного светофора до изолирующего стыка за выходным стрелочным блок-участком) (рис. 42 и 43) являются разграничивающими блок-участками.

Ввиду наличия при автоблокировке стрелочных блок-участков входным блок-участком считается блок-участок между последним перед станцией проходным и входным светофорами; выходным блок-участком считается блок-участок между выходным и первым за станцией про-

<sup>1</sup> При полуавтоматической блокировке вследствие значительной длины межпостовых перегонов время переделки маршрутов, как правило, не оказывает влияния на величину расчетного интервала.



ходным светофорами. Кроме того, вводится понятие станционного блок-участка между входным и выходным светофорами станции.

При автоблокировке поезда в пакете разграничиваются:

1) тремя смежными блок-участками — в этом случае движение происходит на зеленый огонь;

2) двумя смежными блок-участками — в этом случае движение поездов происходит под зеленый огонь светофора (на желтый огонь);

3) одним блок-участком — в этом случае движение происходит под желтый огонь (на красный огонь).

Расчет интервала в пакете по условию езды под желтый огонь производится только в том случае, когда требуется реализовать максимальную пропускную способность участка при условии, что блок-участок, на который поезд входит под желтый огонь, расположен на руководящем или близком к нему подъеме, скорость хода поезда при автотормозах не превышает в начале блок-участка 25 км/час и видимость следующего светофора хорошая.

В случаях, когда размер движения на участке таков, что реализовать максимальную пропускную способность не требуется, расчет интервала в пакете следует производить по условиям езды под зеленый огонь для блок-участков, расположенных на руководящем или близком к нему подъеме, и соответственно на зеленый огонь (схема «ж» табл. 10) на всех остальных блок-участках.

Расчетные расстояния для различных разграничивающих блок-участков определяются по схемам, приведенным в табл. 10.

На этих схемах:

$l$  — расчетная длина поезда,

$l_{бл}$  — длина промежуточного, входного или выходного блок-участков,

$l'_{бл} + l''_{бл}$  — длина двух последовательных блок-участков,

$l_{ст}$  — длина станционного блок-участка,

$l_{сб}$  — длина входного или выходного стрелочного блок-участка (длина входной или выходной горловины станции),

$l_m$  — тормозной путь поезда,

$z$  — гарантийное расстояние между светофором и изолирующим стыком.

Буквы над светофорами означают:  $k$  — красный огонь светофора,  $ж$  — желтый огонь и  $з$  — зеленый огонь. Две разные буквы над светофорами обозначают смену показаний светофора в момент освобождения первым поездом блок-участка.

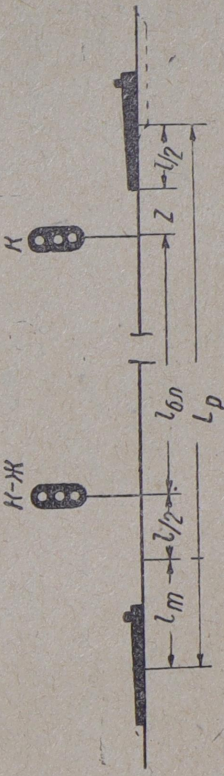
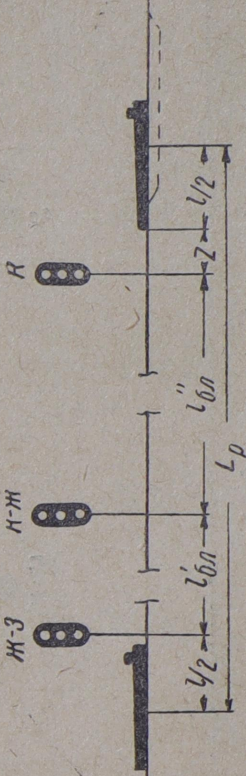
Пунктирные линии на схемах, обозначающие условно станцию, относятся к случаю расчета интервала по проходу поездом входного блок-участка.

Схемы разграничивающих блок-участков при сквозном проходе поездом станции (схемы «д» и «е») относятся к случаю перевода входного и выходного (с главного пути) светофоров на автоматическое действие.

При расчете интервала в пакете по условиям переделки маршрута (схемы «з», «и» и «к») станционный интервал  $\tau$  определяется по времени переделки маршрута, как указано в главе о расчете станционных интервалов (глава 3).



Схемы расчетных расстояний между поездами при автоблокировке

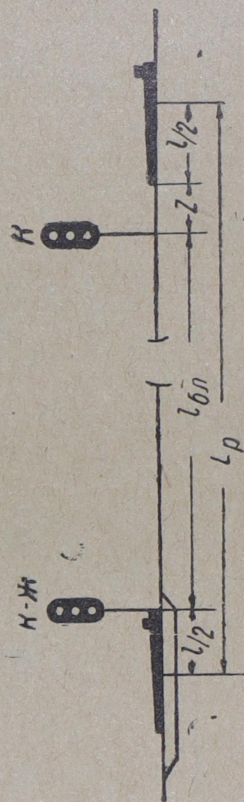
Разграничивающие участки	По условиям освобождения блок-участков
<p>а) Промежуточный или входной при езде под желтый огонь</p>	 $L_p = l_{\text{бл}} + l + z + l_m$
<p>б) То же при езде под зеленый огонь</p>	 $L_p = l'_{\text{бл}} + l''_{\text{бл}} + l + z$



Разграничивающие блок-участки

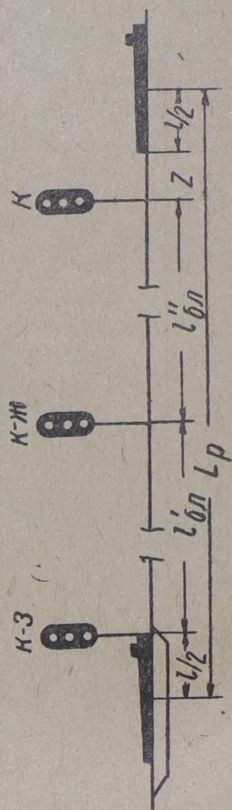
По условиям освобождения блок-участков

в) Выходной при езде под желтый огонь



$$L_p = l_{бл} + l + z$$

г) То же при езде под зеленый огонь


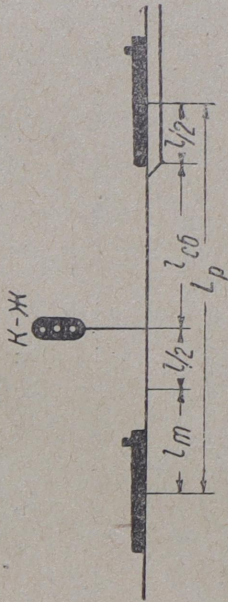
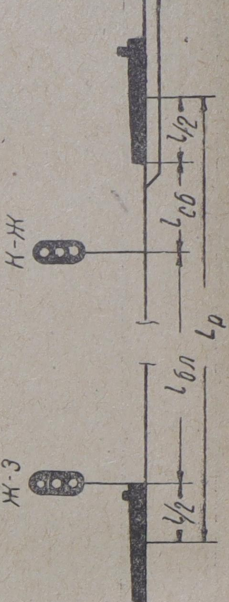


$$L_p = l'_{бл} + l''_{бл} + l + z$$



Разграничивающие блок-участки	По условиям освобождения блок-участков	
д) Станционный, независимо от условий езды под желтый или зеленый огонь последнего перед станцией проходного светофора		$L_p = l_{cm} + l_{бл} + l + z$
е) Станционный при езде под зеленый огонь последнего перед станцией проходного светофора		$L_p = l_{cm} + l_{бл} + l_{сб} + l$
ж) Промежуточный при езде на зеленый огонь		$L_p = l'_{бл} + l''_{бл} + l'''_{бл} + l + z$



Разграничивающие блок-участки	По условиям переделки маршрутов	
з) Выходной стрелочный блок-участок		$L_p = l_{cb} + l$
и) Входной стрелочный блок-участок при езде под желтый огонь последнего перед станцией проходного светофора		$L_p = l_{cb} + l + l_m$
к) То же при езде под зеленый огонь последнего перед станцией проходного светофора		$L_p = l_{bl} + l_{cb} + l$



## Определение расчетного интервала в пакете при автоблокировке

Для определения расчетного интервала в пакете при автоблокировке можно применять способ, заключающийся в аналитическом исчислении величины расчетного интервала в пакете и последующей проверке этого интервала для всех блок-участков.

Этот способ исключает необходимость расчетов интервала для каждого блок-участка.

Решение задачи в этом случае распадается на две части.

### А. Аналитическое определение величины наибольшего на участке интервала в пакете

При паровой тяге. Расчетный интервал определяется для блок-участков, расположенных на наиболее тяжелых элементах профиля (на руководящем или близком к нему подъеме). Например, в том случае, когда требуется реализовать максимальную пропускную способность, интервал определяется по условию езды под желтый огонь.

Если скорость хода поезда на протяжении всего расчетного расстояния постоянна и равна установившейся скорости на руководящем подъеме, то расчетный интервал в пакете:

$$\max I = 0,06 \cdot \frac{l_{6л} + l + z}{v} + 0,5.$$

В этой формуле все обозначения те же, что и в табл. 10;

0,5 — время прохода тормозного пути, включая время на освоение сигнала.

При электрической тяге. Максимальными блок-участками, определяющими наибольшую величину интервала в пакете, могут оказаться:

а) либо два смежных блок-участка, расположенных на затяжном спуске, который поезд проходит с наибольшей скоростью;

б) либо входной или выходной блок-участки при расчете интервала в пакете по условиям освобождения блок-участка;

в) либо блок-участок по входу на станцию по условиям переделки стрелочных маршрутов.

Наибольший для этих блок-участков интервал в пакете принимается для проверки.

### Б. Проверка найденного наибольшего интервала в пакете

Строятся две кривые времени хода  $t = f(s)$ : одна — для хвоста первого поезда, другая — для головы второго поезда, следующего за первым, с интервалом в пакете, равным найденному при аналитическом расчете интервалу.

Построение это, выполненное для условия езды под желтый огонь на руководящем подъеме, приведено на рис. 44.







1. Имеющаяся кривая времени хода поезда  $t = f(s)$ , построенная для середины поезда, переносится в горизонтальном направлении против хода поезда на расстоянии половины длины поезда  $\frac{l}{2}$ . В этом положении кривая представляет собой кривую хвоста первого поезда.

2. Та же кривая (середины поезда) переносится по горизонтали по ходу поезда на расстояние  $\frac{l}{2}$  и из этого положения по вертикали на расстояние, соответствующее по масштабу времени интервалу  $\max I$ . Полученная кривая представляет собой кривую головы второго поезда.

При помощи этих кривых определяется значение (цвет) огней светофоров, находящихся между двумя движущимися поездами, для чего:

1) Через точки на профиле, соответствующие расположению светофоров, проводятся вертикальные линии до пересечения с обеими кривыми.

Полученные вертикальные отрезки между двумя кривыми представляют собою в масштабе времени интервал между проследованием мимо данного светофора хвоста первого поезда и головы второго (следующего в пакете) поезда.

2) От точек пересечения вертикальных отрезков с кривой хвоста первого поезда (на рис. 44 точки  $k, n, m$  и т. д.) откладываются по той же кривой по ходу поезда (на рис. 44 вправо) горизонтальные расстояния от светофора до изолирующего стыка.

3) Через эти точки проводятся горизонтальные линии в сторону второго поезда (на рис. 44 влево).

Точки пересечения этих линий с вертикалями, соответствующими положениям светофоров (точки  $k', n'', n', m'', m'$  и т. д.), определяют моменты изменения цвета огней светофоров (временем на сработку реле по его незначительности пренебрегаем). Вертикальные отрезки между этими точками соответствуют продолжительности горения определенного огня светофора в интервале между двумя поездами.

Таким образом, определяются условия движения второго в пакете поезда под зеленый или под желтый огонь.

Если для какого-либо блок-участка условие езды под зеленый или в соответствующем случае под желтый огонь оказывается несоблюденным (блок-участок № 11 — № 12 на рис. 44), то это укажет, что принятый при построении кривых интервал  $I$  недостаточен.

Величина интервала  $I$ , удовлетворяющая условиям движения поездов по данному блок-участку, находится путем перемещения линии головы второго поезда по вертикали вверх до тех пор, пока точка пересечения этой кривой с вертикалью светофора не окажется на отрезке этой вертикали, соответствующей зеленому или в соответствующем случае желтому огню светофора.

Вертикальное расстояние, измеренное по масштабу времени, между кривой головы первого поезда и перемещенной кривой головы второго поезда определяет величину интервала в пакете, удовлетворяющего условиям движения поездов на данном блок-участке под зеленый (или желтый) огонь.

Такое построение показано на рис. 44. Линия хода головы второго поезда перемещена вверх над светофором № 11 с таким расчетом, чтобы точка с пересечения линии головы поезда с вертикалью светофора нахо-



дилась по масштабу времени на 1 мин. выше точки  $d$ , соответствующей перемене огня светофора № 11 с красного на желтый. Полученный интервал  $I' > I$  удовлетворяет условию езды под желтый огонь по блоку участку № 11 — № 12 (езда под желтый огонь в данном случае возможна, так как подход к светофору № 11 расположен на подъеме и скорость поезда не превышает 25 км/час).

Для проверки интервала в пакете на сквозной проход поездов по ст. Б должны быть построены кривые скорости и времени хода для безостановочного прохода станции, показанные на рис. 44 пунктиром.

Проверка на сквозной проход сделана на рис. 44 для случая разграничения поездов по схеме «е» табл. 10, т. е. для момента освобождения впереди идущим поездом выходного стрелочного блок-участка (за выходным светофором № 7).

В этот момент сзади идущий поезд должен находиться в случае езды под зеленый огонь перед светофором № 5. Горизонтальная линия, проведенная через точку  $r$  (изолирующий стык стрелочного блок-участка со стороны перегона), определяет момент изменения огней светофоров № 6 с красного на желтый и № 5 — с желтого на зеленый. Из рисунка видно, что условие езды под зеленый огонь светофора № 5 при этом соблюдается.

Для проверки интервала в пакете по условиям переделки маршрута при приеме поездов на станцию (схема «к» табл. 10) от точки  $p$  кривой хвоста первого поезда, соответствующей моменту прибытия поезда на станцию (освобождение поездом входного стрелочного блок-участка), откладывается вверх отрезок, равный станционному интервалу по переделке маршрута приема  $\tau$ . Горизонтальная линия, проведенная через полученную таким образом точку  $p'$ , определяет момент изменения огней светофоров № 6 с красного на желтый и № 5 — с желтого на зеленый.

Как видно из рисунка, условие езды под зеленый огонь светофора № 5 при этом также соблюдается.

Проверки интервала по условиям переделки маршрута при отправлении поездов со ст. Б (рис. 44) не делается ввиду малой длины выходной горловины  $l_{cb}$  и незначительности станционного интервала  $\tau$  по переделке маршрута.

### **Интервал в пакете между поездами разных скоростей при автоблокировке**

Интервал в пакете между пассажирским и следующим за ним товарным поездом  $I_{om}$  (рис. 45) определяется так же, как и при полуавтоматической блокировке по интервалу между моментами отправления этих поездов со станции.

Величина этого интервала определяется по времени хода первого в пакете, т. е. пассажирского, поезда по расчетному расстоянию выходного разграничивающего поезда перегона (по схеме «г» табл. 10).

Интервал в пакете между товарным и следующим за ним пассажирским поездом определяется так же, как и при полуавтоматической блокировке, по интервалу между моментами прибытия этих поездов на станцию  $I_{np}$ . Величина этого интервала определяется по времени хода второго в пакете, т. е. пассажирского, поезда по расчетному расстоянию входного блок-участка (по схеме «б», «ж» или «к» табл. 10).



Проверки найденных таким образом интервалов по условиям прохода поездов по промежуточным блок-участкам не требуется, так как размещение светофоров при автоблокировке производится, исходя из условия возможно большей идентичности блок-участков по величине интервала в пакете.

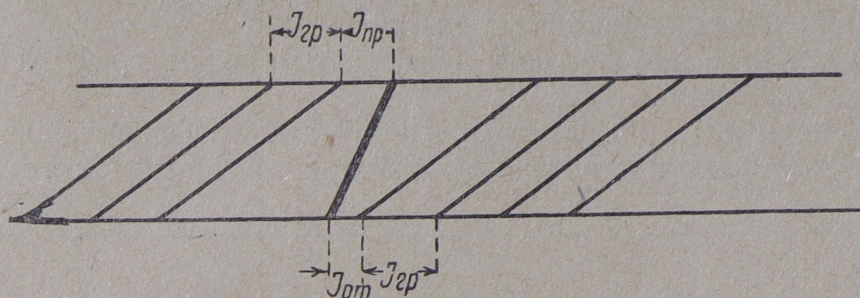


Рис. 45

## ГЛАВА 5

### ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПЕРЕГОНОВ И УЧАСТКОВ

Пропускная способность может измеряться в поездах, в вагонах или тоннах груза.

Пропускная способность в вагонах и тоннах определяется в зависимости от пропускной способности, рассчитанной в поездах.

Пропускная способность участка зависит от пропускной способности перегонов, станций, водоснабжения и тяговых устройств. Перегон, обладающий наименьшей пропускной способностью, называется ограничивающим перегоном. Если станции, водоснабжение и тяговые устройства не ограничивают пропускной способности, то пропускной способностью этого перегона определяется пропускная способность участка.

Поэтому для нахождения пропускной способности участка должен быть найден ограничивающий перегон и должна быть рассчитана его пропускная способность.

Пропускная способность перегонов, как уже указывалось выше (гл. 1), кроме других факторов, зависит также от способа организации движения поездов. Тому или иному способу организации движения соответствует определенный тип графика.

Расчеты пропускной способности при параллельном и нормальном графике выполняются различными способами и поэтому излагаются здесь отдельно.

#### Пропускная способность перегонов и участков при параллельном графике

Пропускная способность перегона при параллельном графике зависит от величины периода графика: чем меньше период графика, тем больше будет пропускная способность.

Для обыкновенного двухпутного графика период графика равен времени занятия поездом перегона, т. е.  $(t + \tau)$ , где  $t$  — время хода поезда по перегону, а  $\tau$  — станционный интервал попутного следования.



Для парного однопутного графика, пропускная способность которого выражается в парах поездов, период графика равен времени занятия перегона парой поездов, т. е.  $t' + t'' + \tau_a + \tau_b$ , где  $t'$  и  $t''$  — времена хода по перегону поездов разных направлений,  $\tau_a$  и  $\tau_b$  — интервалы скрещения по одному и другому отдельным пунктам, ограничивающим данный перегон<sup>1</sup>.

Для пакетного двухпутного графика периодом графика является интервал в пакете  $I$ .

Для непарных и для пакетных однопутных графиков число поездов, которое может быть пропущено по перегону в течение суток, зависит



Рис. 46

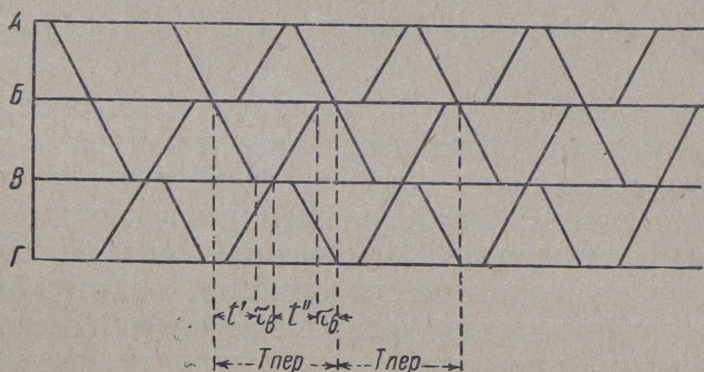


Рис. 47

от числа поездов или пар поездов, пропускаемых по перегону за время периода графика.

Обозначая период графика через  $T_{пер}$ , можно написать:

а) для двухпутного непакетного графика (рис. 46):

$$T_{пер} = t' + \tau,$$

в другом направлении:

$$T_{пер} = t'' + \tau;$$

б) для однопутного обыкновенного графика (рис. 47):

$$T_{пер} = t' + t'' + \tau_b + \tau_a;$$

<sup>1</sup> При определении величины периода графика надо учитывать время на разгон и замедление. Это время зависит от числа разгонов и замедлений за время периода и нормы добавочного времени на разгон и замедление (например, на разгон—2 мин. и на замедление—1 мин.). При этом, если на станциях, ограничивающих перегон, не предусмотрены стоянки для технических надобностей, то на двухпутной линии должны пропускаться с хода все поезда, а на однопутной—один из поездов или пакетов.



в) для двухпутного пакетного графика (рис. 48):

$$T_{пер} = I;$$



Рис. 48

г) для однопутного пакетного графика при двух поездах в пакете (рис. 49):

$$T_{пер} = t' + t'' + I' + I'' + \tau_a + \tau_b;$$

д) для обыкновенного непарного графика с соотношением поездов по направлениям, как 2:1 (рис. 50):

$$T_{пер} = 2t' + t'' + \tau_a + \tau_b + \tau'.$$

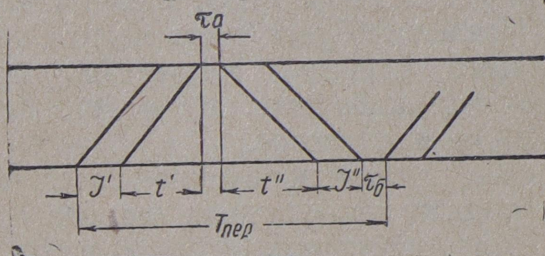


Рис. 49

Исходя из указанного понятия периода графика, пропускную способность перегона можно выразить следующей общей зависимостью:

$$n = \frac{1440 \cdot k}{T_{пер}},$$

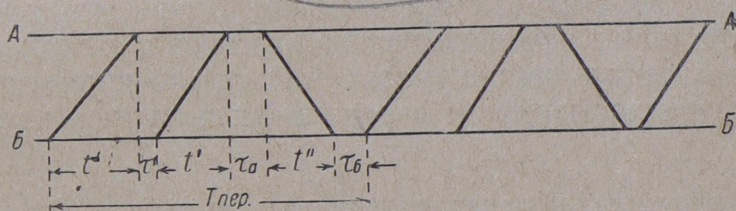


Рис. 50

где: 1440 — число минут в сутках;

$T_{пер}$  — период графика;

$k$  — число пар поездов в периоде парного графика или число поездов одного направления в периоде непарного или двухпутного графика;

$n$  — число пар поездов для парного графика или число поездов одного направления для непарного или двухпутного графика.

Следует иметь в виду, что вследствие некрatности времени суток периоду графика расчет по этой формуле не дает точного результата. Точная величина пропускной способности может быть получена графически.



Для разных типов графика, в зависимости от схемы чередования поездов в периоде графика, знаменатели приведенной формулы будут различны.

Из формулы пропускной способности, а также приведенных выражений для периодов графика можно сделать следующие выводы:

1. Пропускная способность перегона обратно пропорциональна величине периода графика. Следовательно, ограничивающим перегонном является перегон с наибольшей величиной периода графика.

2. Для увеличения пропускной способности этого перегона следует уменьшать перегонные времена хода поездов, уменьшать величину станционных интервалов на станциях, ограничивающих этот перегон, посредством применения такого порядка скрещения поездов, который обеспечивает наименьшую величину интервалов скрещения, а также применять другой тип графика, дающий большую пропускную способность.

3. Ограничивающим может быть как перегон с наибольшими временами хода поездов, т. е. так называемый максимальный перегон, так и один из перегонов, близкий по времени хода поездов к максимальному. Последнее будет иметь место в том случае, когда станционные интервалы этого перегона превышают станционные интервалы максимального перегона больше, чем на разность времен хода на максимальном и на данном перегоне.

Так как пропускная способность перегонов для данного типа графика зависит от величины периода графика, то для отыскания ограничивающего перегона достаточно найти периоды графиков всех перегонов.

Как сказано выше, период графика представляет собой сумму перегонных времен хода и станционных интервалов. Величина этих интервалов в свою очередь может изменяться в зависимости от способа пропуска поездов по раздельным пунктам (с остановкой или безостановочно), а для однопутных графиков — также и от способа организации скрещения (порядка приема на скрещение поездов разных направлений). Точно так же при разных способах организации скрещения меняется перегонное время хода (из-за изменения числа разгонов и замедлений).

Ниже даны практические указания по организации пропуска поездов по станциям, прилегающим к ограничивающему перегону.

### **Пропуск поездов через раздельные пункты, прилегающие к ограничивающему перегону однопутного участка**

Рассмотрим, как должны быть расположены линии хода поездов на максимальном и прилегающем к нему перегонах для получения наибольшей пропускной способности при разных типах графиков. При этом во всех случаях должны быть соблюдены требования § 390 ПТЭ.

1. Технических стоянок поездов на станциях, прилегающих к перегону, не задано. Один из скрещивающихся поездов должен в этом случае пропускаться безостановочно. При этом могут быть два положения: или наивыгоднейшим будет являться пропуск поездов безостановочно на максимальный перегон (рис. 51), или же наивыгоднейшим является пропуск поезда безостановочно с максимального перегона (рис. 52).



Применение первого или второго способа пропуска поездов по раздельным пунктам, прилегающим к максимальному перегону, зависит от соотношения величин интервалов скрещения и интервалов неодновременного прибытия на этих станциях. Так например, если интервал неодновременного прибытия в сторону максимального перегона меньше интервала скрещения в сторону того же перегона, то поезда надо пропускать с хода на максимальный перегон,

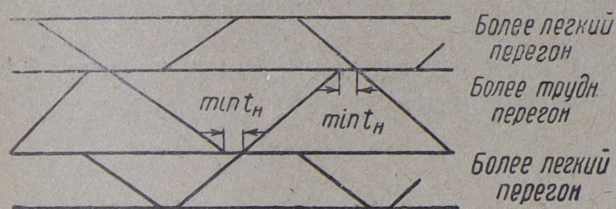


Рис. 51

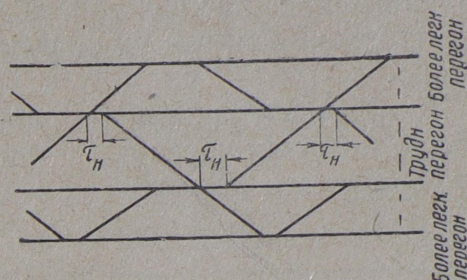


Рис. 52

т. е. располагать их на графике по схеме, приведенной на рис. 51. Такое положение обыкновенно имеет место при телеграфной и жезловой (с пропуском жезла через аппарат) системе поездной связи, при большом расстоянии подноски путевой и близком от станции расположении вход-

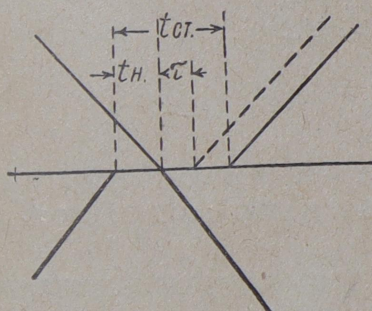


Рис. 53

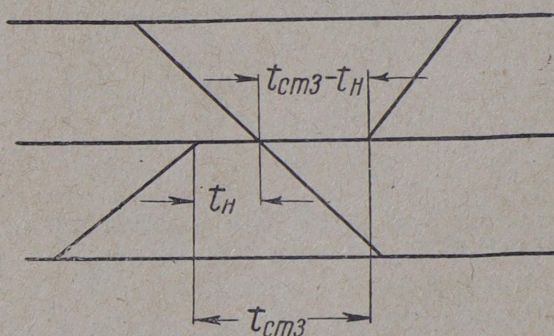


Рис. 54

ного семафора (небольшой интервал неодновременного прибытия). Наоборот, если интервал неодновременного прибытия  $t_n$  между первым, прибывающим с максимального перегона, поездом и вторым, проходящим с хода, получится больше, чем интервал скрещения, то поезда надо пропускать с хода с максимального перегона, т. е. располагать их на графике по схеме, приведенной на рис. 52. Такое расположение поездов имеет место всегда при автоблокировке, при которой нормальный интервал скрещения обыкновенно не превышает 1 — 2 мин., а также может быть при жезловой и телеграфной системах, например при небольшом расстоянии подноски жезла и обмене жезла без пропуска через аппарат. При этом надо иметь в виду, что организация скрещения по схеме рис. 51 дает, по сравнению со схемой рис. 52, сокращение перегонного времени в сумме примерно



на 2 мин., так как в первом случае в течение периода графика на максимальном перегоне имеются два замедления, а во втором случае — два разгона.

2. На одной из станций, прилегающих к максимальному перегону, задана стоянка поездов одного направления. В этом случае поезда другого направления пропускаются по данной станции с хода.

Если заданная стоянка  $t_{cm}$  превышает сумму интервала неодновременного прибытия и интервала скрещения  $t_n + \tau$  (рис. 53), что вызывает снижение пропускной способности участка, то можно избежать этого снижения путем уменьшения одного интервала за счет увеличения другого.

Крайние случаи такой организации скрещения показаны на рис. 54 и 55, на которых через  $t_{cm3}$  обозначены заданные для технических надобностей стоянки поездов.

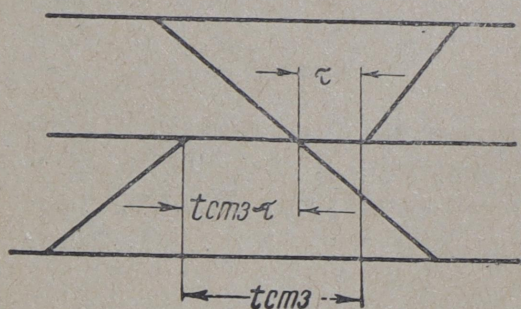


Рис. 55

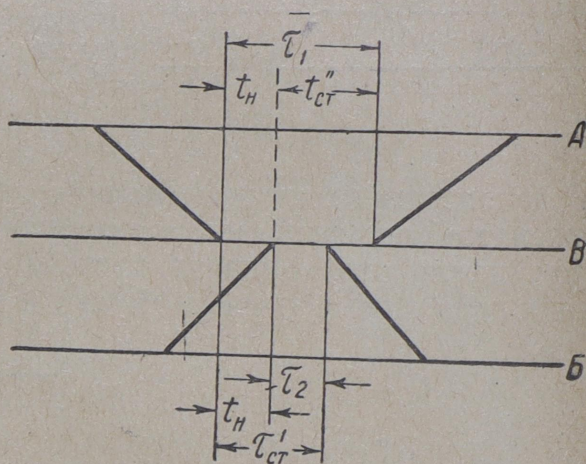


Рис. 56

3. На одной из станций, прилегающих к максимальному перегону, заданы стоянки поездам обоих направлений.

В этом случае так же, как и в предыдущем, взаимное расположение поездов на смежных перегонах, прилегающих к станции с заданными стоянками, определяется условием возможного уравнивания периодов графика этих перегонов, что достигается выбором соответствующего способа скрещения поездов на данной станции. Этот выбор основан на следующей зависимости между элементами графика по данной станции (рис. 56):

$$\tau_1' = t_{cm}' + t_n,$$

$$\tau_2 = t_{cm}'' - t_n,$$

где:  $\tau_1$  — интервал скрещения в сторону перегона, с которого входит на скрещение первый поезд,

$\tau_2$  — интервал скрещения в сторону перегона, с которого входит на скрещение второй поезд,

$t_{cm}'$  и  $t_{cm}''$  — фактические стоянки первого входящего на скрещение поезда и соответственно — второго поезда,

$t_n$  — интервал неодновременного прибытия.



Если по условиям безопасности движения (см. § 390 ПТЭ) безразлично, какой поезд принимать первым на станцию, четный или нечетный, то возможны несколько способов организации скрещения при заданных стоянках поездов обоих направлений.

Как правило, в этих случаях первым принимается на скрещение поезд, входящий на станцию с перегона, время хода по которому меньше, чем по другому прилегающему к станции перегону.

Второй поезд принимается с минимальным интервалом одновременного прибытия  $t_n$  (рис. 57).

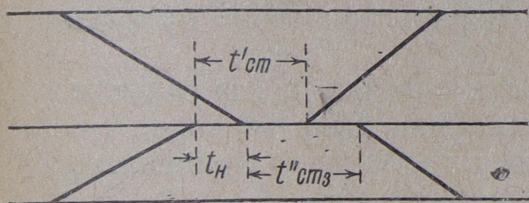


Рис. 57

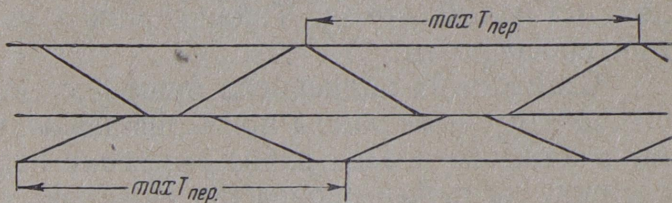


Рис. 58

Моменты отправления поездов определяются величиной заданных стоянок.

Эта схема скрещения в большинстве случаев является наивыгоднейшей.

В некоторых случаях наиболее выгодным способом организации скрещения поездов может оказаться последовательное чередование по-

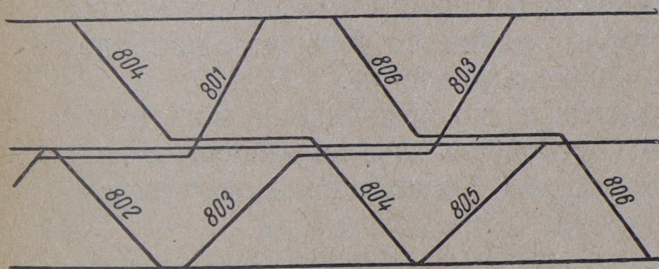


Рис. 59

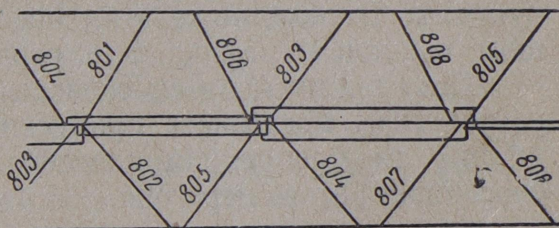


Рис. 60

рядков скрещения. При скрещении одной пары поездов первым на скрещение принимается поезд с более легкого перегона, а при скрещении следующей пары первым на скрещение принимается поезд с другого перегона (рис. 58).

Такой способ организации скрещения поездов целесообразно применять тогда, когда максимальные периоды графика при разных порядках скрещения получаются равными или почти равными (разница в 3 — 5 мин.) В этом случае средняя величина периода графика каждого перегона, определяющая их пропускную способность, получается меньше максимального периода.

Чтобы стоянки поездов по техническим надобностям не влияли на пропускную способность, следует:

а) давать стоянки по техническим надобностям на станциях, к которым прилегают перегоны с наименьшим временем хода;



б) первым приводить на скрещение на такой станции поезд с того перегона, время хода по которому меньше, чем по последующему;

в) время стоянки по техническим надобностям давать минимальное;

г) давать стоянки по техническим надобностям по возможности на тех станциях, где разрешен одновременный прием поездов.

В тех случаях, когда стоянки по техническим надобностям все же ограничивают пропускную способность, и при необходимости реализовать наибольшую пропускную способность следует на перегонах, прилегающих к станции с заданной стоянкой, строить график по рис. 59 со сдвижкой линий хода на полпериода или по рис. 60 — со сдвижкой линий хода на целый период. Такая сдвижка устраняет ограничение пропускной способности.

Сдвижка на полпериода применяется в тех случаях, когда заданные стоянки в сумме равны примерно периоду графика. Если заданная стоянка каждого поезда равна примерно периоду графика, то применяется сдвижка на целый период (на участковых станциях).

### **Определение пропускной способности участка**

Для отыскания ограничивающего перегона на участке должны быть предварительно найдены величины периода графика для перегонов максимального и незначительно отличающихся от него по времени хода, а также для перегонов, прилегающих к станциям с заданными стоянками.

Для всех этих перегонов должны быть намечены наивыгоднейшие схемы организации пропуска поездов по прилегающим к ним отдельным пунктам. В результате этих подсчетов определяется перегон с наибольшим периодом графика, т. е. ограничивающий перегон.

Если пропускная способность участка по водоснабжению и тяговым устройствам превышает пропускную способность ограничивающего перегона, то пропускная способность участка будет равна пропускной способности этого перегона.

### **Пропускная способность перегонов и участков при нормальном графике**

**П о н я т и е о с ъ е м е.** Расчет пропускной способности при нормальном (коммерческом) графике заключается в определении того максимального количества товарных поездов одинаковой скорости, которое можно пропустить по участку за сутки при наличии в обращении заданного числа пассажирских поездов.

Часть времени суток на каждом перегоне занимается для пропуска пассажирских поездов. Это время, называемое временем съема, зависит от числа пассажирских поездов, их скоростей, расположения их на графике и типа графика.

Если рассматривать графики каждого перегона или каждых двух смежных перегонов в отдельности так же, как это делалось для параллельных графиков, то оказывается, что время съема на каждом перегоне будет различно. При условии, что число пассажирских поездов и тип графика для всех перегонов одинаковы, различная на разных перегонах величина



времени съема обуславливается только разным расположением пассажирских поездов на перегонах и разной величиной периода графика перегонов.

Для выяснения зависимости величины времени съема от расположения пассажирских поездов на графике рассмотрим для примера обыкновенный однопутный парный график (рис. 61).

Каждый пассажирский поезд при проходе по перегону занимает этот перегон в течение времени, равного  $t_{nc} + \tau$ , где  $t_{nc}$  — время хода пассажирского поезда по перегону,  $\tau$  — станционный интервал скрепления.

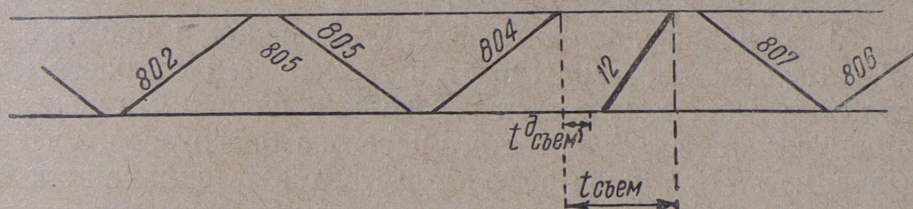


Рис. 61

После пропуска за пассажирским поездом некоторого числа товарных поездов от момента освобождения перегона последним товарным поездом до отправления на перегон пассажирского поезда может оказаться свободный промежуток времени, меньший, чем время, нужное для пропуска по этому перегону товарного поезда, т. е. меньше  $t_{zp} + \tau$ , где  $t_{zp}$  — время хода товарного поезда по перегону.

Образовавшееся таким образом свободное время на графике, недостаточное для пропуска по перегону товарного поезда, называется временем дополнительного съема  $t_{съем}^d$ .

Время дополнительного съема зависит от расположения пассажирских поездов на графике.

В случае, если товарные поезда, наложенные на график в интервале между двумя пассажирскими поездами, занимают полностью время этого интервала, дополнительный съем, очевидно, отсутствует. Следовательно, дополнительный съем получается при некратности интервала между двумя пассажирскими поездами на данном перегоне времени занятия перегона товарным поездом.

Очевидно, что нерациональное для пропускной способности расположение пассажирских поездов может привести к увеличению дополнительного съема, а следовательно, и снижению пропускной способности для товарного движения, чего допускать нельзя.

Поэтому выбор расположения пассажирских поездов, особенно в тех случаях, когда требуется реализовать максимальную пропускную способность, должен производиться с учетом получения минимального времени съема. Одновременно должны быть учтены требования получения наилучшей скорости продвижения товарных поездов и, конечно, требования организации пассажирского движения (см. гл. 9).

Таким образом, общее время съема, приходящееся на один пассажирский поезд, т. е. то время, которое не может быть при данном распо-



ложении на графике пассажирских поездов использовано для пропуска товарных поездов, равно:

$$t_{с\bar{з}ем} = t_{нсз} + t_{с\bar{з}ем}^{\partial}.$$

При отсутствии дополнительного съема:

$$t_{с\bar{з}ем} = t_{нсз}.$$

В этих формулах:

$t_{с\bar{з}ем}$  — время съема,

$t_{с\bar{з}ем}^{\partial}$  — время дополнительного съема,

$t_{нсз}$  — время занятия пассажирским поездом перегона, равное для рассматриваемого типа графика  $t_{нс} + \tau$ .

Поскольку величина дополнительного, а значит и общего, съема для одного и того же перегона может, в зависимости от расположения пассажирских поездов, изменяться в довольно широких пределах, постольку и пропускная способность этого перегона для грузового движения может, в зависимости от тех же обстоятельств, также сильно колебаться.

Величина съема на разных перегонах также получается различной в зависимости как от разного расположения поездов, так и от разной величины периода графика.

Высказанные положения, одинаково справедливые как для обыкновенного однопутного графика, так и для других типов графика, приводят к выводу, что пропускная способность при нормальном графике может быть точно определена только на основе нанесенной на график конкретной сетки пассажирских поездов.

### Расчет пропускной способности при нормальном графике

При наличии расписания пассажирских поездов пропускная способность при нормальном графике может быть точно определена путем построения графика движения на участке. Этот способ позволяет установить одновременно величину участковой скорости. Более просто, но без показателя участковой скорости, пропускная способность может быть определена на основе нанесенной на график конкретной сетки пассажирских поездов.

Отыскание ограничивающего перегона и его пропускной способности в этом случае производится путем прокладки на графике максимального и близких к нему по времени хода перегонов (на каждом в отдельности) наибольшего возможного числа товарных поездов. Перегон, на котором это число поездов окажется наименьшим, является ограничивающим, а уложенное на нем число товарных поездов определит пропускную способность участка.

При необходимости линии хода пассажирских поездов могут быть сдвинуты на графике с целью уменьшения времени дополнительного съема и увеличения пропускной способности.

Ограничивающими при нормальном графике могут быть те перегоны, на которых время дополнительного съема по условиям расположения линий хода пассажирских поездов будет большим, чем время дополнительного съема на максимальном перегоне.



Признаком таких перегонов служит то, что величина периода графика каждого из них превышает

$$\frac{1440}{n + n_{nc}},$$

где:  $n$  — пропускная способность максимального перегона при параллельном графике,

$n_{nc}$  — число пар пассажирских поездов.

Например, период графика максимального перегона  $T_{пер} = 64$  мин., что соответствует пропускной способности  $n = \frac{1440}{64} = 22,5$  пары, число пассажирских поездов 5 пар. В этом случае все перегоны, периоды графика которых меньше  $\approx \frac{1440}{22,5 + 5} = 52$  мин., не могут быть ограничивающими.

При сосредоточенном (пачечном, пакетном) расположении пассажирских поездов и числе этих поездов в пачке  $k$  предыдущая формула заменяется на

$$\frac{1440}{n + \frac{n_{nc}}{k}}.$$

По этим признакам из общего числа перегонов участка отбираются те перегоны, которые могут оказаться ограничивающими и для которых должна поэтому быть проверена пропускная способность путем укладки товарных поездов на графиках этих перегонов.

Для предварительных расчетов при отсутствии точных данных о расположении пассажирских поездов на графике пропускная способность при нормальном графике может быть приближенно определена аналитическим расчетом—путем введения в расчет так называемых коэффициентов съема. Коэффициент съема показывает, сколько товарных поездов снимает с графика один пассажирский поезд.

Если коэффициент съема обозначить через  $\varepsilon$ , то число товарных поездов  $n_{гр}$ , которые можно будет пропустить по участку, определится по формуле:

$$n_{гр} = n - \varepsilon n_{nc},$$

где:  $n$  — пропускная способность при параллельном графике,

$n_{nc}$  — число пассажирских поездов или пар поездов, обращающихся на участке,

$\varepsilon$  — коэффициент съема.

Для пропуска пассажирских поездов может быть использован и тот остаток времени (меньший времени занятия перегона товарным поездом), который получается при некратности периода графика времени суток и который при параллельном графике остается неиспользованным. Поэтому в приведенной формуле  $n$  не округляется до целого числа, а берется с точностью до десятых.

Из сказанного следует, что в некоторых случаях пассажирский поезд может фактически не снять с графика ни одного товарного



поезда, если он пройдет за время, в которое товарный поезд все равно не мог быть уложен.

Величина коэффициента съема определяется отношением времени  $t_{съем}$ , занятого на графике максимального перегона одним пассажирским поездом (или для однопутных участков — парой пассажирских поездов), к времени  $t_{грз}$ , потребному для пропуска по тому же перегону товарного поезда (или пары товарных поездов), т. е.

$$\varepsilon = \frac{t_{съем}}{t_{грз}}.$$

Выше было сказано, что время, в течение которого на графике максимального перегона не могут быть проложены товарные поезда вследствие наличия пассажирских поездов, складывается при наличии дополнительного съема из двух элементов:

- 1) времени, занятого непосредственно пропуском пассажирского поезда ( $t_{пс} + \tau$ ), и
- 2) времени дополнительного съема:

$$t_{съем} = t_{псз} + t_{съем}^{\delta}.$$

Таким образом, выражение для коэффициента съема в этом случае может быть написано так:

$$\varepsilon = \frac{t_{съем}}{t_{грз}} = \frac{t_{псз}}{t_{грз}} + \frac{t_{съем}^{\delta}}{t_{грз}},$$

т. е. величина коэффициента съема так же, как и время съема, может быть представлена в виде суммы двух слагаемых. Первое слагаемое  $\frac{t_{псз}}{t_{грз}}$  показывает, сколько товарных поездов снимает с графика непосредственно пассажирский поезд, второе слагаемое  $\frac{t_{съем}^{\delta}}{t_{грз}}$  — сколько товарных поездов (вернее, какая часть товарного поезда) снимается из-за наличия времени дополнительного съема.

Условимся в дальнейшем называть  $\frac{t_{псз}}{t_{грз}} = \delta$  — эквивалентом пассажирского поезда, а  $\frac{t_{съем}^{\delta}}{t_{грз}} = \varepsilon^{\delta}$  — коэффициентом дополнительного съема.

При этих обозначениях коэффициент съема будет равен:

$$\varepsilon = \delta + \varepsilon^{\delta}.$$

Так как время дополнительного съема, а следовательно, и коэффициент дополнительного съема могут быть равны нулю, то минимальная величина коэффициента съема равна эквиваленту пассажирских поездов, т. е.  $\varepsilon = \delta$ .

Величина эквивалента пассажирского поезда  $\delta$ , если будут известны перегонные времена хода, интервалы между поездами и станционные интервалы, может быть совершенно точно определена для любого типа графика.



Другое дело — величина дополнительного съема. Поскольку время дополнительного съема зависит от расположения пассажирских поездов на графике, различного на разных перегонах, коэффициент дополнительного съема, а следовательно, общий коэффициент съема колеблется, в зависимости от расположения пассажирских поездов.

Поэтому при установлении для аналитических расчетов величины коэффициентов съема приходится величину коэффициента дополнительного съема принимать приближенно.

То обстоятельство, что при аналитическом расчете величину дополнительного съема точно определить не удастся, делает весь аналитический расчет неточным, причем степень неточности возрастает с увеличением числа пассажирских поездов.

Поэтому, как уже было сказано выше, аналитический расчет рекомендуется применять только для предварительных расчетов пропускной способности при отсутствии конкретного расписания пассажирских поездов.

Ниже приведены порядок расчетов эквивалентов пассажирского поезда и коэффициентов съема для разных типов графиков и примерные нормы коэффициентов съема.

Для обыкновенных (не пакетных) графиков,

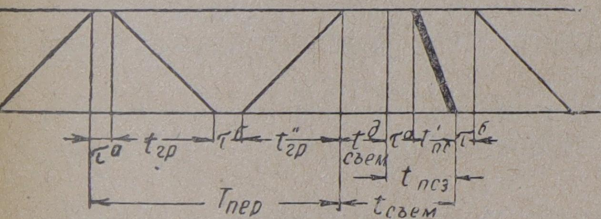


Рис. 62

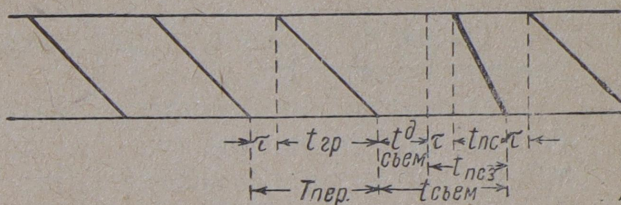


Рис. 63

как однопутных, так и двухпутных, величина эквивалента пассажирских поездов равна отношению времени занятия перегона пассажирскими поездами  $t_{ncз}$  к времени, занятому товарными поездами, т. е. для однопутного графика (рис. 62):

$$\delta = \frac{t_{nc}' + t_{nc}'' + 2\tau}{t_{2p}' + t_{2p}'' + 2\tau}$$

и для двухпутного графика (рис. 63):

$$\delta = \frac{t_{nc} + \tau}{t_{2p} + \tau},$$

где:  $t_{nc}$  и  $t_{2p}$  — время хода пассажирского и товарного поездов по перегону;  
 $\tau$  — станционный интервал скрещения или попутного следования.

Индексы (') и (')' обозначают направления движения поездов (нечетное и четное).

Для однопутного пакетного графика при двух поездах в пакете время, занятое парой товарных поездов, равно половине периода графика:

$$t_{2pz} = \frac{T_{nр}}{2}.$$



Время занятия перегона парой пассажирских поездов выражается так же, как и для обыкновенного графика.

Отсюда эквивалент пассажирских поездов для однопутного пакетного графика может быть выражен так:

$$\delta = \frac{t_{ncз}}{t_{зрз}} = \frac{(t'_{nc} + t''_{nc} + 2\tau) 2}{t'_{зр} + t''_{зр} + I' + I'' + 2\tau}. \quad (A)$$

Если обозначить отношение

$$\frac{t'_{nc} + t''_{nc} + 2\tau}{t'_{зр} + t''_{зр} + 2\tau} — \text{через } \Delta,$$

а отношение

$$\frac{I' + I''}{t'_{зр} + t''_{зр} + 2\tau} — \text{через } \psi$$

и разделить числитель и знаменатель уравнения (A) на  $t'_{зр} + t''_{зр} + 2\tau$ , то уравнение (A) может быть написано так:

$$\delta = \frac{2\Delta}{1 + \psi}.$$

Таким образом, величина эквивалента при однопутном пакетном графике зависит от:

1) соотношения скоростей товарного и пассажирского поездов  $\Delta$ ; чем больше это отношение (чем меньше, следовательно, разница скоростей), тем больше величина эквивалента;

2) отношения суммы интервалов между поездами в пакете к периоду обыкновенного графика  $\psi$ ; чем больше это отношение, тем меньше эквивалент.

Для определения эквивалентов пассажирских поездов при однопутном пакетном графике удобно пользоваться диаграммой, изображенной на рис. 64.

Обозначения на этой диаграмме те же, что и в формуле.

Для двухпутных пакетных графиков эквивалент пассажирского поезда зависит от большого числа факторов, а именно:

1) от числа постов на максимальном перегоне при полуавтоматической блокировке и телеграфной связи;

2) от отношения величины интервала в пакете ко времени хода товарного поезда по перегону, т. е. от

$$\psi = \frac{I_{nc}}{t_{зр}};$$

3) от отношения времени хода по перегону пассажирского и товарного поездов, т. е. от

$$\Delta = \frac{t_{nc}}{t_{зр}};$$

4) при сосредоточенном расположении на графике пассажирских поездов — от числа  $k$  этих поездов, расположенных в пачке или пакете;



5) от отношения интервала  $I_{nc}$  между отправлением пассажирского и товарного поездов со станции или прибытием товарного и пассажирского поездов на станцию к интервалу в пакете между товарными поездами  $I_{zp}$ , т. е. от

$$\Delta_n = \frac{I_{nc}}{I_{zp}}.$$

Не останавливаясь на выводе упомянутых зависимостей эквивалента пассажирских поездов для разных типов пакетного двухпутного графика, укажем лишь, что вывод этот заключается в установлении для разных типов графика величины времени, занимаемого на перегоне одним пассажирским и одним товарным поездом, и в последующем исчислении отношения этих величин.

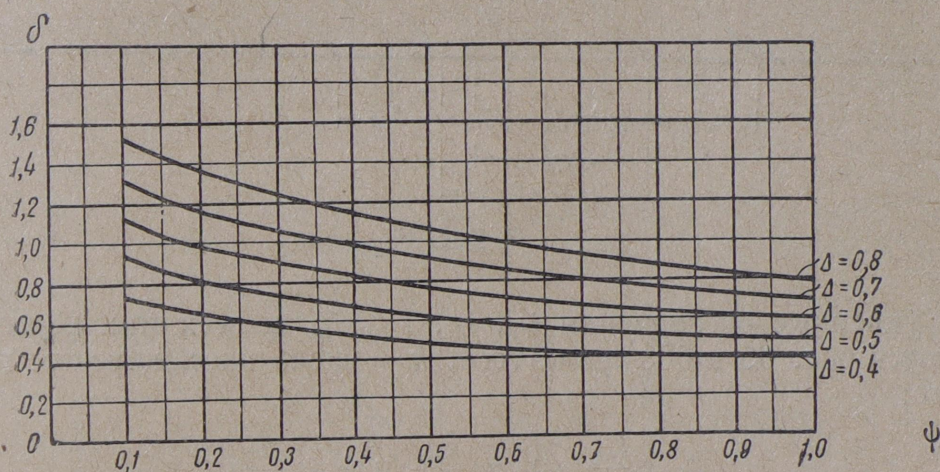


Рис. 64

Напечатано

Должно быть

Стр. 86, строка 6 снизу  $\psi = \frac{I_{nc}}{t_{zp}}$

$\psi = \frac{I_{zp}}{t_{zp}}$

автоблоки-  
товарными  
время, занятое  
на графике,

где  $2I_{nc}$  — сумма интервалов между пассажирским и товарным поездами по отправлению и прибытию (в общем случае не равные друг другу).

При сосредоточенном расположении пассажирских поездов занятое время, приходящееся на один пассажирский поезд (рис. 66), приближенно равно:

$$t_{ncз} = \frac{t_{zp} - t_{nc} + (k + 1) I_{nc} - I_{zp}}{k}.$$



Отсюда эквивалент будет в первом случае:

$$\delta = \frac{1 - \Delta}{\psi} + 2\Delta - 1$$

и во втором случае:

$$\delta = \frac{1 - \Delta}{k\psi} + \frac{k+1}{k} \Delta_n - \frac{1}{k}.$$

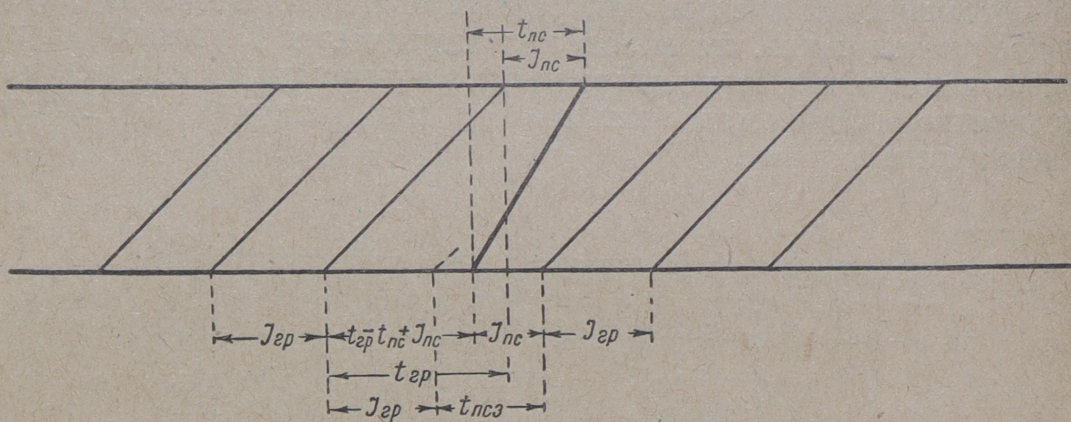


Рис. 65

Буквенные обозначения  $t_{зр}$ ,  $t_{nc}$ ,  $I_{зр}$ ,  $I_{nc}$  во всех этих формулах поясняются рис. 65 и 66; кроме того,  $k$  — число пассажирских поездов в пакете;

$$\Delta = \frac{t_{nc}}{t_{зр}}, \quad \Delta_n = \frac{I_{nc}}{I_{зр}} \quad \text{и} \quad \psi = \frac{I}{t_{зр}}.$$

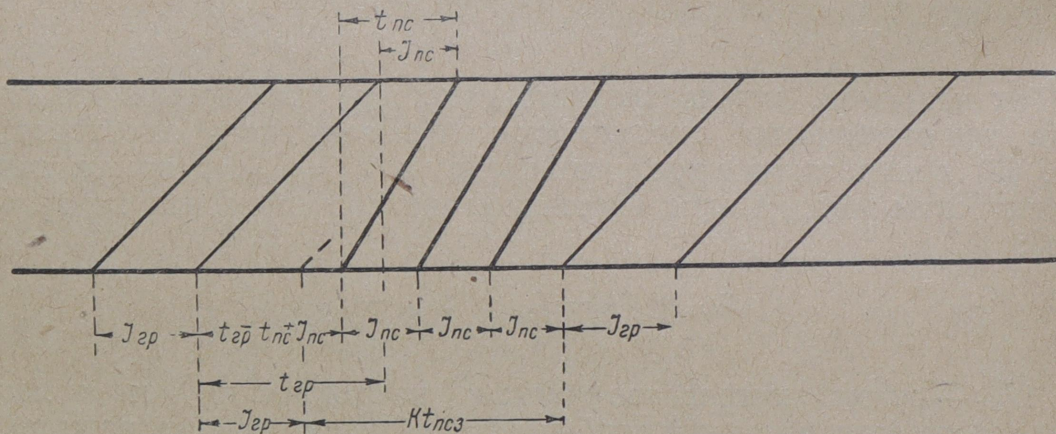


Рис. 66

Подставляя в найденные выражения для  $\delta$  численные значения различных входящих в них букв, можно найти величины эквивалентов пассажирских поездов для принятых при выводе этих зависимостей условий пакетного движения поездов по участкам.

Подобным же образом находятся зависимости для эквивален-



тов пассажирских поездов и для других условий пакетного движения (недопущение отправления пассажирских поездов вслед за товарными, пачечное расположение пассажирских поездов, движение при одном, двух и трех блок-постах на перегоне при полуавтоматической блокировке и т. п.).

Найденные таким образом зависимости для эквивалентов пассажирских поездов  $\delta$  представлены графически на диаграммах рис. 67 и 68.

Диаграмма рис. 67 соответствует расположению поездов на графике по схемам рис. 65 и 66.

Диаграмма рис. 68 построена для полуавтоматической блокировки при рассеянном и сосредоточенном расположении пассажирских поездов.

Приведенными диаграммами удобно пользоваться при практическом определении величины эквивалентов пассажирских поездов.

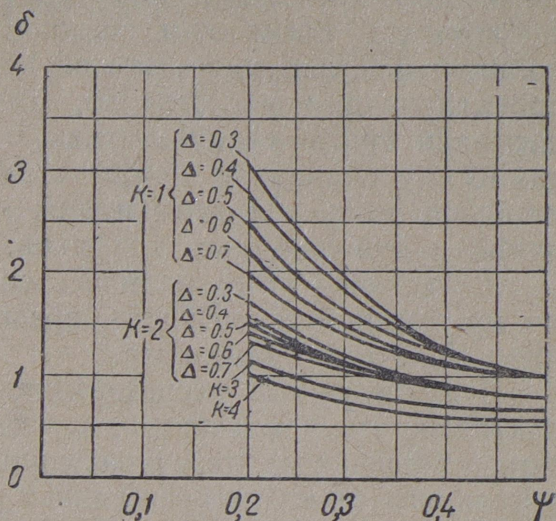


Рис. 67

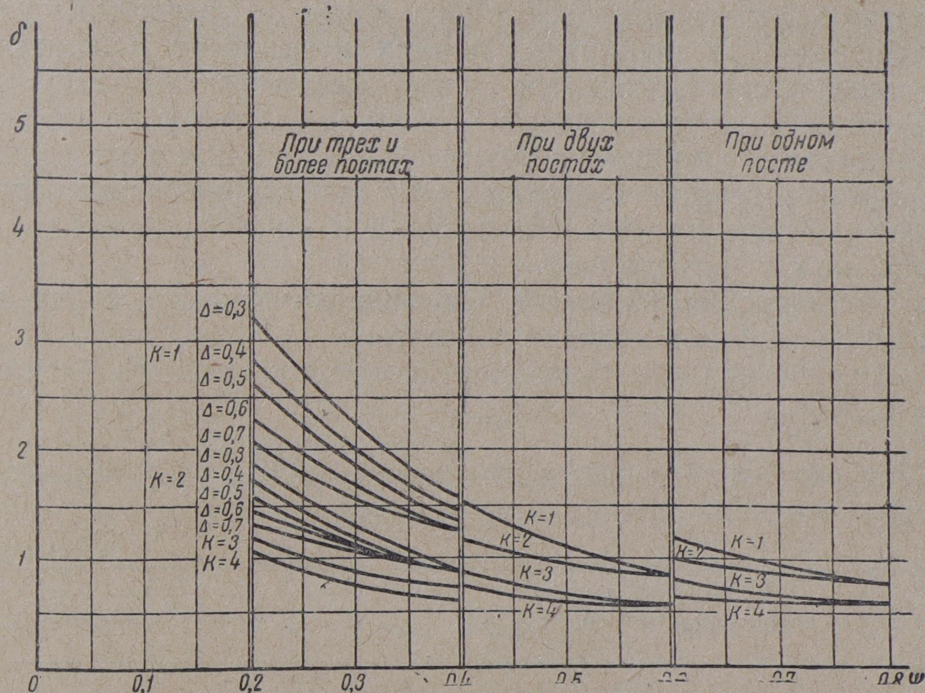


Рис. 68

Как уже было сказано раньше, коэффициент дополнительного съема может быть равен нулю. Наибольшая же возможная величина коэффициента дополнительного съема при сознательном неправильном расположении пассажирских поездов может достигнуть 1 (при сосредоточенном расположении пассажирских поездов —  $\frac{1}{K}$ ), а при однопутном пакетном графике быть больше 1.



Нормы коэффициента съема, принимавшиеся предельщиками, были построены именно для такого, фактически нереального случая, когда дополнительный съем равен или близок к единице. Величина коэффициента съема для обыкновенного графика однопутной линии принималась, например, равной 1,5. Кроме того, Технические условия проектирования магистралей, разработанные б. ЦИС НКПС, предписывали брать «факультатив» и на пассажирские поезда, чем еще на 10% увеличивали нормы коэффициентов съема. Точно так же значительно были завышены нормы коэффициентов съема для двухпутных линий и для пакетных графиков.

Следствием этого являлось сознательное снижение предельщиками пропускной способности, вредительское скрывание возможностей нашего жел.-дор. транспорта.

Произведенные исследования специально построенных графиков показали, что при соответствующей передвижке на графике пассажирских поездов в целях сокращения величины съема коэффициент дополнительного съема при рассеянном расположении пассажирских поездов получается в большинстве случаев от 0,2 до 0,5. Меньшие значения относятся к двухпутным линиям и к однопутным при значительной неидентичности максимального перегона по отношению к остальным. Большие значения получаются для однопутных участков при близких к идентичности перегонах или при двух или нескольких максимальных (или близких к ним) перегонах. При пачечном расположении пассажирских поездов на двухпутных линиях коэффициент дополнительного съема уменьшается в  $k$  раз, где  $k$  — число пассажирских поездов в пачке.

Общий коэффициент съема  $\epsilon$  получается суммированием эквивалента пассажирских поездов  $\delta$ , определяемого либо аналитически (для обыкновенных графиков), либо по диаграммам рис. 67 и 68, и коэффициента дополнительного съема  $\epsilon^d$ .

Для приближенных расчетов значение коэффициента съема для различных типов графиков можно принимать:

1. Для однопутного и двухпутного обыкновенного (непакетного) графиков:

$$\epsilon = 1.$$

2. Для однопутного пакетного графика (при двух товарных поездах в пакете) — по табл. 11.

Таблица 11

Отношение $\frac{I' + I''}{t'_{zp} + t''_{zp} + 2\tau}$	$\Delta = 0,4$	$\Delta = 0,6$	$\Delta = 0,8$
0,3 . . . . .	1,1	1,3	1,7
0,5 . . . . .	0,9	1,2	1,4
0,7 . . . . .	0,8	1,1	1,3

3. Для двухпутного пакетного графика для разных случаев расположения пассажирских поездов на графике — по табл. 12.



Таблица 12

Отношение $\frac{I}{t_{zp}}$	Разрозненное рас- положение пасса- жирских поездов			Пачечное расположе- ние поездов по 2 поез- да в пачке			Пачечное расположе- ние пассажирских поездов по 3 и более поездов в пачке		
	$\Delta = 0,4$	$\Delta = 0,6$	$\Delta = 0,8$	$\Delta = 0,4$	$\Delta = 0,6$	$\Delta = 0,8$	$\Delta = 0,4$	$\Delta = 0,6$	$\Delta = 0,8$
0,3 . . . . .	2,0	1,7	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2		
0,4 . . . . .	1,4			1,2			1,1		
0,5 . . . . .	1,2			1,1			1,0		
0,6—0,9 . . . . .	1,1			1,0			0,9		

## Г Л А В А 6

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СТАНЦИЙ

## Понятие о пропускной способности станций

Пропускная способность станций выражается количеством поездов или вагонов, которое может быть пропущено через станцию за сутки.

Работа, производимая на станции с поездами разных категорий (транзитными, поступающими в разборку, формирующимися вновь, сборными, пассажирскими и др.), неодинакова по своему объему и по характеру операций. Поэтому пропускная способность станции зависит от соотношения количества поездов, пропускаемых станцией, как по категориям, так и по направлениям движения.

Одну величину будет иметь пропускная способность станции, если 70% поездов проходят транзитом, другую, если 70% поездов на данной станции переформируются.

Следовательно, при расчете пропускной способности станции должно быть известно соотношение числа поездов по категориям и по направлениям движения.

Для практических целей часто бывает необходимо определить пропускную способность станции для какого-то одного вида движения при обеспечении определенной работы по всем остальным видам движения.

Для определения пропускной способности в этом случае необходимо знать заданный размер работы по всем остальным видам движения, кроме того, для которого производится расчет.

Если, например, поставлена задача — определить максимальное количество поездов, которое можно пропустить через одностороннюю сортировочную станцию, допустим, в четном направлении, то одновременно должны быть заданы число поездов, которое должно быть пропущено в нечетном направлении транзитом и с переработкой, число четных и нечетных пассажирских поездов и размер местной работы.



Таким образом, величина пропускной способности станции, выраженная числом поездов или вагонов, должна быть расшифрована, во-первых, по категориям поездов и, во-вторых, по направлениям движения.

Определить пропускную способность станции одной цифрой, не расшифровывая ее, можно только условно, подразумевая при этом определенное соотношение поездов по категориям и направлениям.

Основой для расчета пропускной способности станции служат данные об организации технологического процесса на станции, обеспечивающего наилучшее использование подвижного состава и станционных устройств, и нормы времени на производство отдельных операций, предусмотренные технологическим процессом.

Пропускная способность станции в целом определяется пропускной способностью отдельных ее путевых устройств и элементов оборудования (путей, стрелок, горловин, парков, вытяжек, горок, экипировочных устройств, устройств водоснабжения и др.), а также взаимодействием их в работе.

Расчет пропускной способности отдельных элементов путевых устройств и оборудования станции может производиться графическим или аналитическим способом.

Для проверки пропускной способности станции в целом, с учетом взаимодействия всех ее элементов и обеспечения выполнения предусмотренной на станции организации технологического процесса, необходимо применять графический способ, заключающийся в составлении графика работы станции на суточный период, увязанного с заданным графиком движения поездов<sup>1</sup>.

В этом случае исходными для построения графика работы станции являются моменты прибытия и отправления поездов и специализация поездов, установленные графиком движения.

Применение графического способа расчета диктуется не только требованием получить наиболее точный результат, но и тем обстоятельством, что в процессе графического расчета представляется возможным выявить узкие места и правильно согласовать работу отдельных элементов станции и участка с целью достижения наибольшей пропускной способности, а также наметить организационно-технические мероприятия для наиболее эффективного использования станционных устройств.

Этим самым графический расчет приобретает организующее значение для дальнейшего правильного использования пропускной способности.

Построение суточного графика работы станции позволяет установить также наиболее рациональный для работы станции график подхода поездов.

Аналитический «расчет» пропускной способности станции, который применялся предельщиками, производился при помощи введения так называемого коэффициента неравномерности.

Технические условия проектирования станций предлагали принимать этот коэффициент равным 1,5. Нечего и говорить, что величина эта ни на чем не была основана. На практике это значило, что если ограничивающий элемент станции занят 960 мин. в сутки, то значит пропускная способность станции использована до предела (потому что  $960 \times 1,5 = 1440$ ).

<sup>1</sup> В некоторых случаях график можно составлять на часть суток с максимальной работой.



Вместо того, чтобы давать в руки инженера оружие для изыскания возможности реализации наибольшей пропускной способности, старая «теория» расчета узаконивала плохое использование пропускной способности, выдавала пропускную способность, заниженную плохим использованием мощности станционных устройств, за тот предел, который не зависит от людей, не зависит от организации работы и ее качества.

Наряду с завышением норм на отдельные операции и установлением факультатива и коэффициентов неравномерности предельщики широко пропагандировали принцип последовательности операций, ничего не говоря о том, что как раз не последовательность, а возможно большая параллельность операций обеспечивает скорейшую обработку вагонов и наилучшее использование станционных устройств.

Конгрессо-революционные предельческие «теории» в организации вагонопотоков наряду с занижением действительной пропускной способности станций служили базой для превращения станций в «отстойники» вагонов, для доказательства «невозможности» работы без укладки новых парков и путей.

Стахановцы-кривоносовцы станционной работы — начальники станций, составители, стрелочники, осмотрщики — своей практикой опрокинули эти предельческие «нормы» и методы.

Орденоносцы-составители Кожухарь, Пузанов и другие, сократив время формирования в 2 — 3 раза, разбили предельческие нормы пропускной способности вытяжек.

Опыт составителя Краснова, формирующего поезд с горки, подкрепленный стахановцами-вагонниками, ремонтирующими вагоны в подгруппном парке, позволяет ставить вопрос о сокращении до минимума числа путей в отправочных парках.

Опыт и методы работы передовых стахановцев-станционников должны в первую очередь учитываться при расчетах пропускной способности станций.

Как для расчета элементов станционных устройств, так и для построения графика работы станции надо знать нормы времени занятия отдельных элементов станционных устройств при производстве различных операций с поездами и вагонами на станции.

Нормы продолжительности отдельных операций определяются на основе технологического процесса работы данной станции с учетом опыта стахановцев-кривоносовцев.

Аналитическое определение норм, как правило, должно применяться только в случае невозможности иметь данные о нормах, установленных по технологическому процессу данной станции, например, для расчета пропускной способности новостроящихся, коренным образом переустрояемых станций и т. п.

### **Определение норм занятия путей, стрелок, горловин и других станционных устройств**

#### **А. Определение норм занятия горловины**

При приеме поезда с перегона горловина занята в течение времени, необходимого на установку маршрута, запираение его, открытие сигнала и предварительную разборку ранее



поставленного маршрута  $t_m$ , и времени  $T_{вх}$  хода поезда на протяжении от начала тормозного пути до прохода хвостом поезда последней стрелки, после освобождения которой можно приступить к переделке маршрута (на рис. 69 —  $L_{вх}$ ), т. е.:

$$T_{np} = t_m + T_{вх}.$$

Расстояние  $L_{вх}$  равно:

$$L_{вх} = l_{вх} + \frac{l}{2} + l_m,$$

где:  $l_{вх}$  — расстояние в километрах от входного сигнала до середины поезда в момент прохода последним той стрелки, после освобождения которой можно приступить к переделке маршрута;  
 $l$  — длина товарного поезда (в километрах), обращающегося на данном участке;  
 $l_m$  — тормозной путь.

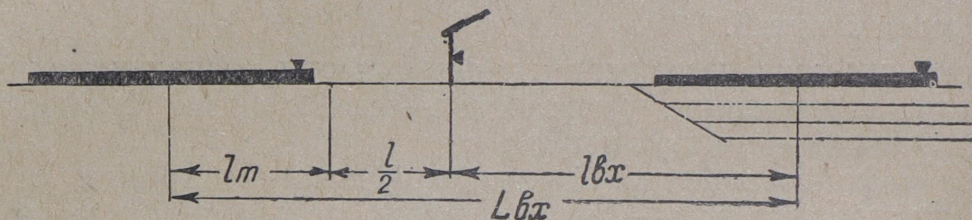


Рис. 69

Время  $T_{вх}$  и  $t_m$  определяется опытными наблюдениями с учетом достижений лучших стахановцев-машинистов и станционных работников.

При наличии кривых скорости и времени, построенных точным способом тяговых расчетов, время  $T_{вх}$  может быть также принято по кривой времени хода поезда по установленному расстоянию.

При отправлении поезда на перегон горловина занимает в течение времени:

$$T_{от} = T_{вых} + t_m,$$

где:  $t_m$  — время на установку маршрута, запираение его, открытие сигнала в минутах;

$T_{вых}$  — время хода поезда в пределах расстояния от момента отправления (трогания) до момента освобождения маршрута отправления;

$$L_{вых} = l_{стр} + l,$$

где:  $l$  — длина поезда;

$l_{стр}$  — имеет следующие значения:

1) при ручных стрелках — расстояние от головы поезда в момент трогания до последней стрелки, входящей в маршрут отправления (рис. 70),

2) при централизации — расстояние от головы поезда в момент трогания до хвоста поезда в момент нажатия паровозом педали (рис. 71) или освобождения хвостом изолированного рельса.

Время  $T_{вых}$  и  $t_m$  определяют путем наблюдений, учитывая опыт стахановцев-машинистов и работников станции.



Время  $T_{вых}$  может быть также определено тяговыми расчетами.

Аналогичным порядком определяется время занятия горловины передвижениями маневровых составов и одиночных паровозов.

## Б. Определение норм занятия путей

Полное время занятия путей транзитным поездом равно:

$$T = (T_{np} + T_o) + T_{ст} + T_{вых},$$

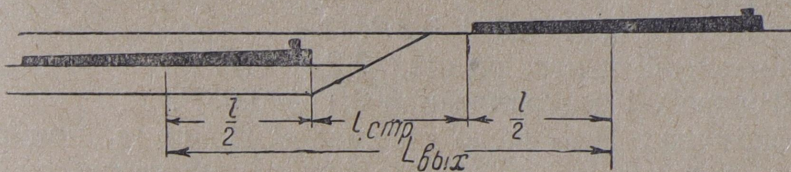


Рис. 70

где:  $T_o$  — время от момента прохода хвостом прибывающего поезда той стрелки, после освобождения которой может быть начата разборка маршрута, до момента полной остановки его;

$T_{ст}$  — стоянка поезда, необходимая для производства технических операций с ним (осмотр, смена локомотива, бригад и т. п.).

Остальные обозначения — прежние.

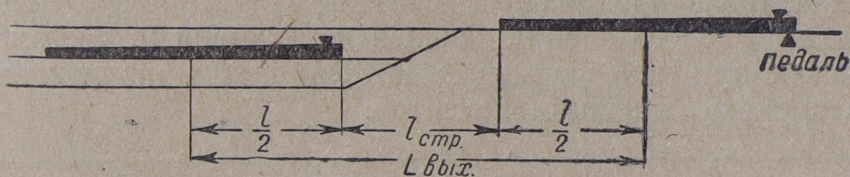


Рис. 71

Полное время занятия пути прибывающим поездом, подлежащим расформированию, равно:

$$T = (T_{np} + T_o) + T_{ст} + T_m,$$

где:  $T_{ст}$  — стоянка поезда в парке приема;

$T_m$  — время на перестановку состава из приемного парка на вытяжку или, в случае роспуска с горки при надвиге с этого же пути, время от начала роспуска до момента освобождения данного пути всем составом.

Полное время занятия пути поездом, отправляющимся после формирования:

$$T = T_m + T_{ст} + T_{вых},$$

где  $T_m$  — время перестановки поезда на путь отправления.

Нормы времени на маневры для расчета перерабатывающей способности горки и вытяжек, нормы стоянок и др. принимаются при расчете, исходя из наилучшей организации технологического процесса.



Для приближенных подсчетов, а также для вновь проектируемых станций можно пользоваться приводимыми ниже ориентировочными нормами.

Примерные нормы для расчета пропускной способности станций:

1. Время  $t_m$  на установку маршрута, запираение, открытие сигнала с предварительной разборкой ранее поставленного маршрута (в минутах) можно принимать:

при ручных стрелках  $1,0 + 0,8P$ ,

при механической централизации  $0,2 + 0,1P$ ,

при электрической централизации  $0,1 + 0,05P$ .

В этих формулах  $P$  — число стрелок в маршруте, при ручном обслуживании — число стрелок, которое необходимо перевести и запереть одному стрелочнику для данного маршрута (считая только те стрелки, которые надо вывести из нормального положения, и не учитывая стрелки, которые заготавливаются в порядке параллельности).

2. Нормы, связанные с передвижением поездов, определяются тяговыми расчетами.

3. Время  $t_m$  прохода поездом тормозного пути перед входным сигналом для приближенных расчетов можно принимать:

а) на спуске 1,0 мин.,

б) на подъеме и площадке 0,5 мин.

4. Ориентировочное значение средних скоростей при приеме и отправлении поездов, останавливающихся на станции (с учетом замедления и разгона) при маневровых передвижениях для аналитического расчета норм времени занятия элементов:

Наименование операций	Товарное движение		Пассаж. движение	
	подход на подъеме	подход на площадке	подход на подъеме	подход на площадке
Вход поезда на станцию $v_{вх}$	25	30	35	45
Выход поезда со станции $v_{вых}$	20	25	30	30
Проход локомотива $v_{пар}$	—	15 — 30	—	15 — 30
Маневровые передвижения $v_{ман}$	—	15 — 20	—	15 — 20

При расчете по этим ориентировочным скоростям нужно пользоваться следующими формулами (обозначения прежние):

$$T_{вх} = \frac{60 (l_{вх} + \frac{l}{2})}{v_{вх}} + t_m,$$

$$T_{вых} = \frac{60 L_{вых}}{v_{вых}}.$$



5. Стоянка транзитного (груженого или порожнего) поезда на сортировочной станции со сменой паровоза, бригады, техническим осмотром и ремонтом — 35 мин.

То же при переломе весовой нормы — 50 мин. и при перецепке групп — 35 мин.

6. Стоянка поезда в парке приема — 15 мин.

7. Стоянка поезда в парке отправления — 35 мин.

Нормы времени на маневры определяются в зависимости от специализации поездов и условий работы.

### Расчет пропускной способности элементов станции

Расчет пропускной способности станции начинается с определения аналитическим путем пропускной способности отдельных элементов станции при заданных нормах продолжительности операций по формуле следующего вида:

$$N = \frac{1440 m - \Sigma T_0}{T},$$

где:  $N$  — пропускная способность данного элемента;

$T$  — время, затрачиваемое на операцию;

$\Sigma T_0$  — время занятия данного элемента другими операциями;

$m$  — число параллельно действующих устройств (например, путей) данного назначения.

Для нахождения пропускной способности элемента станции необходимо предварительно подсчитать общее время занятия этого элемента остальными заданными операциями, которое и подставляется в формулу вместо  $\Sigma T_0$ .

**Пример 1.** Горловина станции загружена приемом товарных и пассажирских поездов, пропуском паровозов другого направления в депо и из депо и маневровой работой. Кроме того, вследствие враждебности маршрутов горловина занимается 200 мин. в сутки. Определить, сколько товарных поездов может быть пропущено через горловину при пропуске 50 паровозов в депо и из депо (время занятия горловины каждым паровозом — 1,5 мин.) при приеме 10 пассажирских поездов (время занятия — 4 мин. на поезд) и при определенной маневровой работе, составляющей в сутки 150 мин.; время занятия горловины приемом товарного поезда — 5 мин.

Пропускная способность горловины числом принимаемых товарных поездов при прочей заданной работе будет равна:

$$\begin{aligned} N &= \frac{1440 m - \Sigma T_0}{T} = \frac{1440 - (50 \cdot 1,5 + 50 \cdot 1,5 + 10 \cdot 4 + 150 + 200)}{5} = \\ &= \frac{1440 - 540}{5} = 180 \text{ поездов.} \end{aligned}$$

В данном случае  $m$  равняется 1.

**Пример 2.** Общий для обоих направлений движения парк имеет 3 пути. Полное время занятия пути четным транзитным поездом — 30 мин., нечетным — 33 мин.



Определить пропускную способность в транзитных поездах, если число прибывающих для расформирования четных поездов 2, нечетных — 3, при времени занятия пути каждым 25 мин., число отправляющихся сформированных поездов в четном направлении 2 с временем занятия пути каждым поездом 38 мин., а в нечетном направлении 2 с временем занятия пути 40 мин.

$$N = \frac{1440 \cdot 3 - (2 \cdot 25 + 3 \cdot 25 + 2 \cdot 38 + 2 \cdot 40)}{30 + 33} = 64 \text{ пары поездов.}$$

Если элемент станции занят несколькими разнородными операциями (например, пропуском транзитных товарных поездов, пропуском пассажирских поездов и подачей паровозов под поезда), причем дано их количественное соотношение, то пропускная способность может быть выражена не в единицах только одной операции при прочей заданной работе, а в единицах всех тех операций, которые выполняются на данном элементе, при условии, что соотношение видов работы будет то же. Для этого предварительно определяется коэффициент использования пропускной способности данного элемента при существующих размерах движения, а затем путем деления существующего числа каждого вида операций на этот коэффициент определяется его максимальная пропускная способность.

Поясним это на примере.

**Пример 3.** По графику имеется: транзитных поездов  $N_1 = 40$ , расформировываемых на данной станции  $N_2 = 4$  и формируемых  $N_3 = 3$ . Полное время занятия пути транзитным поездом — 32 мин., прибывающим для расформирования — 27 мин. и выставленным после формирования — 40 мин. Парк приемо-отправочный состоит из 3 путей.

Определить пропускную способность парка при заданном графиком соотношении разных видов работы.

Последовательность расчета будет следующая:

1. Общее время занятия путей парка всеми поездами:

$$\Sigma T = 40 \cdot 32 + 4 \cdot 27 + 3 \cdot 40 = 1808 \text{ мин.}$$

2. Коэффициент, показывающий использование пропускной способности парка при данных размерах движения (отношение фактического времени занятия путей к общему фонду времени  $3 \cdot 1440$ ), равен:

$$K = \frac{\Sigma T}{1440 \cdot m} = \frac{1808}{1440 \cdot 3} = 0,35.$$

3. Пропускная способность парка будет равна:

$$N = \frac{N_1}{K} + \frac{N_2}{K} + \frac{N_3}{K} = \frac{40}{0,35} + \frac{4}{0,35} + \frac{3}{0,35} = 114 + 11 + 8,$$

т. е. данный парк может пропустить 114 транзитных, 11 поездов, прибывающих для расформирования, и 8 поездов, отправляющихся после формирования, а всего 133 поезда.

Таким же путем можно определить пропускную способность вытяжки, горловины и других элементов станционных устройств.

Сопоставление пропускной способности отдельных элементов станции позволяет судить о том, насколько правильно для данных условий уста-



новлены специализация путей и использование оборудования. При несоответствии пропускной способности отдельных частей станции следует произвести возможное и целесообразное изменение специализации путей и парков, вытяжек и т. п., а также перебросить оборудование, с расчетом устранения несоответствия потребности пропускной способности отдельных частей станции

Для расчета пропускной способности станции в целом производится составление графика суточной работы станции. Он представляет собой

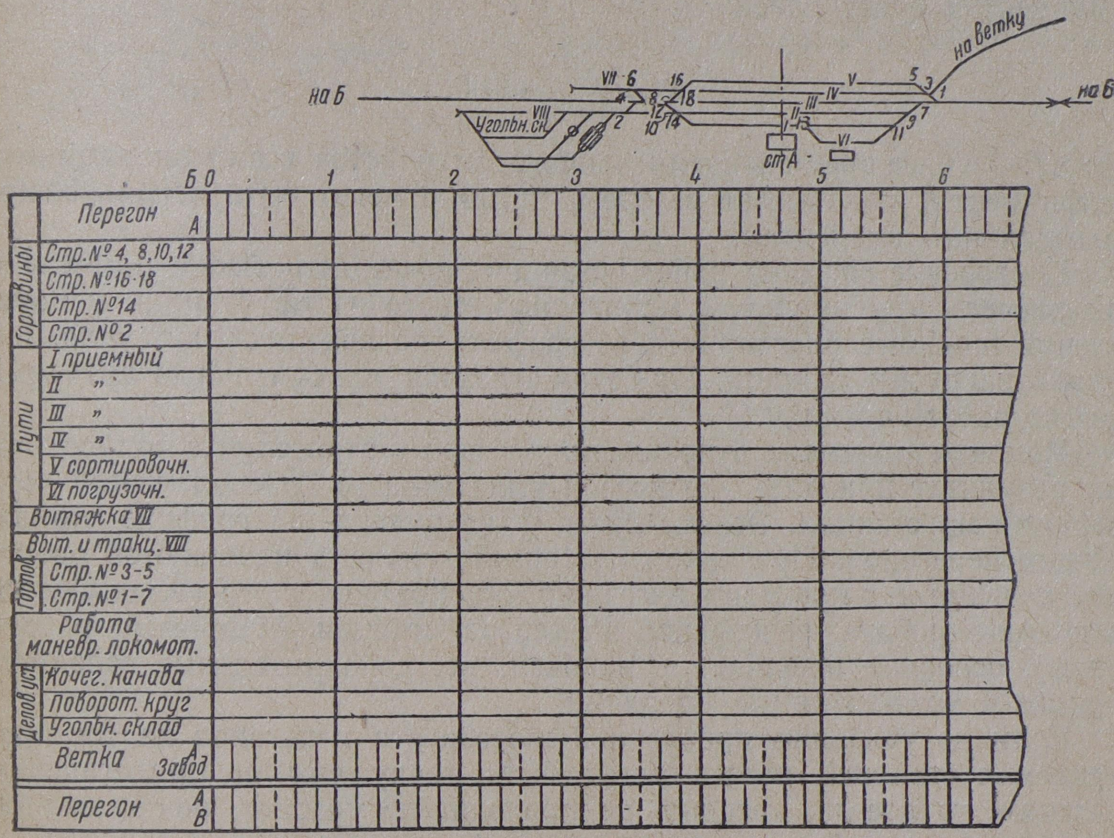


Рис. 72

графическое изображение работы станции в увязке с заданным графиком движения поездов. Примерная форма суточного графика показана на рис. 72. Сетка графика разделена вертикальными линиями на 24 части, соответственно 24 часам суток. Каждая горизонтальная линия изображает отдельный элемент станционных устройств — путь, горловину и т. п. Сверху и снизу сетки вычерчивается график подхода и отправления поездов на прилегающие перегоны.

Занятие путей и горловин показывается условными знаками — треугольниками и прямоугольниками разной формы и цвета для различных операций.

Занятие сортировочных, погрузочных и тому подобных путей показывается прямоугольниками, вертикальный масштаб которых соответствует числу вагонов, находящихся на данном пути.

Отправными точками для построения графика работы станции служат моменты прибытия и отправления поездов, зафиксированные графиками движения прилегающих к станции участков.



В процессе построения графика может быть решен вопрос о наиболее целесообразном использовании существующих устройств.

Надо иметь в виду, что графическую проверку пропускной способности в ряде случаев можно делать не на весь суточный период, а только на период наиболее интенсивного прибытия и отправления.

После построения графика, который дает полную картину работы станции при заданном графике движения поездов, выводится коэффициент использования отдельных устройств станции. Этот коэффициент в процентах будет равен:

$$K = \frac{\Sigma T}{1440} \cdot 100,$$

где:  $\Sigma T$  — общее время занятия данного устройства всеми операциями. Коэффициент  $K$  показывает резервы, которые могут быть использованы по отдельным элементам.

Построение графика работы станции может быть также применено для расчета максимальной пропускной способности станции и определения наиболее благоприятного графика подхода поездов в условиях полной загрузки станции. При этом строится максимальный суточный график работы станции.

Моменты приема и отправления поездов в этом случае получают как результат наиболее удобного и уплотненного расположения всех операций на станции. Эти моменты фиксируются на графике прилегающих перегонов. При таком построении сначала намечаются операции, связанные с проходом пассажирских поездов, далее укладывается на график работа решающих элементов станции (например, работа горки), основные операции и, наконец, все дополнительные вспомогательные и хозяйственные операции.

Если по условиям пропускной способности перегонов не все пропускаемые станцией поезда могут быть пропущены по прилегающим участкам, то поезда, которые не проходят по участку, показываются на графике прилегающих перегонов пунктиром.

Эти поезда наносятся с учетом возможного усиления пропускной способности перегонов.

После построения максимального суточного графика работы станции подсчитывается число поездов (вагонов) по каждому роду движения и направлению, которое и показывает максимальную пропускную способность станции.

Кроме того, выводится коэффициент использования отдельных устройств станции.

## Г Л А В А 7

### СВОЙСТВА РАЗНЫХ ТИПОВ ГРАФИКА

Для одного и того же участка разным типам графика соответствуют разные показатели: маршрутная и участковая скорости, оборот локомотивов и разные пропускные способности.



Тип графика, принимаемый для данного участка, определяется размерами движения, величиной наличной пропускной способности, техническим оборудованием участка (число путей, способ поездной связи) и соотношением размеров движения по направлениям.

Применяться должен такой тип графика, который при заданных размерах движения обеспечивает наилучшие эксплуатационные показатели.

### Пропускная способность при разных типах графика

Пропускная способность при разных типах параллельного графика определяется по приведенной выше формуле:

$$n = \frac{1440}{T_{\text{пер}}} \cdot k.$$

Подставляя в эту формулу различные выражения для периодов графика  $T_{\text{пер}}$  и различные значения множителя  $k$ , соответствующие разным типам графика. Сопоставление полученных формул приводит к следующим выводам:

1. Пропускная способность однопутного участка в одном направлении может быть повышена путем применения непарного графика. При этом пропускная способность в другом направлении по сравнению с парным графиком понижается.

Если времена хода поездов разных направлений на ограничивающем перегоне неодинаковы, то с переходом на непарный график общая пропускная способность в обоих направлениях не будет равна общей пропускной способности при парном графике, а может быть и больше и меньше последней. Например, если пропускная способность при парном графике

$$n = \frac{1440}{30 + 20 + 2 \cdot 5} = 24 \text{ пары,}$$

то при непарном графике и соотношении числа поездов по направлениям, как 4 : 3, пропускная способность будет в одном направлении:

$$n' = \frac{1440 \cdot 4}{4 \cdot 30 + 3 \cdot 20 + 7 \cdot 5} = 26 \text{ поездов}$$

и в другом направлении:

$$n'' = \frac{1440 \cdot 3}{4 \cdot 30 + 3 \cdot 20 + 7 \cdot 5} = 20 \text{ поездов,}$$

т. е. в обоих направлениях 46 поездов против 48 поездов при парном графике.

Применяя тот же непарный график, но с обратным соотношением числа поездов по направлениям, т. е. при отношении числа поездов, как 3 : 4, получим в одном направлении:

$$n' = \frac{1440 \cdot 3}{3 \cdot 30 + 4 \cdot 20 + 7 \cdot 5} = 21 \text{ поезд}$$



и в другом направлении:

$$n'' = \frac{1440 \cdot 4}{3 \cdot 30 + 4 \cdot 20 + 7 \cdot 5} = 28 \text{ поездов,}$$

т. е. в обоих направлениях 49 поездов вместо 48 при парном графике и 46 поездов при непарном графике, с обратным соотношением числа поездов по направлениям.

2. Применение пакетного однопутного графика при автоблокировке при 2 поездах в пакете, при отсутствии ограничений для пакетного движения значительно увеличивает пропускную способность по сравнению с обыкновенным (непакетным графиком), причем прирост пропускной способности в этом случае зависит от соотношения величины интервала в пакете и времени занятия перегона парой товарных поездов  $\psi$ . Чем меньше это соотношение, тем больше повышается пропускная способность при переходе к пакетному графику.

Например, при тех же временах хода поездов по максимальному перегону, что и в предыдущем примере, пропускная способность при автоблокировке и обыкновенном (непакетном) графике будет:

$$n = \frac{1440}{30 + 20 + 2 \cdot 1} = 27,5 \text{ пар.}$$

При пакетном графике, двух поездах в пакете и интервале в пакете

$$I = 10 \text{ мин. } \left( \psi = \frac{2I}{t' + t''} = \frac{20}{30 + 20} = 0,4 \right) \text{ пропускная способность}$$

$$n = \frac{1440 \cdot 2}{30 + 20 + 2 \cdot 10 + 2 \cdot 1} = 40 \text{ пар,}$$

т. е. на 45% выше, чем при обыкновенном графике.

При  $t' = 30$  мин. и  $t'' = 40$  мин. пропускная способность при обыкновенном графике 20 пар; при пакетном графике и интервале в пакете

$$I = 7 \text{ мин. } \left( \psi = \frac{2I}{t' + t''} = 0,7 \right) \text{ пропускная способность}$$

$$n = \frac{1440 \cdot 2}{30 + 40 + 2 \cdot 7 + 2 \cdot 1} = 33,5 \text{ пары,}$$

т. е. уже на 67% выше, чем при обыкновенном графике.

3. Пропускная способность двухпутного участка резко повышается с переходом к пакетному графику. С разделением межстанционного перегона постами на межпостовые перегоны пропускная способность растет по мере сокращения длины межпостовых перегонов.

При полуавтоматической блокировке число межстанционных постов обыкновенно не превышает двух (три перегона). При одном блокпосте пропускная способность перегона возрастает примерно на 60—80%, при двух постах — более чем в два раза.

При автоматической блокировке, в зависимости от отношения величины интервала в пакете к времени хода по ограничивающему



перегону  $\psi$ , пропускная способность с переходом к пакетному графику может возрасти в 2 — 3 раза и больше.

Все это относится к пропускной способности при параллельном графике. При нормальном графике увеличение пропускной способности при переходе от обыкновенных к пакетным графикам (как однопутному, так и двухпутным) зависит от числа пассажирских поездов, так как величина съема при пакетных графиках по абсолютной величине несколько больше, чем при обыкновенных (см. расчет пропускной способности при нормальном графике).

Для приведения пропускной способности участка в соответствие с заданными размерами движения надо прежде всего установить, является ли наличная пропускная способность участка избыточной или недостаточной.

В первом случае следует проверить возможность закрытия лишних разъездов и блок-постов. Закрытие излишних постов — чрезвычайно важное практическое мероприятие, устраняющее излишние стоянки поездов и обеспечивающее большую равномерность движения. При недостаточности пропускной способности следует переходить к другому типу графика, принимать меры к сокращению поперегонных времен хода, интервалов между поездами путем введения в нужных случаях на ограничивающем перегоне более совершенных средств связи, открытия разъездов, блок-постов и т. п. Выбор того или иного способа усиления пропускной способности должен производиться на основании технико-экономического сравнения.

При неодинаковых размерах грузопотоков по направлениям следует прежде всего переходить к непарным графикам.

Выбор типа графика не ограничивается только одними соображениями пропускной способности. Необходимо, чтобы при выбранном типе графика показатели его — участковая скорость и оборот паровозов — были наилучшими.

### **Влияние на участковую скорость заполнения графика, числа и расположения пассажирских поездов и неидентичности перегонов**

Участковая скорость, полученная по графику, зависит от целого ряда факторов, из которых главные:

- 1) техническая скорость;
- 2) стоянки поездов по техническим надобностям;
- 3) число, расположение на графике (в частности, на графике максимального перегона) и скорость пассажирских поездов;
- 4) величина свободного от поездов времени на каждом перегоне;
- 5) качество построения графика.

При составлении графика надо стремиться к максимальному сокращению разрыва между технической и участковой скоростью.

Для этого составлять график надо так, чтобы число и продолжительность стоянок всех поездов на участке были наименьшими.

Для достижения наименьшего числа и продолжительности стоянок чрезвычайно важным является правильное использование такого резерва, как наличие свободного от поездов времени на графике.

Наличие на графике однопутной линии свободного времени создает возможность такого построения графика, при котором не все поезда



имеют скрещения на всех отдельных пунктах. Такие графики называются ненасыщенными, в отличие от насыщенных графиков, на которых каждый поезд на каждом отдельном пункте имеет скрещение с поездом встречного направления.

Участковая скорость ненасыщенных графиков всегда выше участковой скорости насыщенных графиков, построенных для тех же условий. Объясняется это тем, что при ненасыщенном графике те поезда, которые проходят тот или другой отдельный пункт без скрещения, не имеют вовсе стоянок на этом отдельном пункте (за исключением случая, когда отдельный пункт является станцией технической стоянки), и время стоянок по скрещению там, где поезда имеют скрещения, получается короче, чем при насыщенном графике. Таким образом, при ненасыщенном графике как число, так и продолжительность стоянок поездов на промежуточных станциях сокращаются по сравнению с насыщенным графиком.

При одинаковом числе поездов на всех перегонах участка величина свободного времени на каждом перегоне участка зависит от свободного времени на максимальном перегоне и неидентичности данного перегона по отношению к максимальному. Неидентичными называются перегоны, имеющие разную величину периодов графика. Чем меньше период графика данного перегона по отношению к максимальному, тем больше при том же числе поездов свободное время на этом перегоне, и наоборот.

Таким образом, источником образования на графике свободного времени, влияющего на величину участковой скорости, являются:

1. Неидентичность перегонов, благодаря которой заполнение графика более легких по времени хода перегонов всегда меньше, чем заполнение более тяжелых<sup>1</sup>.

2. Неполное заполнение пропускной способности максимального перегона, вследствие чего на каждом перегоне, включая и максимальный, образуется свободное время.

3. Время дополнительного съема.

Отсюда следует, что даже при полном заполнении пропускной способности в практических условиях на графике всегда имеется свободное время, образуемое за счет неидентичности перегонов, а при нормальном (коммерческом) графике и за счет времени дополнительного съема.

Величина свободного времени на максимальном перегоне зависит от заполнения графика перегона. Заполнением графика максимального перегона называется отношение времени, фактически занятого поездами на максимальном перегоне, ко времени суток, т. е.:

$$\gamma = \frac{n_{\text{гп}} \cdot t_{\text{гпз}} + n_{\text{пс}} \cdot t_{\text{псз}}}{n \cdot t_{\text{гпз}}},$$

<sup>1</sup> При одинаковом числе перегонов и пропускаемых по участку поездов как в случае идентичности, так и неидентичности перегонов свободное время на графике не изменяется, а следовательно, участковая скорость остается примерно увеличивается.

Поэтому при размещении отдельных пунктов следует не допускать большой неидентичности перегонов (коэффициента неидентичности менее 0,90).



где:  $\gamma$  — коэффициент заполнения графика максимального перегона;  
 $t_{зpz}$  — как и прежде, время, занятое одним или парой товарных поездов;  
 $t_{псз}$  — время, занятое одним или парой пассажирских поездов;  
 $n$  — пропускная способность перегона.

Имея в виду, что  $\frac{t_{псз}}{t_{зpz}} = \delta$ , т. е. эквиваленту пассажирского поезда, выражение для определения заполнения графика может быть написано так:

$$\gamma = \frac{n_{зр} + \delta n_{пс}}{n}.$$

Следует иметь в виду, что коэффициент заполнения графика и коэффициент заполнения пропускной способности

$$\left( \gamma_{проп} = \frac{n_{зр} + \epsilon n_{пс}}{n} \right) —$$

не одно и то же. Коэффициент заполнения графика, как правило, меньше коэффициента заполнения пропускной способности, так  $\delta \leq \epsilon$ .

Но коэффициент заполнения графика перегона  $\gamma$  не является показателем заполнения всех перегонов участка, а значит и не характеризует всего свободного времени на графике, от которого зависит величина участковой скорости.

Показателем, который характеризует общую величину свободного времени на графике, является коэффициент заполнения графика участка  $\gamma_y$ . Этот коэффициент равен отношению среднего занятого поездами времени на всех перегонах к времени суток. В зависимости от заполнения максимального перегона и неидентичности перегонов этот коэффициент может быть с достаточной точностью выражен так:

$$\gamma_y = j \cdot \gamma,$$

где  $\gamma$  имеет прежнее значение, а коэффициент неидентичности  $j$  равен отношению среднего для всех перегонов периода графика к периоду графика максимального перегона.

Исчисленные таким образом коэффициенты неидентичности для участков сети колеблются в большинстве случаев от 0,80 до 0,95.

Сказанное подтверждается следующими примерами построения параллельных графиков.

### Однопутные линии

На рис. 73 изображен отрезок графика для 5 идентичных перегонов при неполном заполнении пропускной способности; заполнение графика участка  $\gamma = 0,85$ . График построен, как насыщенный, т. е. неправильно.

На рис. 74 график для тех же 5 перегонов построен правильно, как ~~не~~ насыщенный. На всех промежуточных отдельных пунктах, кроме одного (Б), одна пара поездов не имеет скрещения, и простои других поездов при скрещении сокращены.

х см. поправки



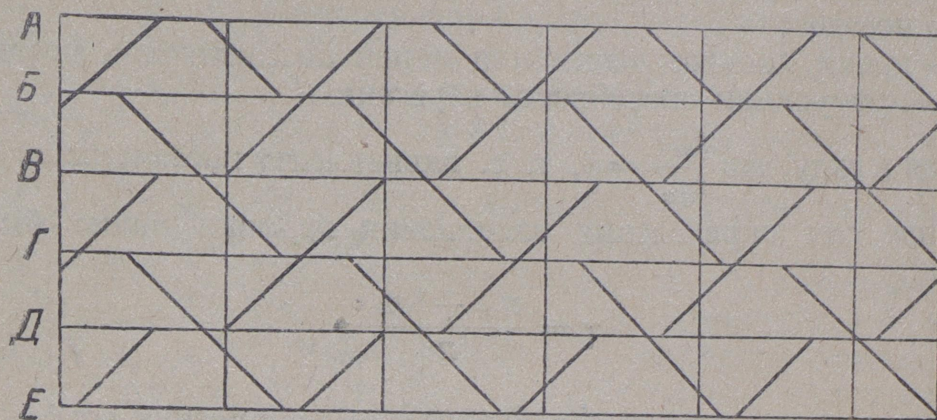


Рис. 73. Неправильно

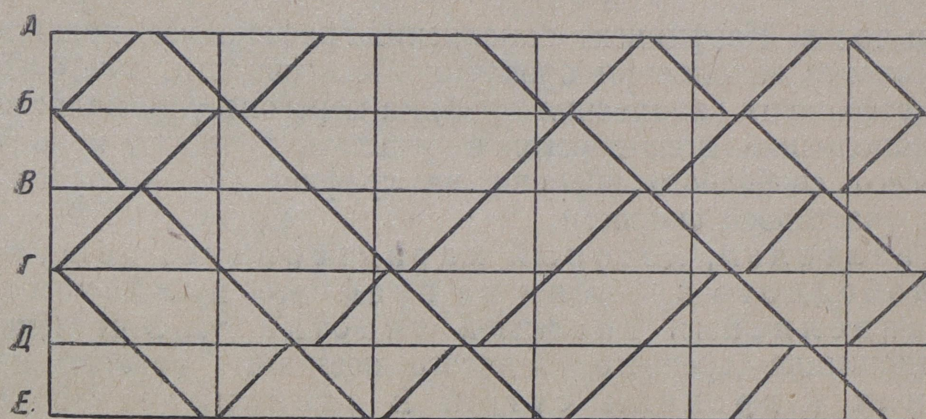


Рис. 74. Правильно

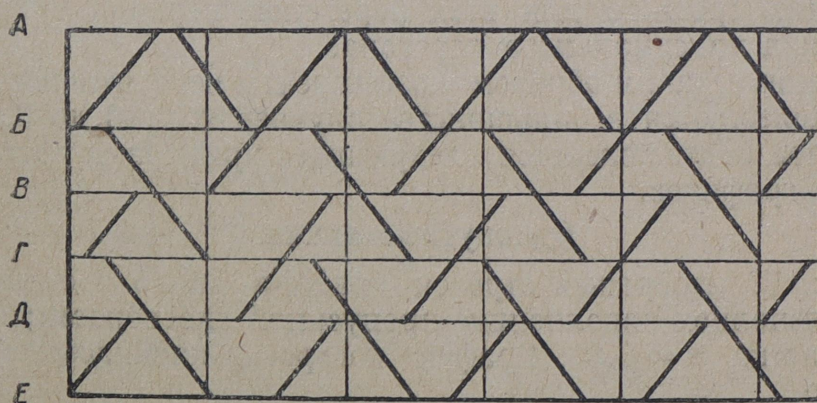


Рис. 75. Неправильно



Улучшение продвижения поездов при ненасыщенном графике на 20% в данном случае достигнуто за счет правильного использования свободного времени на графике, образовавшегося вследствие неполного заполнения пропускной способности.

На рис. 75 изображен отрезок максимального графика для 5 неидентичных перегонов ( $j = 0,80$ ); график построен неправильно, как насыщенный. Коэффициент заполнения графика  $\gamma = 0,80$ . Тот же график при том же числе поездов, но построенный правильно, как ненасыщенный, показан на рис. 76. На станциях Г и Д две пары

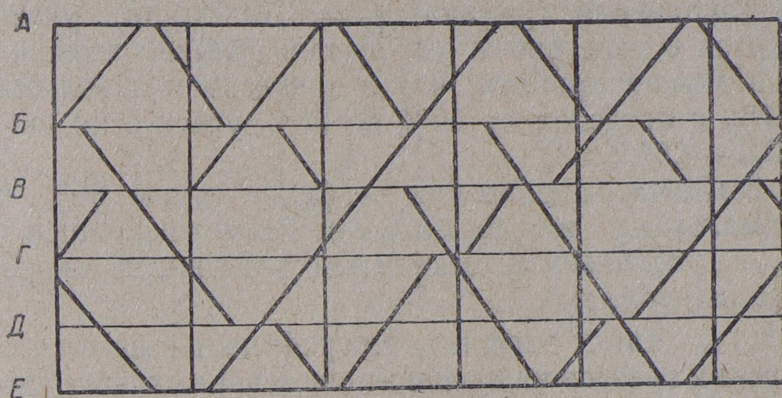


Рис. 76. Правильно

поездов не имеют скрещения и стоянки других поездов сокращены.

Повышение скорости на 20% в данном случае (рис. 76) достигается за счет использования свободного времени на графике, образовавшегося вследствие неидентичности перегонов.

Влияние пассажирских поездов на участковую скорость товарных поездов на однопутных линиях зависит от целого ряда факторов: числа, расположения и скорости пассажирских поездов, степени неидентичности перегонов, последовательности чередования перегонов, различных по времени хода, и т. п.

Как показывают произведенные в Научно-исследовательском институте жел.-дор. транспорта исследования, это влияние примерно может быть оценено уменьшением коэффициента скорости товарных поездов в размере 0,02 на каждую пару пассажирских поездов.

Те же исследования показали, что влияние заполнения графика на участковую скорость для разных участков сказывается не в одинаковой степени. Это объясняется влиянием на участковую скорость целого ряда факторов, не поддающихся точному учету.

Основные выводы, к которым пришло упомянутое исследование, сводятся к следующему:

1. Время дополнительного съема, как свободное время, должно быть при построении графика использовано для повышения участковой скорости.

Это показывает, что существовавшие ранее способы расчета пропускной способности, которые исходили из рассмотрения времени дополнительного съема, как времени занятого, не соответствовали действительности и скрывали имеющиеся резервы графика.



2. Качественные показатели графика, в первую очередь участковая скорость, зависят не от заполнения пропускной способности  $\gamma_{\text{прон}}$ , а от заполнения графика:  $\gamma_y = j\gamma$ .

Заполнение графика всегда меньше заполнения пропускной способности вследствие неидентичности перегонов и наличия пассажирских поездов.

При 3 пассажирских поездах и коэффициенте неидентичности  $j = 0,9$  полное заполнение пропускной способности соответствует примерно заполнению графика на 0,85.

При заполнении графика, не превышающем 70—80% (т. е. при коэффициенте заполнения графика  $\gamma_y = 0,70—0,80$ ), участковая скорость изменяется с изменением заполнения графика незначительно.

Примерно можно принять, что с изменением заполнения графика на каждый 1% в пределах от 50% до 80% участковая скорость изменяется на 0,4—0,5%.

3. При больших заполнениях графика—свыше 80%, что соответствует максимальному или близкому к нему заполнению пропускной способности, с увеличением заполнения участковая скорость уменьшается более значительно.

При очень больших заполнениях графика повышается также влияние пассажирских поездов на продвижение товарных вследствие возможного образования «подпора» на графике.

Вопрос об оптимальном заполнении графика, обеспечивающем высокую участковую скорость при заданных размерах движения, должен решаться в каждом отдельном случае на основе построения графика движения поездов или нескольких вариантов графика при разных заполнениях.

Имея в виду, что полное заполнение пропускной способности соответствует примерно 80—95% заполнения графика, можно считать установленным, что в большинстве случаев и при максимальных графиках может быть достигнута достаточно высокая участковая скорость.

Надо сказать, что предельческая «теория» графика строила свои выводы на основании свойств графиков, построенных как насыщенные, т. е. так, что на каждой станции каждый поезд имеет скрещение.

Как это показано выше, в действительности вследствие неидентичности перегонов, наличия пассажирских поездов и неполного заполнения пропускной способности такое положение не может иметь место или составляет очень редкое исключение.

Между тем, исходя именно из этой лженаучной и вредительской предпосылки, предельщики «вывели» соответствующую «формулу» для исчисления величины участковой скорости, по которой «предполагалось», что, сколько бы ни было поездов на участке, все равно все поезда на каждой станции должны иметь скрещения, в результате чего время занятия перегона поездами во всех случаях равно 24 часам (!).

Абсурдность и вредительская сущность такого предположения не требуют доказательств. Даже для условий максимального параллельного графика при наличии неидентичности перегонов эта предпосылка неправильна.



## Двухпутные линии<sup>1</sup>

На двухпутных линиях с уменьшением заполнения графика представляется возможным уменьшать число обгонов товарных поездов пассажирскими и переносить их на участковые станции за счет увеличения свободного времени на графике перед отправлением пассажирских поездов с участковых станций (рис. 77).

Это особенно эффективно при пачечном расположении пассажирских поездов. Влияние степени заполнения графика на величину участковой скорости на двухпутных линиях незначительно.

Лишь при заполнении нормального графика, приближающегося к максимальному, условия прокладки поездов на графике могут ухудшаться, особенно при близких к идентичности перегонах. В этом случае

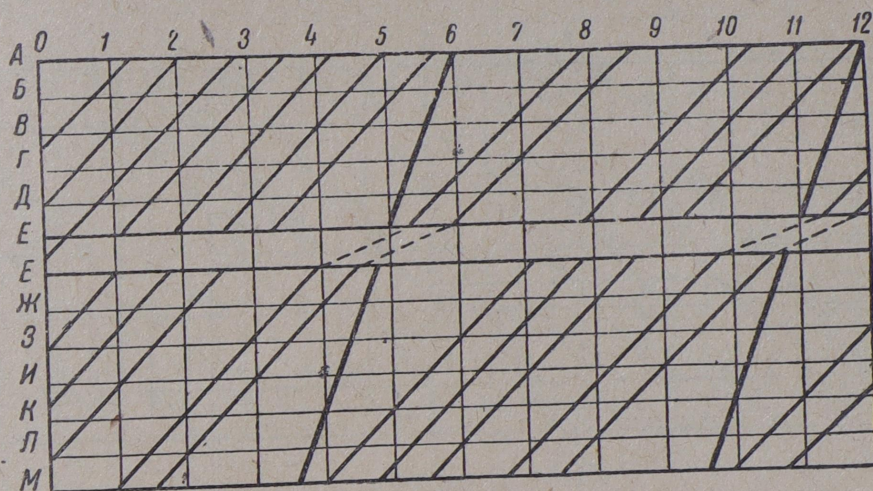


Рис. 77

иногда может образоваться так называемый «подпор» на графике, и некоторые поезда на станциях, прилегающих к перегонам, близким по времени хода к максимальному, принуждены иметь стоянку, в результате чего участковая скорость падает.

Величина заполнения графика максимального перегона, при котором не получается подпора на графике, равна примерно 0,95 — 0,97, в зависимости от степени неидентичности перегонов, числа пассажирских поездов и характера их расположения на графике (разрозненное, пачечное).

Такое заполнение получается при максимальном графике с числом пассажирских поездов 5 — 10 пар.

Поэтому пропускная способность двухпутных участков, рассчитываемая аналитически, может быть, как правило, реализована полностью при нормальной участковой скорости без образования подпора.

### Влияние соотношения скоростей товарных и пассажирских поездов на участковую и маршрутную скорость товарных поездов

Так как условия движения поездов по однопутной и двухпутной линии различны, то вопрос соотношения скоростей рассматривается отдельно для двухпутной и отдельно для однопутной линии.

<sup>1</sup> Написано инженером А. П. Петровым.



Двухпутная линия. Обгоны, вызывающие снижение скорости товарных поездов, возникают в том случае, если отношение скоростей товарного и пассажирского поездов меньше единицы.

При этом, чем больше будет скорость пассажирских поездов по сравнению с товарными, тем больше будет число обгонов, но зато тем меньше будет время стоянки товарного поезда при обгоне. Число обгонов в данном случае надо считать не в пределах одного участка, а в пределах всего направления, на котором обращаются прямые поезда.

На рис. 78, представляющем только отрезок всего направления, отношение  $\Delta$  времени хода пассажирского поезда к времени хода товарного равно 0,60 ( $\Delta = 0,60$ ).

Например, на рис. 79 это же отношение —  $\Delta = 0,35$ , т. е. скорость пассажирского поезда по сравнению с товарным еще больше.

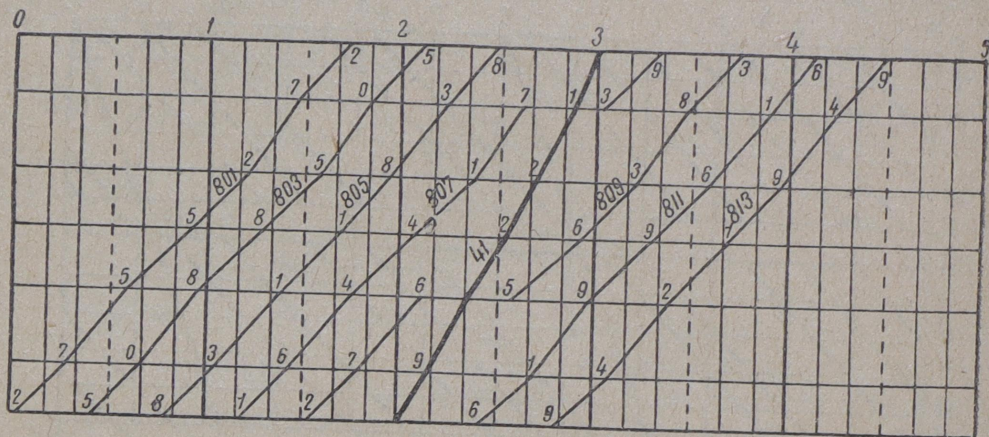


Рис. 78

При  $\Delta = 0,60$  число обгонов равно 2; при  $\Delta = 0,35$  число обгонов равно 3. Зато средняя стоянка товарного поезда в первом случае равна 27 мин., а во втором случае — только 19 мин.

Участковая скорость зависит от общей суммы стоянок при обгоне, т. е. произведения числа обгонов на среднюю стоянку.

Исследования показывают, что при уменьшении отношения  $\Delta$  скорость продвижения товарных поездов снижается, но после снижения до определенной величины дальнейшее уменьшение  $\Delta$  уже не ухудшает, а улучшает продвижение товарных поездов.

Это переломное значение зависит от целого ряда причин: числа пассажирских поездов и их расположения, степени неидентичности перегонов, средств сношения по движению поездов, наличия постов и т. д. Но характер зависимости скорости продвижения товарных поездов от соотношения  $\Delta$  остается во всех случаях примерно одинаковым.

Диаграмма, показывающая характер зависимости коэффициента маршрутной скорости  $\beta$  (отношения маршрутной скорости к ходовой) от соотношения скоростей товарного и пассажирского поездов при разном расположении пассажирских поездов (разрозненное и пачечное, по 2 и 4 поезда в пачке), дана на рис. 80 (здесь  $\gamma$  — коэффициент заполнения графика максимального перегона 1).

Диаграмма составлена для отношения числа пассажирских поездов к пропускной способности в поездах параллельного графика, равного



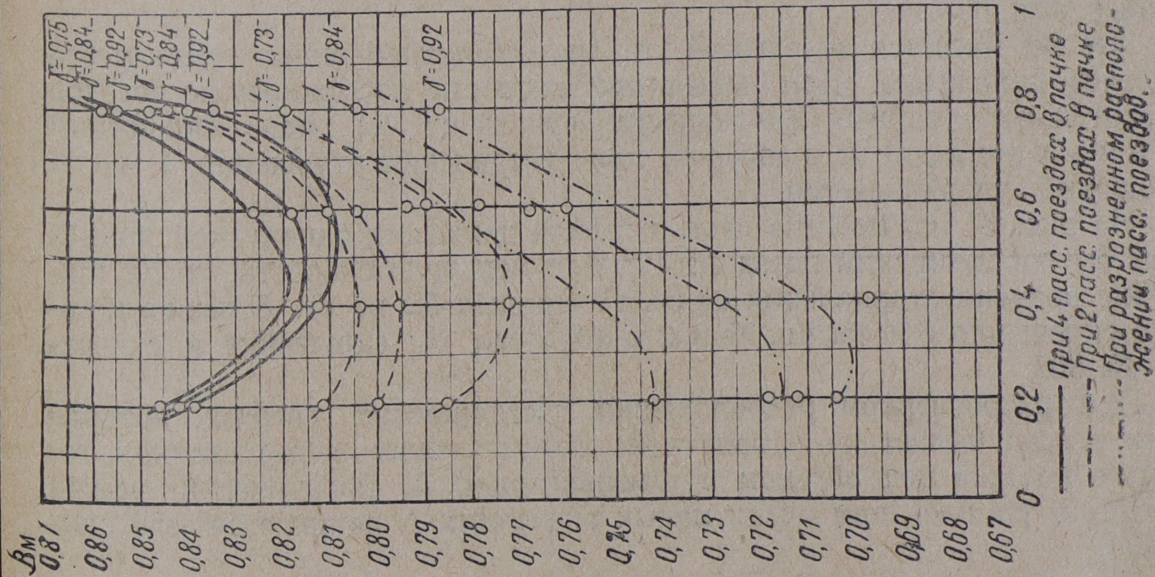


Рис. 80

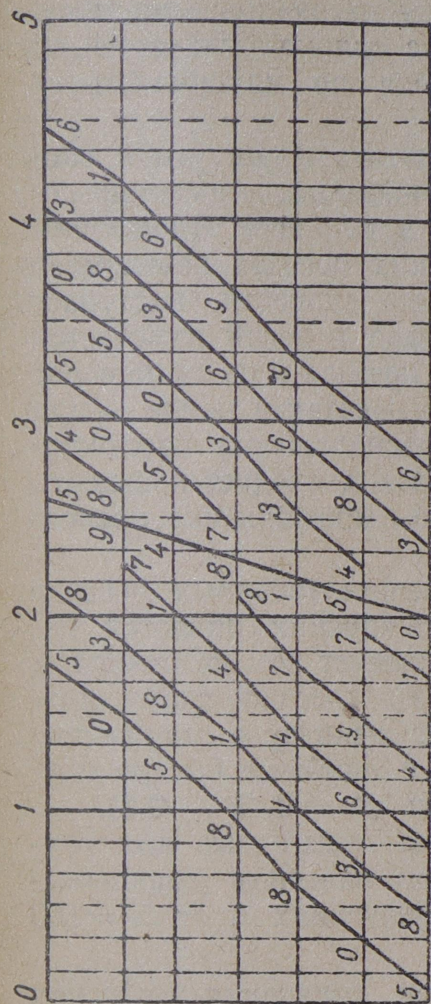


Рис. 79

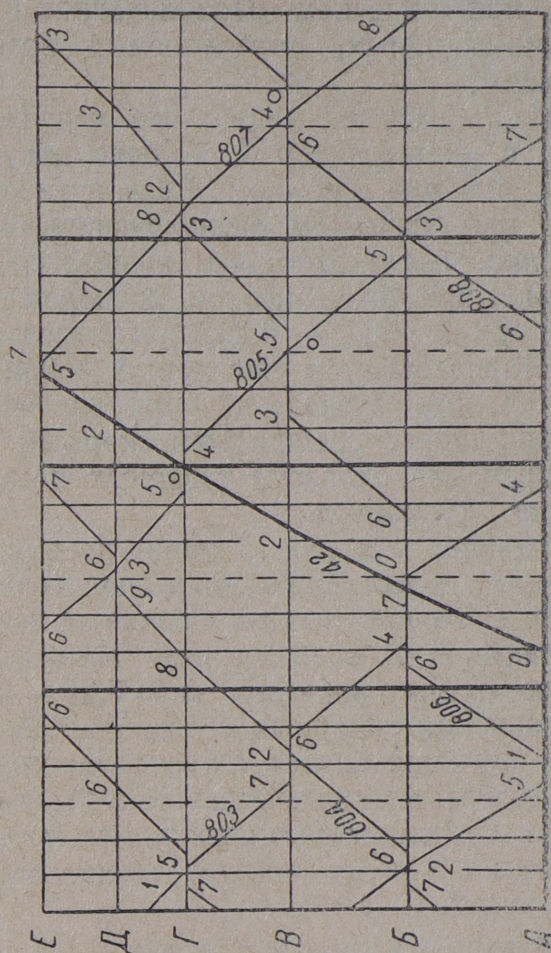


Рис. 81



1 : 3 (большое число пассажирских поездов). Средства сношения — полуавтоматическая блокировка. Интервалы между пассажирскими поездами при пачечном расположении брались не сильно отличавшиеся от минимальных, определяемых временем хода по максимальному перегону.

Из диаграммы видно, что падение коэффициента маршрутной скорости с уменьшением  $\Delta$  больше при разрозненном расположении поездов, чем при пачечном. Если идти от  $\Delta = 1$  к меньшим отношениям  $\Delta$ , то при пачечном расположении пассажирских поездов переломное значение, после которого начинается повышение скорости, наступает раньше: при разрозненном расположении поездов перегиб намечается лишь при  $\Delta = 0,2 - 0,25$ , при 2 пассажирских поездах в пачке поворот кривой совершается уже при  $\Delta = 0,4$ , а при 4 поездах в пачке — при  $\Delta = 0,5$ . Это значит, что при разрозненном расположении пассажирских поездов с увеличением скорости пассажирских следует повышать одновременно скорости товарных поездов, чтобы продвижение последних не ухудшилось.

Однако, так как с точки зрения продвижения товарных поездов наиболее целесообразным расположением пассажирских является пачечное с числом поездов в пачке от 2 до 4, то следует все же отметить, что переход к специальному высокоскоростному пассажирскому движению (малые значения  $\Delta = 0,20 - 0,25$ ) дает некоторое улучшение продвижения товарных поездов по сравнению с наиболее быстро идущими обыкновенными пассажирскими поездами ( $\Delta = 0,45 - 0,5$ ).

Диаграмма показывает также, что наиболее невыгодные для грузового движения соотношения скоростей  $\Delta$  при пачечном расположении пассажирских поездов имеют место при значениях  $\Delta$  от  $\Delta = 0,3$  до  $\Delta = 0,6$ .

Однопутная линия. В отношении изменения обгонов здесь существует та же зависимость, что и на двухпутной линии: с повышением скорости пассажирского поезда (уменьшение отношения  $\Delta$ ) увеличивается число обгонов, но уменьшается время простоев товарных поездов при обгоне.

Что же касается скрещений, то на однопутной линии имеет место обратное положение. При повышении скорости пассажирских поездов относительно товарных (уменьшение отношения  $\Delta$ ) число скрещений уменьшается, и, наоборот, при увеличении отношения  $\Delta$  число скрещений увеличивается.

На рис. 81 изображена часть графика движения однопутной линии. Если бы пассажирский поезд № 42 имел меньшую скорость, то он при том же времени отправления со ст. А пришел бы на ст. Е позже и помимо скрещений с поездами № 803 и 805 имел бы скрещение и с поездом № 807.

При разрозненном расположении пассажирских поездов, которое почти всегда бывает на однопутной линии, общее время стоянок товарных поездов под обгоном с уменьшением  $\Delta$  практически всегда возрастает (только при очень малых значениях  $\Delta$  начинается его снижение).

Но число скрещений с уменьшением  $\Delta$ , наоборот, уменьшается, а вместе с тем общее время стоянок товарных поездов при скрещении



с пассажирскими снижается. Таким образом, уменьшение числа скрещений до известной степени уравнивает увеличение обгонов и поэтому на однопутной линии продвижение товарных поездов в меньшей степени зависит от соотношения скоростей, чем на двухпутной линии. Это подтверждается построением опытных графиков.

Влияние соотношения скоростей различно в зависимости от степени неидентичности перегонов, числа пассажирских поездов и ряда других факторов.



# ЧАСТЬ ВТОРАЯ

## СОСТАВЛЕНИЕ ГРАФИКОВ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

### Г Л А В А 8

#### ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ И ПОРЯДОК СОСТАВЛЕНИЯ ГРАФИКОВ

##### Материалы для построения графиков

График движения поездов составляется на стандартном бланке (рис. 1). Масштаб времени принимается 1 час — 24 мм, масштаб пути рекомендуется 1 км — 1,5 мм. Для графиков пригородных участков с большим движением применяется больший масштаб.

Непосредственной прокладке линий хода поездов на сетке графика предшествуют подготовительные работы:

- а) заполнение боковых колонок графика необходимыми данными;
- б) систематизация заданных норм и сведений, необходимых для составления графиков;
- в) подготовка справочных материалов и пособий, облегчающих технику построения графиков;
- г) установление последовательности в построении графика.

Для построения графика необходимо иметь следующие материалы:

1. Размеры пассажирского и товарного движения.
2. Перегонные времена хода поездов.
3. Нормы станционных интервалов: скрещения, попутного следования и др.
4. Величины интервалов одновременного прибытия. Для станций, где не допускаются одновременное отправление и прибытие поездов одного направления, кроме того, определяются интервалы одновременного отправления и прибытия.
5. Интервалы между поездами в пакете для участков с автоблокировкой и полуавтоматической блокировкой.
6. Нормы стоянок сборных поездов для работы по станциям.
7. План организации местной работы на отделении (погрузка, выгрузка, порядок подачи и уборки вагонов).
8. Порядок работы локомотивов и обслуживания их бригадами.
9. Нормы времени нахождения локомотивов в пунктах основного и оборотного депо.

При этом общее время должно быть расчленено на время нахождения локомотивов собственно под экипировкой и время на проход локомотивов от поезда до контрольного пункта депо и обратно под поезд.



10. Нормы стоянок для технических надобностей товарных поездов и стоянок пассажирских поездов.

11. План формирования (число и назначение формируемых станциями поездов и желательное время их отправления, данные об отправительских маршрутах и о согласовании групповых поездов по пути их следования).

12. Заданные показатели графика: участковая скорость, маршрутная скорость, стоянки на участковых станциях, оборот локомотивов, среднесуточный пробег локомотивов.

Сведения о числе поездов, которые надо проложить на графике, должны быть подразделены по категориям с указанием согласования поездов (пассажирских по узловым станциям и товарных поездов сетевого расписания по выходным пунктам).

Предварительные сведения и данные следует свести в специальную таблицу (см. табл. 13 на стр. 116).

Кроме перечисленных сведений в примечании к приведенной таблице указываются: для участков с автоблокировкой — расчетный интервал между попутными поездами (интервал в пакете), система обслуживания участка сборными поездами, заданные показатели графика, времена нахождения локомотива в оборотном депо с расчленением их на элементы и другие данные местного характера, необходимые для построения графика.

Работник, составляющий график, должен иметь сокращенные профили данных участков, технико-распорядительные акты станций, таблицы взаимного замыкания маршрутов и другие данные местного характера.

### **Порядок составления графиков**

Составление графика производится в следующем порядке:

1. Накладываются пассажирские и ускоренные товарные поезда дальнего следования.

2. Намечаются линии хода местных и пригородных поездов, имея в виду возможность их некоторого смещения при наложении в дальнейшем линий хода товарных поездов.

3. Намечаются линии хода поездов общесетевого расписания.

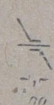
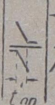
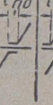
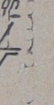
4. Накладываются остальные товарные поезда с увязкой подходов со смежных участков и оборота локомотивов по участковым станциям для всех поездов. Одновременно окончательно уточняется проход товарных поездов общесетевого расписания.

При необходимости для улучшения продвижения товарных поездов и оборота локомотивов может быть произведена необходимая сдвигка местных и пригородных поездов. Сдвигка дальних пассажирских и ускоренных товарных поездов также может быть допущена, если при этом не нарушается согласование их в узлах.

Дальние пассажирские поезда наносятся на график с учетом требований пассажирских перевозок и с учетом грузового движения. Расписание их должно быть согласовано между дорогами и утверждено НКПС.

Местные и пригородные поезда наносятся на график с учетом нормальной доставки рабочих и служащих к месту работы и обратно в наиболее удобное для них и для предприятий время.



Наименование раздельных пунктов	Станционные интервалы		Интервал неодноре- менного прибытия	Интервалы не- одновременн. отправления и прибытия		Заданное время работы своих поездов		Прочие данные
	Интервал скрещен. для одно- путных линий	Интервал попутного следования		В нечетном направлен	В четном направлен.	В нечетн. направлен.	В четном направлен.	
Между прибытием нечет- ного поезда и отправле- нием четного			Между прибытием нечет- ного поезда и последующим прибытием четного	По схеме 	По схеме 			
Между прибытием четного поезда и отправлением чет- ного			Между прибытием четного поезда и последующим при- бытием нечетного	По схеме 	По схеме 			
В четном направлении						В нечетном направлении		
В нечетном направлении							В четном направлении	

В тех случаях, когда частичным изменением расписания пригородных поездов можно достичь существенного улучшения продвижения товарных поездов, дорога должна выяснить с предприятиями возможность изменения часов начала и конца работы.

При составлении общесетевого графика должно быть предусмотрено место для дополнительных поездов, пропускаемых по диспетчерскому расписанию, с таким расчетом, чтобы эти поезда могли быть пропущены по участку с достаточно высокой участковой скоростью.

Чтобы местные «холодные» поезда своей работой на участке не нарушали следования других товарных поездов, им дается «ступенчатое» расписание, т. е. уменьшаются тем или иным путем времени хода по перегонам и за счет этого уменьшения даются стоянки. Расположение такого поезда на графике показано на рис. 82. Разумеется, стоянки должны даваться только при необходимости работы на той или иной станции и соответствовать объему этой работы.

Надо иметь в виду, что «холодные» поезда, имеющие работу на участке, например, молочные поезда, часто устанавливаются на промежуточных станциях для производства погрузки на главном пути. Если при этом погрузка организована плохо и протекает медленно, то такие поезда могут крайне вредно влиять и на пропускную способность и на участковую скорость. Поэтому следует максимально уплотнять время



стоянки таких поездов и принимать их по возможности не на главные пути.

Для пропуска сборных поездов на графике должно быть оставлено место с таким расчетом, чтобы стоянки этих поездов на станциях можно было несколько уменьшать и увеличивать, не нарушая хода других поездов и не изменяя моментов отправления и прибытия самого сборного поезда на участковых станциях.

При работе на участке двух сборных поездов они должны быть намечены так, чтобы интервал времени между ними был равен времени работы по погрузке и выгрузке.

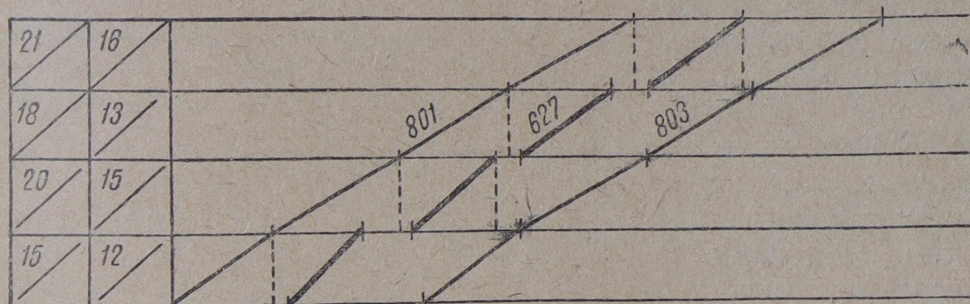


Рис. 82

При составлении графиков для участков, на которых будут проводиться работы по реконструкции пути, для производства этих работ должны оставляться «окна» на графике. Величина этих окон, а также их расположение во времени устанавливаются по согласованию со службой пути и с таким расчетом, чтобы не ухудшать показатели графика.

В тех случаях, когда путевые работы будут проводиться длительный период времени, но не требуют прекращения движения, а лишь сокращения скорости, целесообразно несколько увеличить стоянки поездов на участковых станциях, не увеличивая перегонных времен хода.

## Г Л А В А 9

### ПРОКЛАДКА ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ НА ГРАФИКЕ

При прокладке на графике пассажирских поездов должны быть обеспечены два требования: во-первых, пассажирские поезда должны быть проложены с наибольшей скоростью, без остановок, не вызываемых требованиями пассажирского движения. Расписание их должно быть так согласовано в узлах, чтобы пассажиры, имеющие пересадку, ожидали нужный им поезд минимум времени. Кроме того, время отправления и прибытия поездов в начальные и конечные пункты должно быть удобным для пассажиров.

Расписание пригородных поездов должно быть увязано с началом и концом работы на предприятиях и должно быть удобным для трудящихся.

Прокладка пассажирских поездов на графике должна также обеспечивать хороший оборот составов и пассажирских локомотивов.



С другой стороны, выбор того или иного расположения пассажирских поездов на графике должен быть произведен так, чтобы были обеспечены наибольшая участковая скорость товарных поездов при минимальных стоянках их на участковых станциях и наилучший оборот товарных локомотивов.

Правильное составление расписания пассажирских поездов, сочетающее интересы пассажирского и товарного движения, является одной из главнейших задач составления графиков.

Пассажирские поезда могут быть расположены на графике разрозненно и пачками.

Разрозненным называется такое расположение пассажирских поездов, при котором они распределены на графике более или менее равномерно, причем между двумя смежными пассажирскими поездами по перегону может быть пропущен хотя бы один товарный поезд (рис. 83).

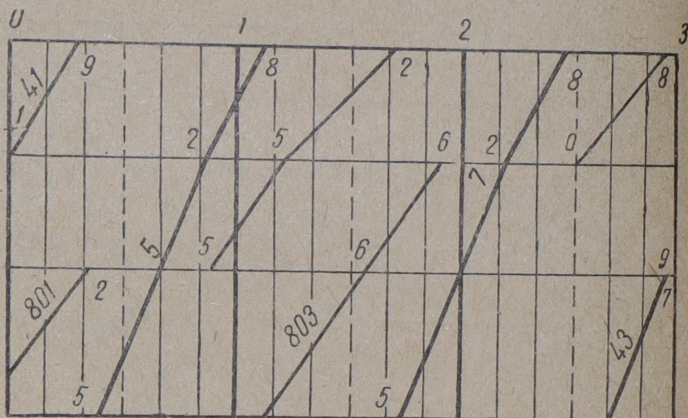


Рис. 83

Пачечным называется такое расположение, при котором пассажирские поезда собраны в группы (пачки), состоящие из 2 — 3 и более поездов, причем между отдельными поездами группы не может быть пропущен товарный поезд (рис. 84).

Задачу выяснения влияния расположения пассажирских поездов на продвижение товарных поездов можно разбить на две части:

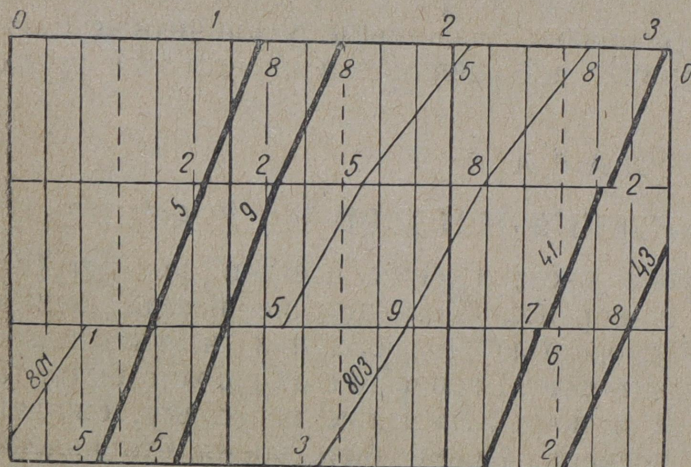


Рис. 84

1. Как влияет на продвижение товарных поездов перемещение пассажирских поездов на графике, если расположение последних в целом остается или разрозненным, или пачечным.

2. Как влияет на продвижение товарных поездов переход от разрозненного расположения пассажирских поездов к пачечному или, обратно, от пачечного к разрозненному.

При этом нельзя ограничиться рассмотрением одного участка: необходимо установить наивыгоднейшее расположение пассажирских поездов с точки зрения скорости продвижения товарных поездов на целом направлении, состоящем из ряда участков.

Перейдем к рассмотрению первого из поставленных вопросов.

Двухпутная линия. Опытные исследования (построения



графиков с различным расположением пассажирских поездов) показывают, что перемещение на графике линий хода дальних пассажирских поездов параллельно самим себе на протяжении всего маршрутного направления влияет на скорость продвижения грузовых поездов по направлению относительно мало. Например, на опытных графиках изменение скорости продвижения товарных поездов при перемещении пассажирских составило менее 1%. Общее число обгонов (включая и обгоны на участковых станциях) изменяется незначительно.

Разумеется, что при различном расположении пассажирских поездов во всех случаях графики должны строиться с минимальным возможным числом обгонов и минимальными стоянками при обгонах. В противном случае при неправильном построении графика даже при одном и том же расположении пассажирских поездов можно получить разную скорость продвижения товарных поездов.

Почти всегда можно добиться, чтобы среднее фактическое время простоя при обгоне на промежуточной станции равнялось минимальному возможному или было близко к нему (стоянка на участковых станциях зависит от нормы времени для технических операций).

Только при очень больших заполнениях графика ( $\gamma \geq 0.95\%$ ) и большой разнице скоростей товарных и пассажирских поездов достижение минимальных стоянок при обгоне становится затруднительным, причем даже в этих случаях, как правило, фактические стоянки не на много отличаются от минимальных.

Минимальные стоянки под обгоном на промежуточных станциях можно получить всегда, когда на участке товарный поезд в период времени прохода пассажирских поездов имеет не более 1 обгона (отдельные поезда при этом могут иметь и 2 обгона). Очень близкие к минимальным стоянки можно получить даже на максимальных графиках.

Это вытекает из того, что линию хода каждого товарного поезда, имеющего обгон, можно «прижать» в пункте обгона к линии хода пассажирского, отправив товарный поезд, если это необходимо, несколько раньше или позже с участковой станции. Например, на рис. 85 поезд № 801 по условиям готовности мог отправиться с участковой ст. А так, как показано пунктиром. В этом случае он имел бы на ст. 2 стоянку большую, чем минимальная. Минимальную же стоянку при обгоне на ст. 4 можно получить, отправив поезд № 801 со ст. А на 2 мин. раньше, сократив на эти 2 мин. его стоянку на участковой станции. Такую передвигку отдельных товарных поездов можно сделать почти всегда.

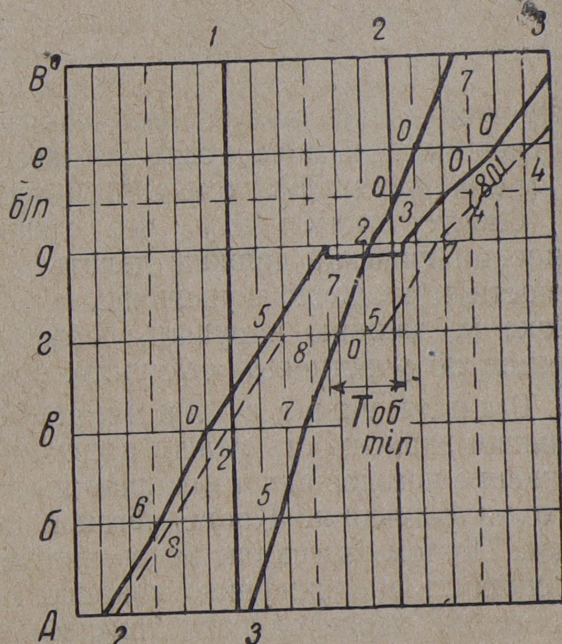


Рис. 85



В книгах и учебниках предельщиков указывалось, что среднее время при обгоне равно среднему арифметическому между максимальным и минимальным.

Практика построения графиков доказала несостоятельность этого и возможность в громадном большинстве случаев получать при обгоне минимальные и близкие к ним стоянки.

Выше говорилось о влиянии на продвижение товарных поездов перемещения пассажирских по всему направлению.

Теперь посмотрим, можно ли улучшить ход товарных поездов при помощи частичной сдвижки линий хода пассажирских.

Практика показывает, что можно.

Например, пропуском пригородного поезда № 161 на 8 мин. раньше, чем показано сплошной линией на рис. 86, можно достичь безобгонного следования поезда № 807.

Путем частичной сдвижки линий хода пассажирских поездов можно обычно получать большее улучшение хода товарных, чем передвижкой пассажирских поездов на всем направлении, так как в последнем случае при улучшении графика на одном участке может получиться ухудшение на другом.

Так как пригородные и местные поезда обращаются, как правило, в пределах одного участка, то их передвижка на

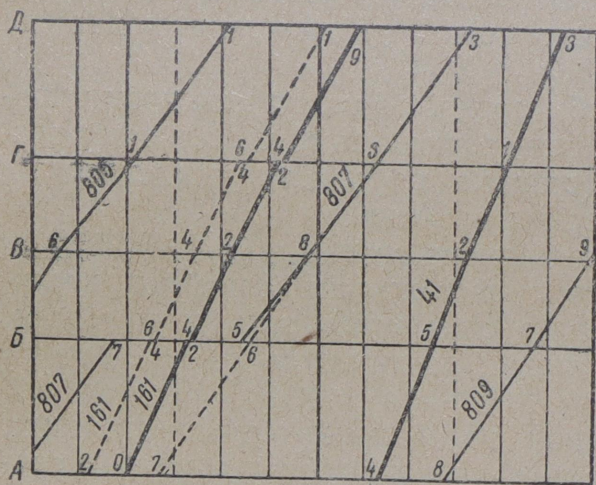


Рис. 86

всем пути следования аналогична частичной сдвижке дальнего поезда, но сдвижка их может быть произведена более свободно, а следовательно, и с большим эффектом для грузового движения.

Следует иметь в виду, что сдвижки пассажирских поездов при построении графика должны делаться лишь при действительной необходимости и не должны увеличивать времени их нахождения в пути, а также не должны нарушать согласованного расписания пассажирских поездов по участковым станциям.

**Однопутная линия.** На однопутной линии существует большая зависимость между поездами, чем на двухпутной, так как продвижение поездов одного направления зависит от прохода поездов встречного направления. Кроме обгонов имеют место еще и скрещения поездов. Поэтому здесь расположение пассажирских поездов больше влияет на скорость продвижения товарных поездов, чем на двухпутной линии. Но все же характер расположения их на графике оказывает меньшее влияние, чем ряд других факторов: число пассажирских поездов, заполнение графика и т. п. Построение опытных графиков показывает, что изменение скорости товарных поездов при перемещении линий хода пассажирских составляет не более 3 — 4% в ту и другую сторону.

Здесь так же, как и для двухпутной линии, оказывается негодной предельческая «теория», утверждающая, что в среднем стоянка при обгоне и



при скрещении равна полусумме минимальной и максимальной стоянки. Как при обгонах, так и при скрещении можно и должно получать минимальные или близкие к ним стоянки.

На однопутной линии так же, как и на двухпутных, путем частичной сдвижки пассажирских поездов можно ускорить продвижение товарных.

### Пачечное и разрозненное расположение пассажирских поездов на графике

Изменение скорости продвижения товарных поездов на направлении при переходе от разрозненного к пачечному расписанию пассажирских поездов (или обратно) происходит главным образом за счет изменения времени стоянок товарных поездов при обгоне и скрещении.

Сокращение или удлинение этих стоянок влечет за собой ускорение или замедление хода товарных поездов, в зависимости от чего они имеют в пути больше или меньше обгонов и скрещений. Таким образом, число обгонов и скрещений также изменяется в зависимости от того, какое расположение пассажирских поездов принято: пачечное или разрозненное.

Перейдем к установлению наивыгоднейшего расположения пассажирских поездов на двухпутных и однопутных линиях с точки зрения лучшего сочетания пассажирского и товарного движения.

Двухпутные линии. Чем меньше будет интервал между отдельными пассажирскими поездами пачки, тем меньше будут простаивать товарные поезда при обгонах и скрещении. Это ясно хотя бы из рис. 84. На сколько минут мы раздвинем нитки поездов №№ 5 и 9, на столько же увеличится простой поезда № 801 при обгоне.

Поэтому при пачечном расположении пассажирских поездов интервал между отдельными поездами в пачке, как правило, должен быть близок к минимальному интервалу, определенному с учетом всех требований безопасности движения.

Сравним приближенно для какой-то одной станции величину стоянки товарных поездов при обгоне в случае пачечного и разрозненного расположения пассажирских. Так как в большинстве случаев можно получить минимальные или близкие к ним стоянки при обгонах, то достаточно будет ограничиться сравнением минимальных стоянок.

### Разрозненное расположение пассажирских поездов

Условимся обозначать:

$T_{min}^{об}$  — минимальный простой товарного поезда при обгоне его одним пассажирским поездом;

$t_{nc}^1$  — время хода пассажирского поезда по перегону, с которого он прибывает в пункт обгона;

$t_{nc}^2$  — время хода пассажирского поезда по перегону, на который поезд выходит из пункта обгона;



$\tau$  — станционный интервал (время на сношения по движению поездов);  
 $t_{cm}^n$  — стоянка пассажирского поезда в пункте обгона (при отсутствии стоянки  $t_{cm}^n = 0$ ).

При полуавтоматической блокировке без постов, телеграфе или телефоне величина стоянки будет равна (рис. 87):

$$T_{min}^{об} = t_{nc}^1 + t_{nc}^2 + t_{cm}^n + 2\tau.$$

При наличии постов на перегоне для большинства случаев остается справедливой эта же формула, но время хода пассажирского поезда должно браться для прилегающих к станции обгона межпостовых перегонов, если по условиям профиля допускается разграничение товарного и пассажирского поездов постом (рис. 88).

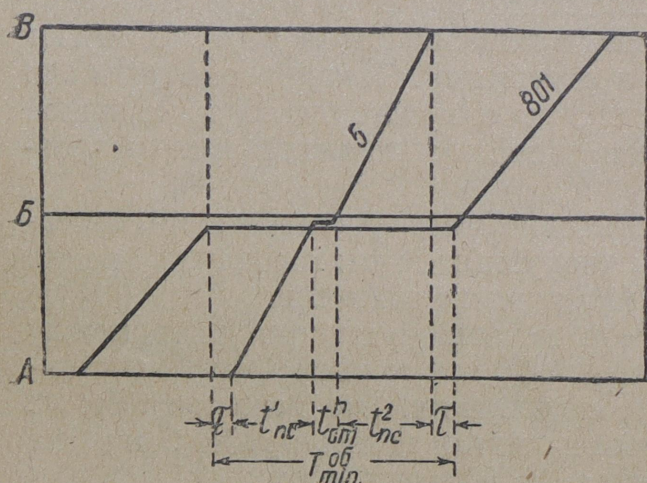


Рис. 87

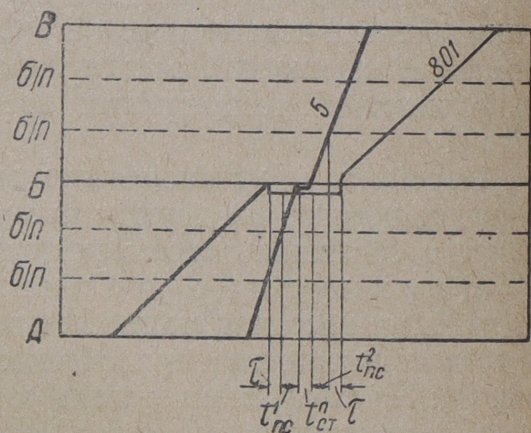


Рис. 88

Приведенная формула может быть не вполне точна лишь в тех случаях, когда скорости пассажирских поездов очень мало отличаются от скоростей товарных.

При автоблокировке минимальная стоянка при обгоне равна:

$$T_{min}^{об} = I_{np} + I_{om} + t_{cm}^n$$

Обозначения ясны из рис. 89.

Пачечное расположение пассажирских поездов

Пачка на графике является как бы расширенной ниткой одного поезда. Поэтому при пачечном движении величина стоянки при обгоне (пачкой) увеличится на интервал между первым и последним поездом в пачке.

Минимальный простой товарного поезда при обгоне его пачкой пассажирских будет равен:

при полуавтоматической блокировке (а также телеграфе или телефоне):

$$T_{min}^{обn} = t_{nc}^1 + t_{nc}^2 + t_{cm}^n + 2\tau + I_{cp}(K_n - 1);$$



при автоблокировке:

$$T_{min}^{обн} = I_{np} + I_{cm} + t_{cm}^n + I_{cp} (K_n - 1),$$

где:  $I_{cp}$  — средний интервал между смежными пассажирскими поездами в пачке;

$K_n$  — число пассажирских поездов в пачке;

$T_{min}^{обн}$  — минимальный простой товарного поезда при обгоне его пачкой пассажирских.

В первом приближении вопрос целесообразности пачечного или разрозненного расположения пассажирских поездов сводится к вопросу, что выгоднее: иметь ли обгон в одном месте сразу несколькими пассажирскими поездами или же иметь ряд обгонов разрозненно следующими пассажирскими поездами.

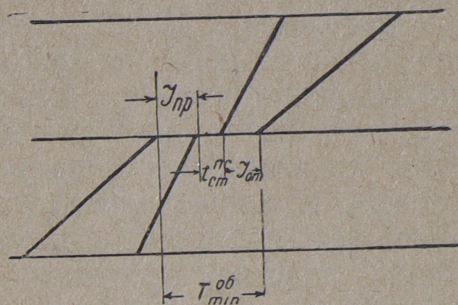


Рис. 89

Очевидно, что если стоянка при обгоне пачкой будет меньше суммы стоянок при обгоне пассажирскими поездами поодиночке, то применение пачечности будет целесообразно, т. е. для того, чтобы пачка была выгодна, необходимо, чтобы  $T_{min}^{обн}$  было меньше  $T_{min}^{обн} \cdot K$ .

Тогда для участка, оборудованного полуавтоматической блокировкой, исходя из предпосылки, что обгон пачкой и обгон одиночными поездами происходит в одних и тех же условиях, подставляя значения  $T_{min}^{обн}$  и  $T_{min}^{об}$ , получим:

$$t_{nc}^1 + t_{nc}^2 + t_{cm}^n + 2\tau + I_{cp} (K_n - 1) < (t_{nc}^1 + t_{nc}^2 + t_{cm}^n + 2\tau) K_n,$$

или:

$$I_{cp} (K_n - 1) < (t_{nc}^1 + t_{nc}^2 + t_{cm}^n + 2\tau) (K_n - 1).$$

Следовательно, при полуавтоматической блокировке пачка выгодна, когда

$$I_{cp} < t_{nc}^1 + t_{nc}^2 + t_{cm}^n + 2\tau.$$

При автоблокировке аналогично можно получить: ■

$$I_{cp} < I_{np} + I_{om} + t_{cm}^n.$$

Величина минимального интервала, через который можно отправлять пассажирские поезда, оказывается значительно меньшей того интервала, при котором еще выгодно пачечное расположение



правые части двух последних неравенств). Действительно, при автоблокировке, например, минимальный интервал равен:

$$I = t_{nc}^{max} + \tau,$$

где:  $t_{nc}^{max}$  — время хода пассажирского поезда по максимальному перегону (межпостовому или межстанционному при отсутствии постов).

Следовательно, можно утверждать, что на двухпутной линии при отправлении пассажирских поездов в пачке с минимальным интервалом приведенные неравенства будут выдержаны и пачечное расположение будет выгоднее разрозненного.

Этот вывод сделан из наиболее простого для доказательства случая, когда обгон пачкой имеет место в тех же условиях, что и обгон одиночно расположенными пассажирскими поездами. Практически такое положение будет иметь место в исключительных случаях. Однако можно доказать, что при правильном построении графиков вывод, как правило, остается справедливым и в других случаях, когда обгоны одиночно следующими пассажирскими поездами происходят не на той станции участка, где имеет место обгон пачкой, а на любых других станциях. Это подтверждается построением графиков.

Значит на двухпутных линиях время простоя товарного поезда при обгоне его пачкой пассажирских поездов меньше, чем сумма его простоев при обгоне тем же числом пассажирских поездов при разрозненном их расположении, а участковая скорость при пачечном расположении пассажирских поездов выше, чем при разрозненном.

При пачечном расположении уменьшается общее число обгонов, вследствие сокращения стоянок увеличивается скорость товарных поездов и легче достижение минимальных стоянок при обгоне, так как меньше групп пассажирских поездов на графике. Наконец, несколько увеличивается пропускная способность.

Поэтому пачечное расположение пассажирских поездов на двухпутной линии с точки зрения ускорения продвижения товарных поездов обычно целесообразнее, чем разрозненное.

При этом интервал между отдельными поездами в пачке, как правило, должен равняться минимальному интервалу, допускаемому пропускной способностью линии и отдельных пунктов с учетом всех требований безопасности движения.

Если же условия пропуска пассажирских поездов через отдельные пункты значительно повышают величину интервала в пачке (например, при недостатке путей на станциях, где есть стоянки пассажирских поездов), то до проведения мероприятий по устранению ограничений может иногда оказаться целесообразным разрозненное расположение поездов.

При пачечном расположении надо еще определить наиболее целесообразное число поездов в пачке, так как пачки из большого числа пассажирских поездов, не повышая значительно скорости продвижения товарных поездов, создают неравномерность их следования и ухудшают оборот товарных локомотивов.

Отсюда следует, что число поездов в пачке должно быть выбрано такое, которое наилучшим образом сочетает задачи улучшения про-



движения поездов и оборота локомотивов. Это число зависит в основном от следующих факторов:

- а) соотношения скоростей пассажирских и товарных поездов и наличия на графике пассажирских поездов разных скоростей;
- б) парности или непарности движения товарных поездов (при непарном движении легче добиться минимальных стоянок локомотивов в деповских пунктах);
- в) общего числа пассажирских поездов на графике;
- г) интервала между поездами пачки;
- д) средств сношений по движению поездов, заполнения графика и требований организации пассажирского движения.

Характер зависимости коэффициента маршрутной скорости от числа поездов в пачке изображен на диаграмме рис. 90<sup>1</sup>.

Кривые построены для различных соотношений скоростей товарных и пассажирских поездов и для различных заполнений графика, характеризуемых коэффициентом  $\gamma$ . Из диаграммы видно, что с увеличением числа пассажирских поездов в пачке скорость продвижения товарных, характеризуемая коэффициентом маршрутной скорости  $\beta_m$ , растет вначале быстро, но затем наклон кривых скоро уменьшается. Уже при четырех поездах в пачке кривая идет почти горизонтально, и только для малых соотношений скоростей товарных и пассажирских поездов ( $\Delta = 0,2$ , т. е. при высокоскоростных пассажирских поездах) есть еще ощутительный рост. Наибольший рост коэффициента скорости  $\beta_m$  получается при переходе от разрозненного расположения к пачкам из двух поездов. Более или менее значительный рост наблюдается при переходе от двух к трем поездам в пачке.

Исследование (путем специального построения графиков) зависимости оборота товарных локомотивов от числа пассажирских поездов в пачке показывает, что оборот локомотивов при пачках до 4—5 поездов в общем не ухудшается (в одних случаях наблюдается улучшение, в других — небольшое ухудшение). Это относится к случаю, когда интервал между пассажирскими поездами в пачке не сильно отличается от минимального. При более значительном увеличении этого интервала наблюдается некоторое ухудшение оборота товарных локомотивов, возрастающее, как правило, с увеличением интервала и числа поездов в пачке.

Таким образом, число пассажирских поездов в пачке может быть допущено тем большее, чем:

- а) меньше отношение скоростей товарных и пассажирских поездов  $\Delta$ ;
- б) больше непарность товарного движения, так как при наличии непарности легче увязать оборот локомотивов и стоянки сквозных по-

<sup>1</sup> Абсолютная величина коэффициента маршрутной скорости находится в зависимости и от технической скорости, и от расстояния между участковыми станциями, и от величины стоянок поездов на этих станциях. Поэтому данная диаграмма показывает лишь характер зависимости коэффициента маршрутной скорости от числа поездов в пачке.

Приведенная диаграмма построена в условиях полуавтоматической блокировки при большом числе пассажирских поездов. Аналогичный характер кривых получается и при автоблокировке (была построена диаграмма на основании серии графиков линии Москва — Орел; эта диаграмма здесь не приводится).



ездов на деповских станциях и получить минимальные стоянки локомотивов на этих станциях;

в) больше общее число пассажирских поездов; например, при трех поездах на графике вряд ли можно будет уложить все их пачкой просто по условиям организации пассажирского движения;

г) меньше интервал между поездами пачки;

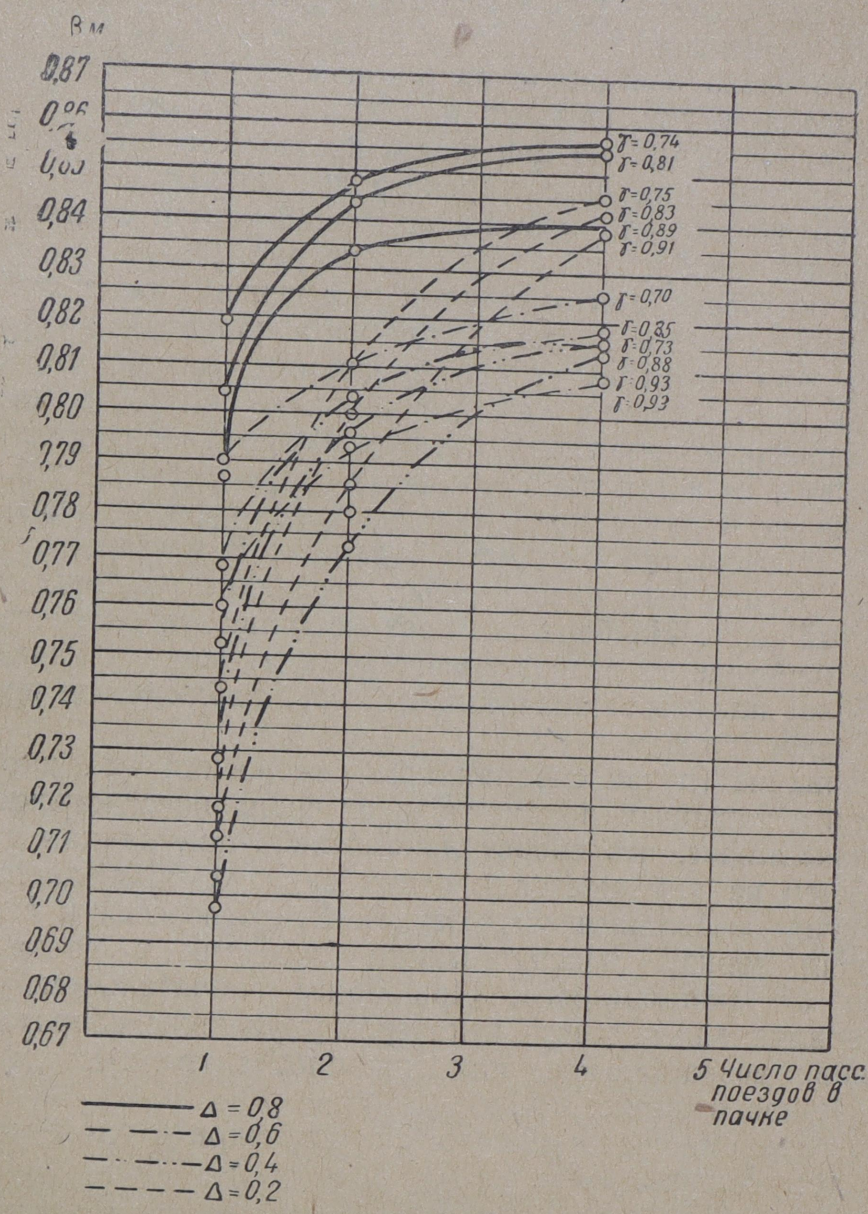


Рис. 90

д) совершеннее средства сношения по движению поездов, так как при более совершенном средстве, например, автоблокировке, можно иметь меньший интервал, чем при менее совершенном. Пачка из большого числа поездов будет занимать на графике меньше времени и не вызовет неравномерности движения товарных поездов в течение суток.

В зависимости от этих условий на двухпутных линиях пассажирские поезда целесообразно размещать равными пачками, от 2 до 5 поездов в пачке.



Ориентировочное число пассажирских поездов в пачке в зависимости от непарности движения и соотношения скоростей товарных и пассажирских поездов приводится в табл. 14.

Таблица 14

Отношение времени хода пассажирского поезда ко времени хода товарного поезда по участку $\Delta$	Число пассажирских поездов в пачке	
	График с непарным грузовым движением (число поездов одного направления превышает число поездов обратного направления более чем на 2 поезда)	График с парным грузовым движением (число поездов одного направления равно числу поездов обратного направления или превышает его не более чем на 2 поезда)
Менее 0,4 . . . . .	4 — 5	3 — 4
0,4 — 0,7 . . . . .	3 — 4	2 — 3
Более 0,7 . . . . .	2 — 3	1 — 2

Примечание. Таблица 14 и диаграмма рис. 100 составлены при условии, что, путевое развитие станций большого влияния на повышение интервала между поездами в пачке не оказывает.

Пачки пассажирских поездов должны размещаться на графике по возможности равномерно.

Равномерность в распределении пачек по сетке графика и равенство числа поездов в отдельных пачках имеют значение главным образом для улучшения оборота локомотивов и работы станций. Таким образом, если например, на графике при автоблокировке имеется 6 поездов при  $\Delta = 0,5$  и непарном движении, то лучше разместить их двумя пачками по 3 поезда, чем двумя же пачками, но с 4 поездами в одной и 2 — в другой.

При невозможности объединить поезда в пачки вследствие различных скоростей поезда с одинаковыми скоростями следует объединить в пачки, а с разными — проложить разрозненно.

Пригородные, местные и прочие пассажирские поезда, обращающиеся в пределах одного участка, могут соединяться в пачку, даже если скорости поездов не вполне равны. При этом интервал между поездами пачки в местах их наибольшего расхождения не должен сильно отличаться от минимального, иначе стоянки при возможных обгонах пачки могут превысить стоянки, которые получились бы при разрозненном положении пассажирских поездов, и пачка может ухудшить ход товарных поездов.

Следует еще раз напомнить, что при прокладке пассажирских поездов должны выполняться требования наилучшей организации пассажирского движения, отмеченные в начале этой главы.

Однопутные линии. На однопутных линиях кроме обгонов имеют место скрещения товарных поездов с пассажирскими. При этом число скрещений намного превышает число обгонов.



С переходом к пачечному расположению пассажирских поездов стоянки при обгонах уменьшаются. Однако стоянки при скрещении значительно возрастают и не только сводят на-нет ускорение хода товарных поездов, получаемое от уменьшения простоев при обгонах, но еще и ухудшают их движение.

На рис. 91 показан пример скрещения товарного поезда с одиночным пассажирским поездом и пачкой из двух поездов. Во втором случае простой в 3 с лишним раза больше.

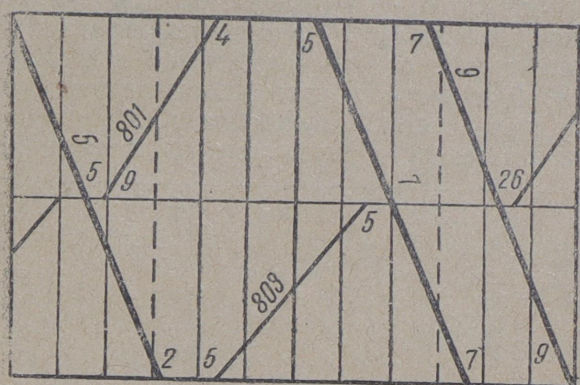


Рис. 91

Поэтому на однопутных линиях пассажирские поезда не должны, как правило, соединяться в пачки. Размещение их на графике должно быть по возможности равномерным.

Пачечное расположение пассажирских поездов на однопутной линии может быть целесообразно лишь при большом заполнении пропускной способности в следующих случаях:

- а) на пригородных участках,
- б) на других участках или на

правлениях при двух поездах в пачке и минимальном интервале между ними, что возможно при наличии поездов одинаковой скорости и отсутствии скрещения их на промежуточных станциях. В этом случае соединение пассажирских поездов в пачки будет целесообразно лишь при отношениях времени хода пассажирского и товарного поезда менее чем 0,6, так как иначе слишком увеличивается интервал между поездами пачки, а вместе с тем и простой при скрещении. Кроме того, пачечное расположение дальних пассажирских поездов может быть допущено на тех однопутных участках, которые составляют часть в основном двухпутного направления. При этом, как правило, должно быть избегнуто скрещение пачек пассажирских поездов на однопутном участке.

## Г Л А В А 10

### СОБЛЮДЕНИЕ МИНИМАЛЬНЫХ СТОЯНОК СКВОЗНЫХ ПОЕЗДОВ И ЛОКОМОТИВОВ НА СТАНЦИЯХ С ОБОРОТНЫМИ ДЕПО

При одной и той же участковой скорости эксплуатационный оборот локомотивов будет тем меньше, чем меньше время нахождения локомотивов на станции оборота. Продолжительность же нахождения локомотивов на станции оборота зависит как от заданных норм времени на технические операции с локомотивом и норм отдыха локомотивных бригад (при длинных тяговых плечах), так и от расположения поездов на прилегающих к деповским станциям перегонах. Поэтому размещение линий хода поездов на графике должно производиться с учетом условий ускорения оборота локомотивов и условий нормальной работы бригад.



Чтобы при построении графика можно было обеспечить наиболее выгодные для оборота локомотивов моменты прибытия и отправления поездов на станции оборота, построение графика следует начинать с перегонов, прилегающих к этой станции, которые в дальнейшем будут называться «деповскими перегонами».

Как правило, на графике маршрутного направления в целях лучшего использования локомотивов товарные поезда следует располагать равномерно с соблюдением последовательного чередования прибывающих и отправляющихся поездов на деповских перегонах.

### Станция оборота локомотивов является конечным или начальным пунктом следования всех поездов

Когда на однопутной линии станция оборота локомотива является начальным или конечным пунктом следования всех или части поездов (например, сортировочная станция), обеспечение нормальных стоянок локомотивов в пункте оборота при составлении графиков не представляет трудностей. В этом случае график движения поездов на деповском перегоне<sup>1</sup> должен иметь вид, показанный на рис. 92. При

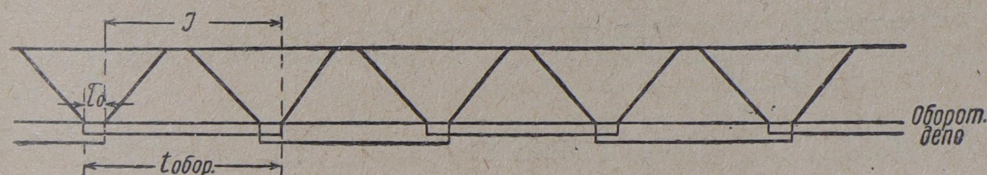


Рис.

этом наиболее выгодным для оборота локомотивов является последовательное чередование поездов разных направлений на этом перегоне. В случае, когда к станции оборота локомотивов примыкает ограничивающий перегон и когда пропускная способность этого деповского перегона заполнена, то несоблюдение чередования поездов на деповском перегоне влечет за собой увеличение стоянки паровозов на станции оборота.

Предположим, что заданное время нахождения локомотивов в пункте оборота равно  $t_{об} = I + \tau_0$  или, что то же самое,  $t_{об} = T_{пер} + \tau_0$ , где  $I$  — интервал между попутными поездами, прибывающими или отправляющимися со станции,  $\tau_0$  — станционный интервал,  $T_{пер}$  — период графика деповского перегона.

При правильном чередовании поездов на деповском перегоне стоянка каждого локомотива будет  $t_{об}$  (рис. 92).

При нарушении чередования поездов стоянка отдельных локомотивов увеличится против заданной нормы  $t_{об}$ .

Например, при укладке на деповском перегоне двух рядом расположенных пачек из двух поездов (рис. 93) общий простой всех локомотивов увеличивается на сумму времени занятия деповского перегона парой поездов  $(t' + t'' + 2\tau)$ , т. е. на период графика этого перегона

<sup>1</sup> Деповскими называются перегоны, прилегающие к деповским станциям.



$T_{пер}$ . Чем больше поездов в рядом расположенных пачках, тем больше увеличивается простой локомотивов.

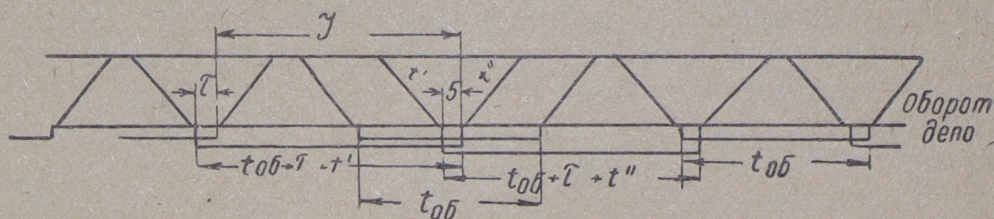


Рис. 93

Так, при трех поездах в пачке это увеличение равно  $2T_{пер}$ , при четырех поездах в пачке —  $3T_{пер}$ , а в общем случае при  $K$  поездах в пачке увеличение простоя будет равно  $(K - 1) T_{пер}$ . Отсюда следует вывод, что пачечность на деповских перегонах, пропускная способность которых заполнена, допускаться, как правило, не должна.

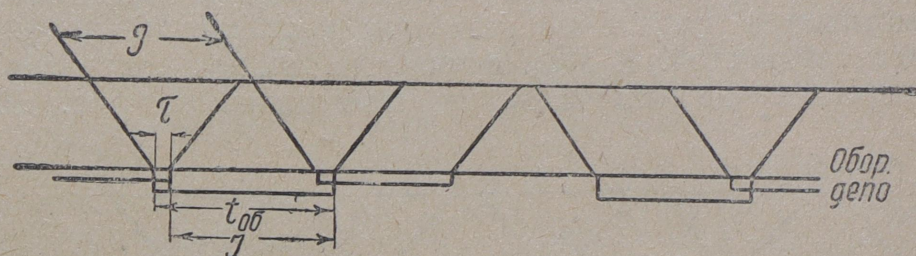


Рис. 94

Если же по условиям организации движения избежать пачки не удастся, то для уменьшения неблагоприятного влияния пачечности следует после прибывающей на деповскую станцию пачки поездов возможно ближе укладывать на графике такую же пачку, отправляющуюся в обратном направлении.

При неполном заполнении пропускной способности деповского перегона можно избежать увеличенного простоя локомотивов и при пачечном расположении поездов на этом перегоне.

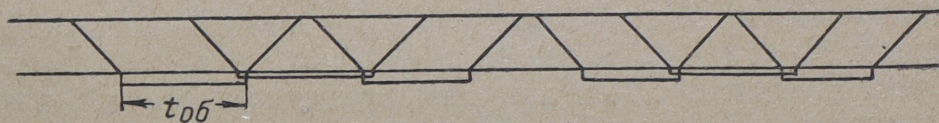


Рис. 95

Для этого интервал между поездами в пачке должен быть увеличен до величины заданной стоянки локомотива минус интервал скрепления поездов по станции оборота:

$$I = t_{об} - \tau.$$

При этом график будет иметь вид, показанный на рис. 94—96.

На этих рисунках показаны различные возможные случаи пачечного расположения поездов, удовлетворяющие заданным нормам стоянок локомотивов.



Когда пропускная способность деповского перегона не заполнена, все же необходимо стремиться чередовать поезда разных направлений, так как это способствует скорейшему продвижению их по участку.

В этом случае средний интервал между поездами будет несколько больше периода графика деповского перегона.

$$I > T_{пер}.$$

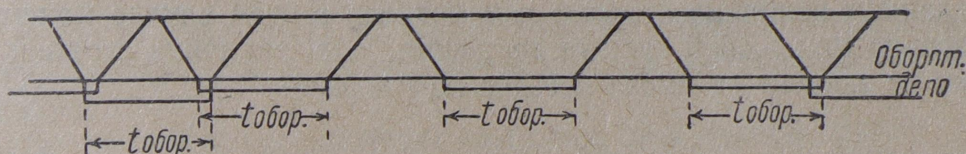


Рис. 96

Если при этом интервал между поездами не более величины  $t_{обз}^* - \tau$ , то для достижения заданной стоянки локомотивов нужно располагать поезда по схеме, приведенной на рис. 97. По этой схеме локомотив отправляется со станции оборота «вторым расписанием» ( $t_{обз}$  — заданная стоянка локомотива в пункте оборота).

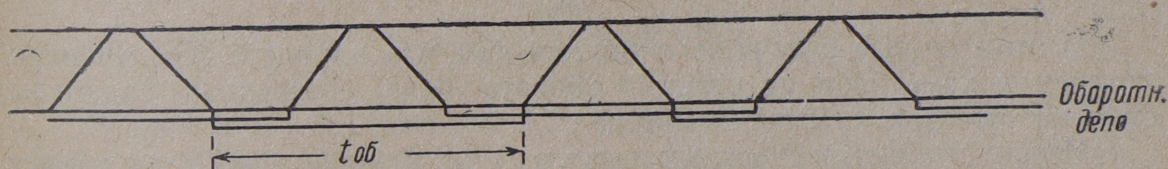


Рис. 97

При малом числе поездов, когда средний интервал между поездами превышает заданную стоянку локомотивов не меньше, чем на величину периода графика минус интервал скрещения, т. е. когда имеет место зависимость:

$$I > t_{обз} + T_{пер} - \tau,$$

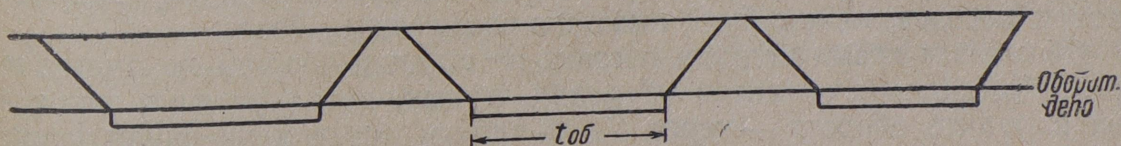


Рис. 98

заданная стоянка локомотивов может быть реализована путем расположения поездов на первом перегоне по схеме, приведенной на рис. 98. В этом случае локомотив отправляется со станции оборота первым расписанием.

В тех случаях, когда средний интервал между поездами на графике  $I_{ср}$  не удовлетворяет ни одному из приведенных выше условий, поезда на графике деповского перегона следует располагать группами с разными интервалами: одним — меньшим  $I_{ср}$ , а другим — большим  $I_{ср}$ , выбирая



эти интервалы таким образом, чтобы соблюсти заданные стоянки локомотивов.

На двухпутных линиях, когда станция оборота локомотивов является тупиковой, получение наименьшей стоянки локомотива в пункте оборота достигается следующим образом.

После каждого прибывающего на станцию оборота поезда отправляющийся поезд укладывается на графике через интервал, равный заданному времени стоянки локомотива (рис. 99).

Заданная величина стоянок локомотивов в этом случае может быть реализована при любой густоте движения, т. е. величина стоянок локомотивов не зависит от числа поездов на графике.

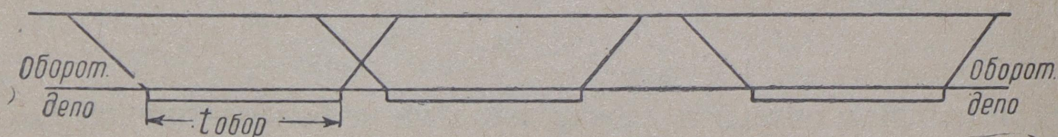


Рис. 99

### Станция оборота локомотивов является проходной для большинства поездов

В этом случае задача осложняется тем, что наряду с обеспечением стоянок локомотивов на станции оборота надо обеспечить заданные стоянки поездов на этой станции.

Между стоянками сквозных поездов разных направлений, увязанных между собой по обороту локомотивов, и временем нахождения локомотивов, обслуживающих эти поезда, на станции оборота существует зависимость. Каждый локомотив, прибывший с поездом на станцию оборота, отправляется обратно с поездом встречного направления, прибывшим с локомотивом соседнего участка. При этом необходимо обеспечить, чтобы стоянки обоих поездов, а также время нахождения локомотивов на станции оборотного депо не превышали норм времени, установленных по технологическому процессу станции и депо.

Для двухпутных линий связь между стоянками локомотивов и поездов может быть выведена следующим образом.

Обозначим время стоянки поездов на станции оборота локомотивов через  $t'_{ст}$  для нечетных и  $t''_{ст}$  для четных, время стоянки локомотива в пункте оборота — через  $t'_{об}$  — для работающих на одном плече и  $t''_{об}$  — для локомотивов, работающих на соседнем плече, интервал между попутными поездами — через  $I$ .

Заметим, что нормы стоянок поездов и локомотивов определяются временем, потребным для производства необходимых по технологическому процессу операций с поездом и локомотивом в пункте оборота, а интервал  $I$  — путем деления времени в данном отрезке графика между пассажирскими поездами на число товарных поездов, которые надо проложить в этом отрезке.

Заметим также, что интервал  $I$  следует рассматривать, как интервал между поездами, увязанными между собой по стоянкам и обороту локомотивов.



Местные поезда (сборные, одиночные локомотивы, поезда местного формирования и др.) в тех случаях, когда они увязаны по обороту паровозов с транзитными поездами, также включаются при расчете интервала. Самостоятельно увязанные (между собой) местные поезда при определении величины интервала в расчет не принимаются.

Если поезда расположены равномерно по всему графику, то

$$I_{cp} = \frac{1440}{n},$$

где  $n$  — число пар поездов, уложенных на графике и увязанных по обороту паровозов (за исключением тех местных, которые увязаны самостоятельно).

Если же поезда расположены группами, то в данной группе

$$I = \frac{T}{n},$$

где  $T$  — время отрезка графика, на котором расположена данная группа из  $n$  поездов.

Например: а) на всем графике поезда расположены равномерно. Число их  $n=24$ . Все поезда транзитные, увязанные по обороту локомотивов. Интервал будет:

$$I_{cp} = \frac{1440}{24} = 60 \text{ мин.};$$

б) на отрезке графика (от 4 до 9 час.) величиной в 5 час. уложено 10 пар поездов, тогда

$$I_{cp} = \frac{5 \cdot 60}{10} = 30 \text{ мин.}$$

Теперь построим график движения поездов на двух перегонах, примыкающих к станции оборотного депо (рис. 100), причем так, чтобы были выдержаны заданные стоянки поездов и локомотивов, работающих на I плече. Для этого на I плече поезд № 702 располагаем от момента прибытия поезда № 701 точно через заданное время стоянки локомотива, поезд № 704 располагаем на таком же расстоянии от поезда № 703 и т. д.; тогда локомотив, прибывший с поездом № 701, без потери времени на ожидание поезда точно через заданное время  $t_{обз}$  отправится обратно с поездом № 702. Локомотив от поезда № 703 уйдет с поездом № 704, локомотив от поезда № 705 уйдет с поездом № 706 и т. д.

Расположив таким образом поезда на I плече, перейдем к построению графика на II плече, укладывая линии хода так, чтобы выдерживать заданные стоянки поездов ( $t'_{стз}$ ,  $t''_{стз}$ ).

Такое расположение поездов на II плече уже определяет моменты прибытия и отправления локомотивов на II плече и, следовательно, определяет величину их стоянки на станции оборота.

Предположим, что на II плече локомотив из-под поезда № 702 не может отправиться с поездом № 701, так как этого времени ему недостаточно, чтобы пройти (от поезда № 702) в депо, повернуться, набрать воды, почистить топку, пройти к поезду № 701 и испробовать вагонные тормоза.



Если локомотив из-под поезда № 702 не успевает к поезду № 701, то он может отправиться только со следующим поездом № 703, который уходит через интервал  $I$  после поезда № 701 (рис. 100).

Таким образом, локомотив из-под поезда № 702 должен находиться на станции оборотного депо в течение времени  $t_x + I$ , где  $t_x$  — время от момента прибытия поезда № 702 до момента отправления ближайшего от него поезда № 701.

Величина этого промежутка времени  $t_x$  определяется из известного условия, что сумма интервалов между прибывшими и отправляющимися поездами равна сумме стоянок их.

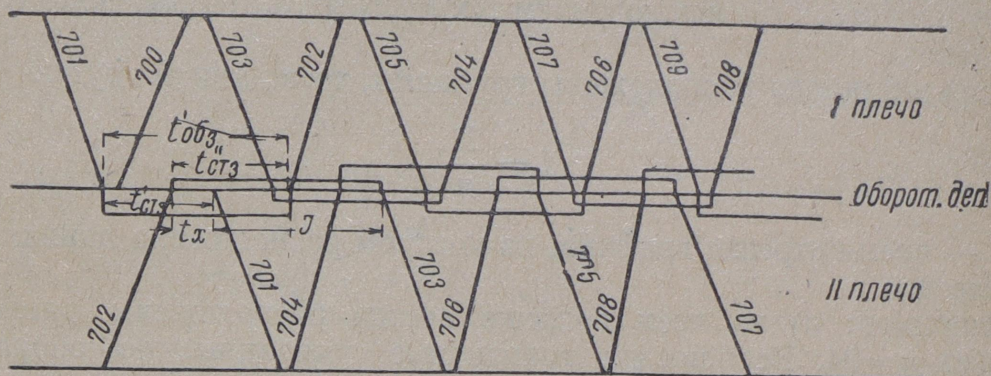


Рис. 100

Стоянки поездов нам известны — они являются заданными ( $t'_{стз}$ ,  $t''_{стз}$ ).

Отрезок времени на I плече от момента прибытия поезда № 701 до момента отправления поезда № 702 также известен — он равен заданной величине, стоянки локомотива  $t'_{обз}$ ; тогда искомый промежуток времени на II плече:

$$t_x = t'_{стз} + t''_{стз} - t'_{обз}.$$

Таким образом, общее время нахождения локомотива, прибывшего с поездом № 702, на станции оборотного депо будет:

$$t''_{об} = t_x + I;$$

$$t''_{об} = t'_{стз} + t''_{стз} - t'_{обз} + I.$$

Если же эта величина времени по условиям экипировки окажется также недостаточной, то локомотив из-под поезда № 702 не сможет отправиться с поездом № 703 и будет вынужден ожидать поезд № 705. Тогда его стоянка в пункте оборота составит:

$$t''_{об} = t'_{стз} + t''_{стз} - t'_{обз} + 2I.$$

Очевидно, в общем случае величина стоянки локомотива на II плече, в зависимости от заданной нормы  $t''_{обз}$ , составит:

$$t''_{об} = t'_{стз} + t''_{стз} - t'_{обз} + K \cdot I$$

или

$$t'_{об} + t''_{об} = t'_{стз} + t''_{стз} + K \cdot I. \quad (a)$$



Если стоянки локомотивов обоих участков на станции оборота одинаковы и стоянки поездов разных направлений также равны между собой, то зависимость принимает вид:

$$2 t_{об} = 2 t_{ст} + K \cdot I,$$

где  $K$  — число интервалов.

Из сказанного следует, что число интервалов  $K$ , принимаемое индивидуально в каждом конкретном расчете, зависит от того, какова величина заданной стоянки локомотивов в пункте оборота для экипировки.

Очевидно, определяемая по формуле стоянка локомотива со II плеча не может быть меньше заданной величины  $t_{обз}$  (так как иначе локомотив не будет приготовлен под намеченный поезд), но эта же стоянка не должна быть более величины  $t_{обз}$ , иначе локомотив будет бесполезно простаивать на станции оборота.

Из этого условия

$$t'_{стз} + t''_{стз} - t'_{обз} + K \cdot I = t'_{обз}$$

и определяется коэффициент  $K$ ; он должен быть:

$$K = \frac{(t'_{обз} + t''_{обз}) - (t'_{стз} + t''_{стз})}{I}, \quad (b)$$

где  $t'_{обз}$ ,  $t''_{обз}$ ,  $t'_{стз}$  и  $t''_{стз}$  — заданные стоянки локомотивов и соответственно поездов на станции оборота.

Из рассмотрения того же рис. 100 видно, что прибавление к величине  $t'_{стз} + t''_{стз} - t'_{обз}$  может происходить только целыми интервалами. Если локомотив не успевает на ближайший 1-й поезд, он может уйти только через интервал  $I$  со следующим 2-м поездом, если же он не успевает и на этот 2-й, он может уйти с 3-м поездом, т.е. через  $2I$ , через  $3I$  и т. д. Понятно, нельзя отправить поезд через  $1,5I$ , потому что через  $1,5I$  нет поезда; в этом случае, очевидно, локомотив простоят больше, чем  $1,5I$ , и отправится через  $2I$ .

Отсюда следует, что коэффициент  $K$  не может быть дробным числом, а только целым. Поэтому при вычислении  $K$  по формуле (b) полученную величину нужно округлять до большего числа и это число подставлять уже в формулу (a).

Пр и м е р. На график накладываются 24 пары товарных поездов. Поезда наносятся равномерно, тогда

$$I_{cp} = \frac{1440}{24} = 60 \text{ мин.}$$

На станции оборота заданы стоянки:

- а) поездов, четных и нечетных, по 20 мин.,
- б) локомотивов, работающих на обоих плечах, по 50 мин.

Какова будет стоянка (в пункте оборота) локомотива, работающего на одном плече, если соблюсти заданные стоянки поездов и заданные стоянки локомотива на другом плече?



Находим  $K$  по формуле (b):

$$K = \frac{(t'_{обз} + t''_{обз}) - (t'_{смз} + t''_{смз})}{I} = \frac{(50 + 50) - (20 + 20)}{60} = 1,0.$$

По формуле (a) находим стоянку в пункте оборота локомотива, работающего на одном из плеч:

$$t'_{об} = t'_{смз} + t''_{смз} - t'_{обз} + K \cdot I = 20 + 20 - 50 + 60 = 50 \text{ мин.}$$

При подсчете стоянок локомотивов значение  $K$ , исчисленное по формуле (b), округляется до большего целого числа.

При помощи формулы (a) могут быть решены следующие практические задачи.

**Задача 1.** Найти величину интервала между попутными поездами, при которой будут соблюдены как заданные стоянки поездов, так и заданные стоянки локомотивов на станции оборота. Эта задача практически наиболее важная.

Искомый интервал находится из уравнения (c), которое получено из равенства (b):

$$I = \frac{(t'_{обз} + t''_{обз}) - (t'_{смз} + t''_{смз})}{K}, \quad (c)$$

где  $K$  может быть равно любому числу: положительному — при положительном значении числителя в выражении (c) и отрицательному — при отрицательном значении того же числителя.

**Задача 2.** Найти наименьшую возможную величину стоянок поездов на станции оборота при условии непревышения заданных стоянок локомотивов и при заданном интервале между попутными поездами.

Искомая величина стоянок поездов находится из уравнения (a):

$$t'_{см} + t''_{см} = t'_{обз} + t''_{обз} - K \cdot I.$$

При решении этой задачи значение  $K$  определяется по той же формуле (b), но с округлением до меньшего целого числа, не обращая внимания на знак (по абсолютному значению).

**Задача 3.** При данном интервале между попутными поездами найти наименьшую возможную величину стоянок локомотивов на станции оборота, удовлетворяющую заданным нормам времени на технические операции, при условии непревышения заданных стоянок сквозных поездов.

Искомая величина стоянок локомотивов ( $t'_{об} + t''_{об}$ ) находится по формуле

$$t'_{об} + t''_{об} = (t'_{смз} + t''_{смз}) + K \cdot I,$$

в которую должно быть подставлено определенное значение  $K$ .



Эта величина  $K$  определяется из условия (b):

$$K = \frac{(t'_{обз} + t''_{обз}) - (t'_{смз} + t''_{смз})}{I}.$$

Результат вычисления округляется до большего целого, не обращая внимания на знак (по абсолютному значению).

Пример. На станции оборота заданные нормы стоянки поездов  $t_{смз} = 20$  мин., а локомотивов —  $t_{обз} = 40$  мин. Эти стоянки могут быть выдержаны при:

$$I = \frac{2 \cdot 40 - 2 \cdot 20}{1} = 40 \text{ мин.},$$

$$I = \frac{2 \cdot 40 - 2 \cdot 20}{2} = 20 \text{ мин.},$$

$$I = \frac{2 \cdot 40 - 2 \cdot 20}{3} = 13,3 \text{ мин.}$$

Как видно, можно найти большое число интервалов, удовлетворяющих условиям первой задачи.

Например, на графике требуется уложить 38 пар поездов при заданных нормах стоянок  $t_{смз} = 20$  мин. и  $t_{обз} = 40$  мин.

При равномерном распределении поездов на графике средний интервал между попутными поездами будет:

$$I = \frac{1440}{38} = 38 \text{ мин.}$$

В данном случае для построения графика может быть принят этот интервал, как близко совпадающий с интервалом, равным 40, получившимся по расчету при  $K=1$ .

В случае, когда на двухпутной линии сумма заданных стоянок локомотивов равна сумме заданных стоянок поездов, заданные стоянки могут быть выдержаны при любом числе поездов и интервале между ними.

Исходя из принципа равномерного распределения поездов на графике, наиболее желательной является увязка графика с оборотом локомотивов при величине интервала, близкой или равной  $\frac{1440}{n}$ .

Надо иметь в виду, что наличие местных поездов, которые можно увязать по обороту самостоятельно и в комбинации с транзитными поездами, позволяет в довольно широких пределах изменять величину интервала для подыскания такой его величины, которая, будучи подставлена в формулу (а), удовлетворяла бы заданным стоянкам поездов и локомотивов.

Кроме того, во многих случаях при несовпадении среднего интервала с исчисленным по формуле (с) можно выдержать заданные стоянки поездов и локомотивов путем укладки поездов на деповских перегонах одним из следующих способов.



Первый способ. Поезда укладываются на деповских перегонах группами с разными интервалами, исчисленными по формуле (с) (рис. 101).

Пример. При тех же заданных стоянках, что и в предыдущем примере, —  $t_{обз} = 40$  мин.,  $t_{стз} = 20$  мин., нужно уложить на график 48 пар поездов. Средний интервал при равномерной укладке поездов по графику будет:

$$I = \frac{1440}{48} = 30 \text{ мин.},$$

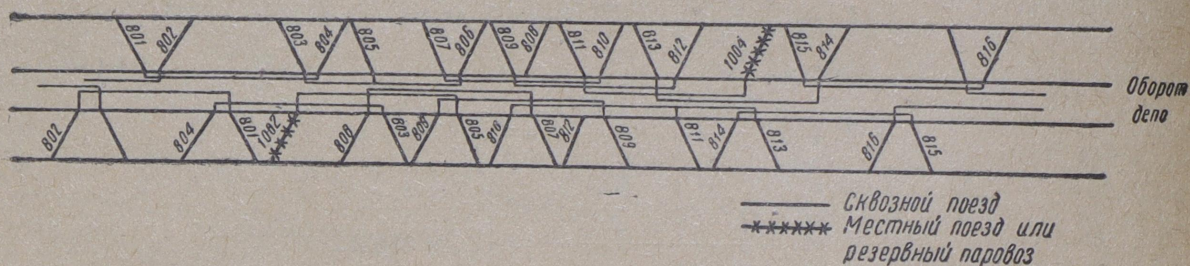


Рис. 101

между тем, как уже было исчислено выше в примере, выдержать заданные стоянки можно только при интервалах:

$$I = 40, 20, 13,3 \text{ мин. и т. д.}$$

В этом случае часть поездов нужно уложить с интервалом  $I = 40$  мин. ( $K = 1$ ), а другую часть поездов с интервалом  $I = 20$  мин. ( $K = 2$ ), как это показано на рис. 101.

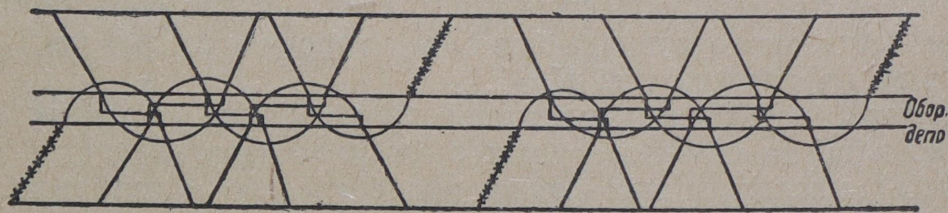


Рис. 102

При этом, как видно из рисунка, при переходе от одного интервала к другому на каждом из плеч необходимо уложить либо по одному местному поезду, либо по одному резервному локомотиву.

Второй способ. Поезда располагаются замкнутыми группами с одинаковыми интервалами, меньшими, чем средний интервал, как это и показано на рис. 102. Для нашего примера поезда можно уложить с интервалом в 20 мин.

При этом необходимо также иметь на графике местные поезда или резервные локомотивы. Если же местные поезда или резервные локомотивы заменяются сквозными поездами, то простой каждого поезда одного из направлений в группе увеличивается против заданной нормы на величину интервала  $I$  (рис. 103).



**Задача 4.** Если ни один из интервалов, вычисленных по формуле (с), не совпадет со средним интервалом графика, а применение только что описанного группового расположения поездов на деповских перегонах встречает препятствия, то задача заключается в том, чтобы найти такое сочетание стоянки локомотивов и поездов на станции оборота, при котором эти стоянки возможно меньше отличались бы от заданных норм.

Задача эта решается путем подбора различных интервалов или различных комбинаций величин стоянок локомотивов и поездов для принятого интервала на графике.

Кроме этого задача в нужных случаях должна решаться путем некоторого изменения норм стоянок в сторону их уменьшения проведением соответствующих организационно-технических мероприятий.

В ряде случаев незначительное изменение норм стоянок позволяет значительно ускорить и оборот локомотивов и продвижение поездов.

Установленные при аналитическом расчете величины интервалов при составлении графиков в некоторых случаях приходится несколько видоизменить, главным образом вследствие наличия пассажирских поездов и условий прокладки поездов по участку.

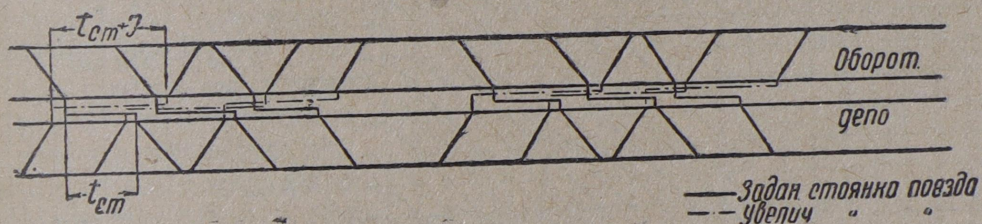


Рис. 103

При этом задача заключается в том, чтобы такие коррективы не ухудшали измерителей графика.

При решении четырех перечисленных задач можно пользоваться предложенной инж. Б. Максимовичем диаграммой (рис. 104), которая построена на основании формулы (а). При помощи этой диаграммы легко находятся значения интервалов, соответствующих заданным стоянкам локомотивов и поездов, или, наоборот, отыскиваются наивыгоднейшие комбинации стоянок локомотивов и поездов, соответствующие принятому интервалу между поездами на графике.

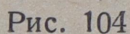
На этой диаграмме по горизонтальной оси отложена сумма стоянок двух локомотивов  $t'_{об} + t''_{об}$ ; по вертикальной оси отложены суммы стоянок поездов  $t'_{cm} + t''_{cm}$ . Наклонные линии соответствуют определенным значениям интервалов между поездами, величины которых указаны справа от диаграммы против конца каждой наклонной линии.

**Пример 1.** Сумма стоянок локомотивов  $t'_{об} + t''_{об} = 90$  мин., сумма стоянок поездов  $t'_{cm} + t''_{cm} = 60$  мин. На диаграмме рис. 104 наклонная линия, проходящая через точку пересечения вертикальной линии «90» и горизонтальной линии «60», соответствует интервалам  $I$ , равным 30, 15 и 10 мин. Это значит, что указанные стоянки могут быть реализованы при этих интервалах.

**Пример 2.** Сумма стоянок локомотивов  $t'_{об} + t''_{об} = 110$  мин., сумма стоянок поездов  $t'_{cm} + t''_{cm} = 65$  мин. На диаграмме рис. 104 точка



**Пример 3.** Интервал между попутными поездами  $I = 63$  (что соответствует среднему интервалу при 23 парах поездов, увязываемых на графике).



**Р е ш е н и е.** По таблице, находящейся справа от диаграммы, находим, что интервалу  $I = 63$  мин. соответствуют наклонные линии:

- Каждая из перечисленных наклонных линий соответствует определенному варианту увязки стоянок локомотивов и поездов.

140



## Особенности увязки стоянок локомотивов и транзитных поездов на участковой станции однопутной линии

Общая формула (а) зависимости времени стоянки локомотивов в пункте оборота, стоянок поездов и интервала между поездами остается справедливой и для однопутной линии, но только для некоторых частных значений входящих в нее величин. Возможность применения формулы (а) для однопутных перегонов определяется:

- а) периодом пары поездов на максимальном и деповских перегонах,
- б) числом поездов на участке,
- в) величиной заданной стоянки локомотивов в основном депо.

Эти ограничения обусловлены тем, что на однопутных перегонах не может быть допущено скрещение поездов, а следовательно, и пересечение линий их хода.

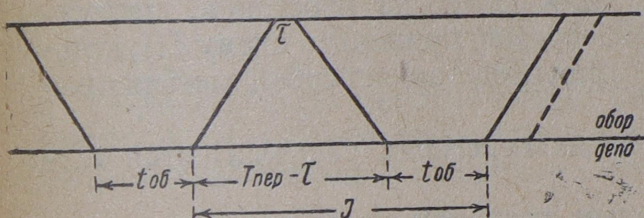


Рис. 105

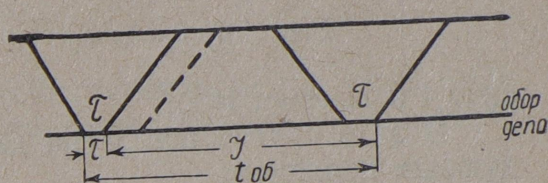


Рис. 106

Как следует из приведенных рис. 105 и 106, на каждом деповском перегоне возможно реализовать только такой интервал между поездами, который подчиняется следующим условиям:

$$\begin{cases} I < t_{об} - \tau, \\ I > t_{об} + T_{пер} - \tau. \end{cases}$$

В том случае, когда интервал между поездами, полученный по диаграмме рис. 104, не удовлетворяет этим условиям, увязку стоянок поездов и локомотивов проще всего производить графически. При этом расположение поездов на деповских перегонах следует принимать по одной из приведенных ниже схем.

Расположение поездов на деповских перегонах по схеме I (рис. 107) должно производиться при следующих условиях:

- а) при большом числе товарных поездов;

б) если период пары поездов на каждом из деповских перегонов равен периоду пары максимального перегона или близок к нему.

При расположении поездов на деповских перегонах по схеме I необходимо укладывать линии хода попутных поездов с интервалом, не меньшим, чем период графика на ограничивающих перегонах, в противном случае на малых станциях участка у максимального перегона поезда будут иметь простой.

При сравнительно небольших размерах движения на однопутной линии (примерно до 12 пар) и равномерном расположении поездов на графике применение схемы I невыгодно, так как локомотивы и поезда вынуждены простаивать в оборотном депо значительное время.



В этом случае должна быть проверена возможность применения схемы II (рис. 108).

Расположение поездов на деповских перегонах по схеме II должно производиться в следующих случаях:

а) когда величина периода пары поездов на деповских перегонах значительно меньше периода максимального перегона;

б) при небольшом заполнении графика;

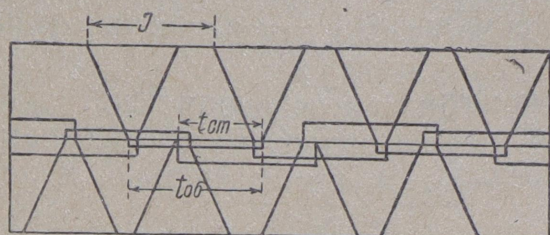


Рис. 107. Схема I

в) если заданная стоянка локомотивов значительно больше заданной стоянки поездов.

В случае, когда схема I невыгодна, а схема II вследствие наличия большой величины периода пары не может быть применена для одного из перегонов, целесообразно применить схему III, которая представляет собой комбинацию

схем I и II (рис. 109).

В этом случае поезда на деповских перегонах располагаются следующим порядком:

а) на деповском перегоне с малым периодом пары поезда располагаются по схеме II;

б) на другом деповском перегоне, с большей величиной периода, пары поезда располагаются по схеме I.

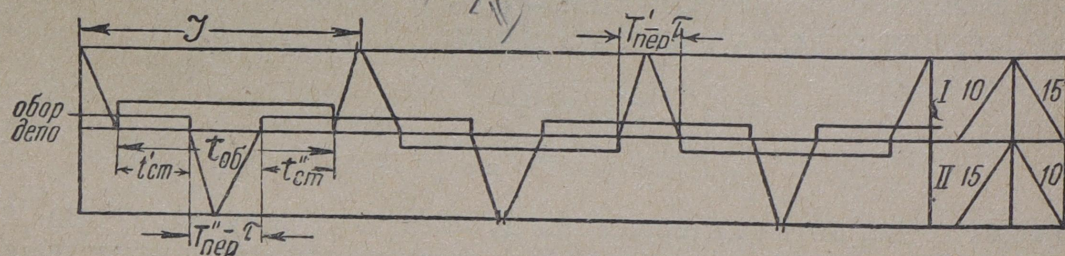


Рис. 108. Схема II

При этих условиях схема III по сравнению со схемами I и II имеет следующие преимущества:

а) при данном интервале  $I$  величины стоянок всех поездов  $t_{cm}$  будут меньше, чем на схеме I;

б) величины стоянок локомотивов для 1-го участка будут меньше, чем по схеме I, а для 2-го — не изменяются.

При малых размерах движения (примерно от 6 до 9 пар) схема II дает большие значения  $t_{об}$  и  $t_{cm}$ .

Поэтому в этих случаях расположение поездов на деповских перегонах целесообразнее производить по схеме IV (рис. 110).

Схема IV расположения товарных поездов характеризуется тем, что стоянки поездов и локомотивов близки по величине между собой.

Применение данной схемы может быть целесообразно при малых размерах движения (менее 9 пар) и при одинаковых по величине заданных стоянках поездов и локомотивов.



В каждом конкретном случае для расположения поездов на деповских перегонах выбирается та из схем, при которой получаются наименьшие стоянки локомотивов и поездов.

При наложении поездов на график по одной из данных схем, в зависимости от расположения пассажирских поездов, а также в целях получения лучшей участковой скорости может быть допущена сдвигка отдельных поездов.

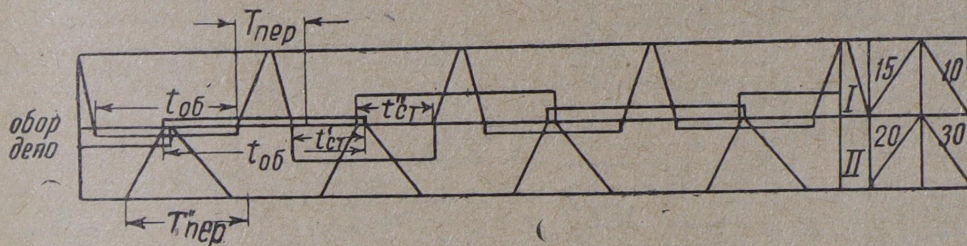


Рис. 109. Схема III

При этом надо следить за тем, чтобы эта сдвигка не нарушала всей схемы, в результате чего могут быть превышены заданные величины стоянок локомотивов и поездов.

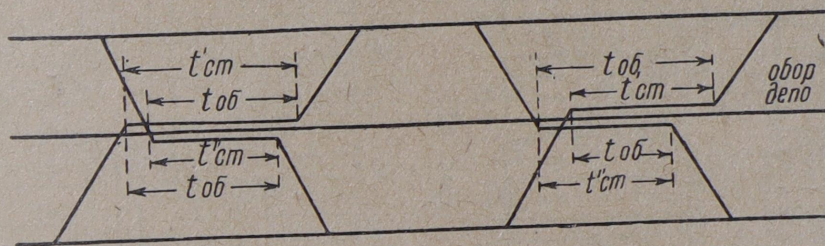


Рис. 110. Схема IV

В отдельных случаях, в зависимости от расположения пассажирских поездов и заполнения графика, возможно применение на суточном графике нескольких схем.

Ниже приведены примеры выбора схем расположения поездов по деповским перегонам однопутного участка для достижения наименьших стоянок поездов и паровозов на станции оборота.

В примере 1 период пары на депокских перегонах равен:  $S = 14 + 13 + 2 : 4 = 35$  мин. <sup>1</sup>;

1) ст. А — разъезд  $C - 14 + 13 + 2 \cdot 4 = 35$  мин.;

2) ст. А — разъезд D —  $25 + 20 + 3 \cdot 4 = 57$  мин.

Первый перегон является легким, а второй — труднейшим для всего участка. Норма стоянки локомотива с плеча  $DE$  больше, чем с плеча  $AC$ .

Следовательно, в этом случае может быть применена либо схема I, либо схема III.

На рис. 111 показано расположение поездов по схеме III, а на рис. 112 — по схеме I.

1 Одна минута принята на замедление при остановке на разъездах С и D.  
Время на разгон включено в перегонное время.



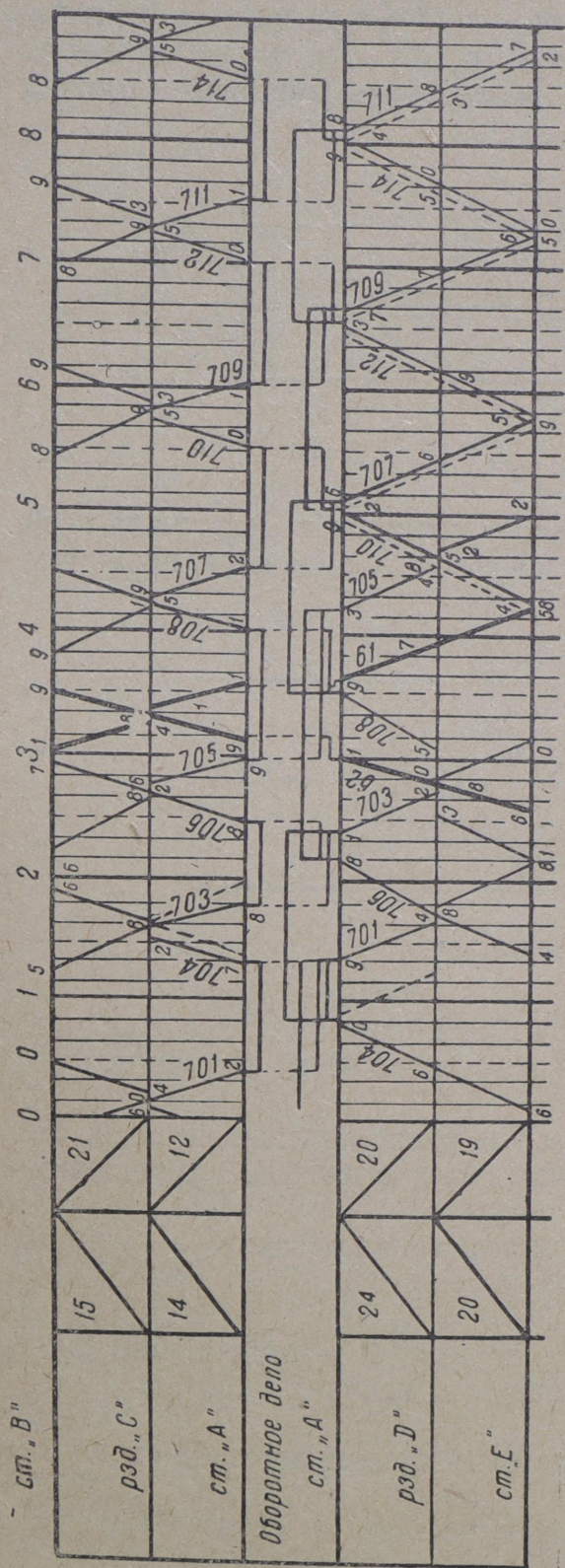


Рис. 111

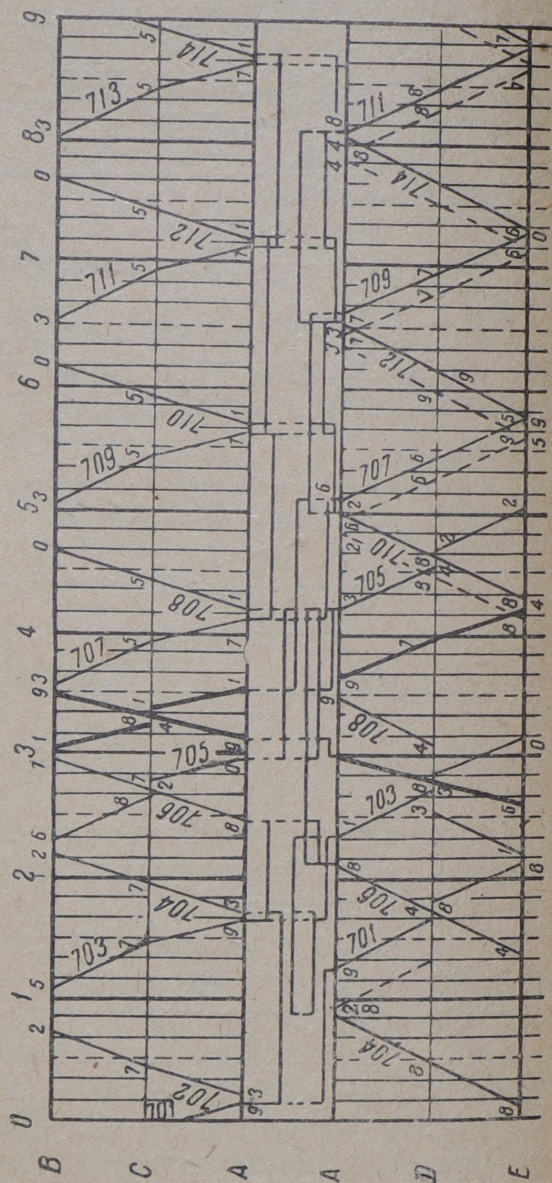


Рис. 112



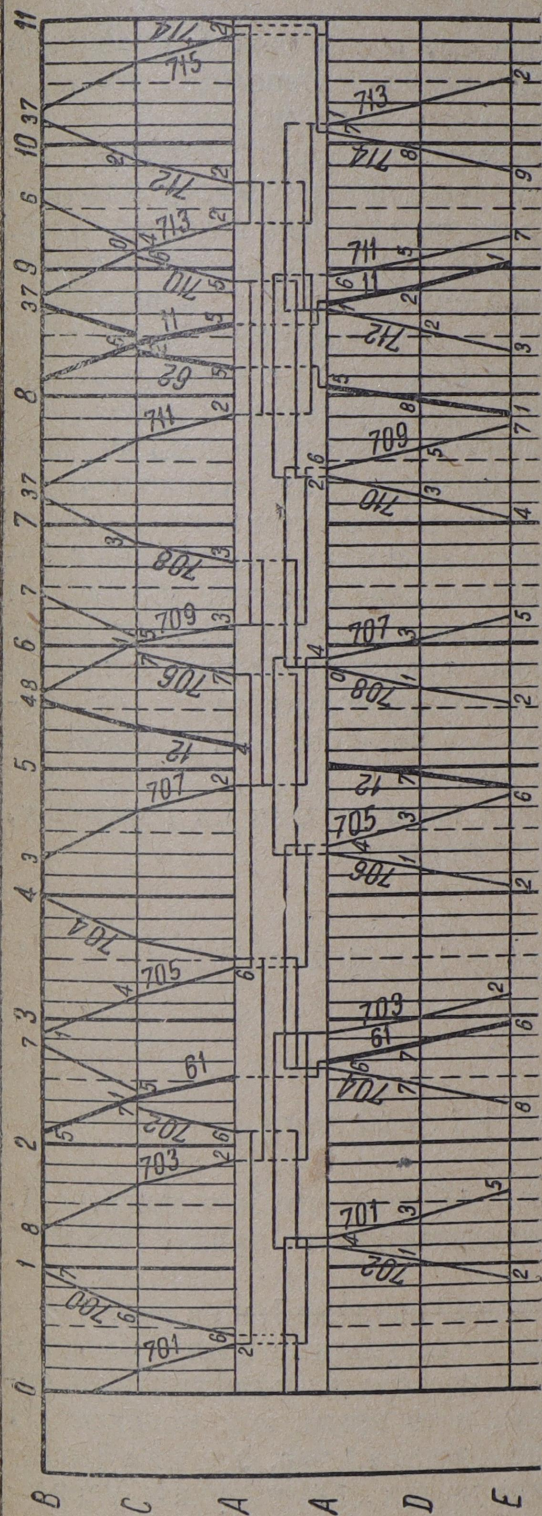


Рис. 113

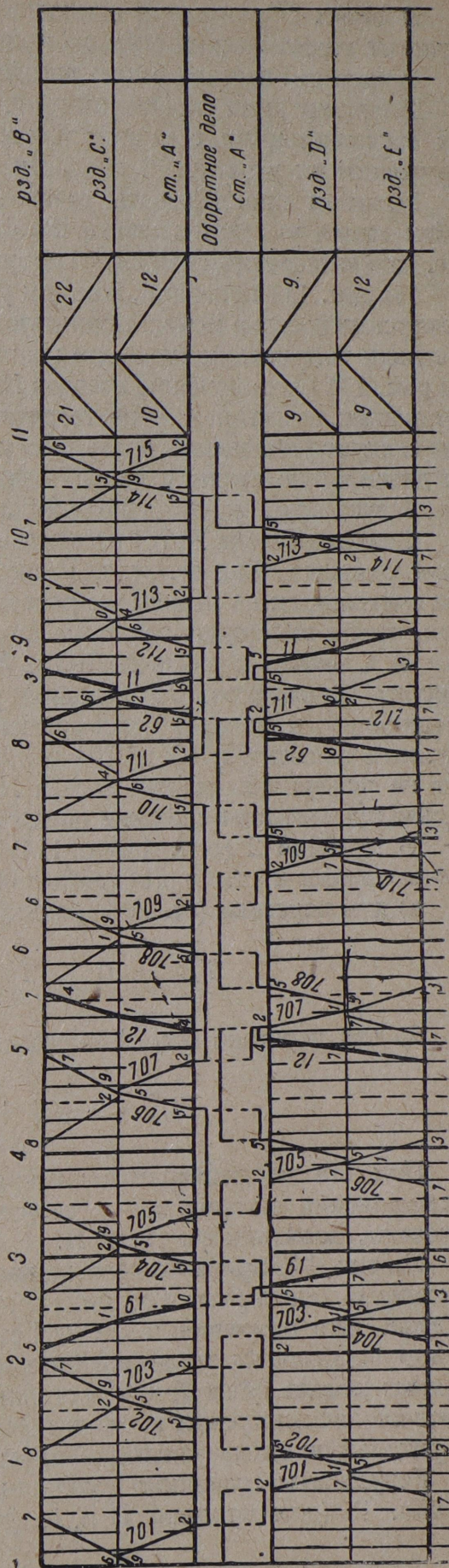


Рис. 114



В обоих случаях при накладке поездов получаем некоторые отступления от теоретических схем по причинам:

- 1) наличия пассажирских поездов;
- 2) организации скрещений и обгонов товарных поездов между собою и с пассажирскими, с минимальными стоянками товарных поездов для улучшения их участковой скорости.

Начиная прокладывать товарные поезда, очень важно правильно найти время укладки первого поезда. Это время должно быть выбрано так, чтобы теоретическая схема нарушалась как можно меньше.

На рис. 111 показано, как при удачном взаимном расположении пассажирских поездов можно принятую теоретическую схему выдержать полностью и получить наименьшие значения стоянок поездов и локомотивов. На рис. 111 расположение поездов № 710, 712, 714 и т. д. показано в двух вариантах: пунктиром — по теоретической схеме и сплошной линией — как следует укладывать практически. В первом случае поезд № 710 имел бы длительную стоянку на разъезде *D* по скрещению с поездом № 61, что, безусловно, значительно ухудшило бы коммерческую скорость.

Сдвигка поезда № 701 произведена для того, чтобы перенести стоянку его с разъезда *D* на ст. *A*, так как неправильно будет держать поезд под скрещением на первом же разъезде от участковой станции только для того, чтобы выдержать заданные стоянки поездов и локомотивов на станции *A*. Сдвигка поездов № 703 и 704 произведена с целью улучшения оборота локомотивов. По условиям расположения путей ст. *A* время на экипировку и поворот локомотива равно минимум 40 мин. Если бы оставить поезда № 703 и 704 так, как показано пунктиром, то локомотив не успевал бы из-под поезда № 703 под поезд № 706. С такой же целью произведены сдвигки поездов на рис. 112.

В примере 2 (рис. 113 и 114) период пары поездов на перегонах, прилегающих к станции оборота локомотивов, равен.

а) для перегона (ст. *A* — разъезд *C*):

$$T_{пер} = 10 + 12 + 2 \cdot 4 + 1 = 31 \text{ мин.},$$

б) для перегона (ст. *A* — разъезд *D*):

$$T_{пер} = 9 + 9 + 2 \cdot 4 + 1 = 27 \text{ мин.}$$

При тех же размерах движения ( $n = 16$  пар), что и в примере 1, расположение поездов на перегонах, прилегающих к пункту оборота паровоза, возможно по схеме II.

На рис. 113 приведен график, построенный по схеме I, и на рис. 114 — по схеме II. Здесь резкая разница полученных результатов сразу бросается в глаза. При применении схемы I стоянки поездов и локомотивов значительно превышают установленные нормы, в то время как по схеме II стоянка поезда будет 20 мин. и стоянка локомотива 1 час. Удачное расположение пассажирских поездов позволило на рис. 114 получить удовлетворительную схему увязки товарных поездов.

Результаты сравнения выбранных схем в обоих примерах показаны в табл. 15 (для примера 1) и 16 (для примера 2).



Таблица результатов сравнения схем

№ поезда	Время прибытия	№ поезда	Время отправления	Стоянка локомотива	№ поезда	Время прибытия	№ поезда	Время отправления	Стоянка локомотива	Стоянка поездов	
										Четн.	Нечетн.
Схема III (правильно выбранная)											
701	0.22	704	1.18	0.56	704	0.50	703	2.22	1.31	0.28	0.34
703	1.48	706	2.28	0.40	706	2.08	705	4.13	2.05	0.20	1.14
705	2.59	708	4.01	1.02	708	3.29	707	5.06	1.36	0.32	0.34
707	4.32	710	5.30	0.58	710	5.02	709	6.37	1.35	0.28	0.36
709	6.01	712	7.00	0.59	712	6.33	711	8.08	1.35	0.27	0.37
711	7.31	714	8.30	0.59	714	8.04	—	—	—	0.26	—
713	9.01	—	—	—	—	—	701	1.19	—	—	0.59
Средние:	—	—	—	55.7	—	—	—	—	1.40	0.27	0.45
Схема I (в данном случае менее выгодная)											
701	0.09	704	1.43	1.34	704	0.52	703	2.21	1.30	0.51	0.42
703	1.39	706	2.28	0.49	706	2.08	705	4.13	2.06	0.20	1.13
705	3.00	708	4.11	1.11	708	3.29	707	5.06	1.37	0.42	0.59
707	4.07	710	5.41	1.34	710	5.02	709	6.37	1.35	0.39	1.00
709	5.37	712	7.11	1.34	712	6.33	711	8.08	1.35	0.38	1.01
711	7.07	714	8.41	1.34	714	8.04	—	—	—	0.37	—
713	8.37	—	—	—	—	—	701	1.19	—	—	1.10
Средние:	—	—	—	1.23	—	—	—	—	1.41	0.38	1.00

Таблица 16

Таблица сравнения вариантов расположения поездов

№ поезда	Время прибытия	№ поезда	Время отпра- вления	Стоянка локомо- тива	№ поезда	Время прибытия	№ поезда	Время отпра- вления	Стоянка локомо- тива	Стоянка поезда	
										Четн.	Нечетн.
1 - й вариант (расположение по схеме I)											
701	0.22	702	2.06	1.44	702	1.10	703	2.51	1 41	0.56	0.59
703	1.52	704	3.30	1.38	704	2.36	705	4.24	1.48	0.54	0 58
705	3.26	706	5.47	2.21	706	4 20	707	5 54	1.34	1.27	1 02
707	4.52	708	6.43	1.51	708	5.5	709	7.26	1 36	0.53	1.13
709	6.13	710	8.55	2.42	710	7.22	711	8.56	1.34	1.33	1.04
711	7.52	712	9.42	1 50	712	8.41	713	10.11	1 30	1.01	0.49
713	9.22	714	10.56	1.34	714	10.07	701	1.14	—	0.49	0.52
Средние:	—	—	—	1.58	—	—	—	—	1.37	1.05	0.59



Таблица 16 (продолжение)

№ поезда	Время прибытия	№ поезда	Время отправления	Стоянка локомотива	№ поезда	Время прибытия	№ поезда	Время отправления	Стоянка локомотива	Стоянка поезда	
										Четн.	Нечетн.
2 - й вариант (расположение по схеме II)											
701	0.22	702	1.25	1.03	702	1.05	703	2.12	1.07	20	20
703	1.52	704	2.55	1.03	704	2.35	705	3.42	1.07	20	20
705	3.22	706	4.25	1.03	706	4.05	707	5.12	1.07	20	20
707	4.52	708	5.55	1.03	708	5.35	709	6.42	1.07	20	20
709	6.22	710	7.25	1.03	710	7.05	711	8.12	1.07	20	20
711	7.52	712	8.55	1.03	712	8.35	713	9.42	1.07	20	20
713	9.22	714	10.25	1.03	714	10.05	—	—	—	20	20
В среднем:	—	—	—	1.03	—	—	—	—	1.07	20	20

Из табл. 15 видно, что схема III дает:

а) стоянки всех поездов меньше, чем по схеме I,

б) стоянки локомотивов одного плеча А — В меньше, чем по схеме I.

Данные сравнения схем I и II (табл. 16) показывают, что при малой величине периода пары поездов обоих перегонов, а также при небольших размерах движения схема II удобнее и выгоднее схемы I.

### Увязка графика движения поездов с временем нахождения локомотивов в основном депо

Для основного депо, расположенного на станции, где большинство поездов погашается (рис. 115), увязка графика движения поездов с временем нахождения локомотивов производится так же, как и для тупикового оборотного депо.

Для станций с основным депо, для которых большинство поездов являются транзитными (рис. 116), остаются в силе положения, рассмотренные ранее для проходных станций с оборотным депо.

Отличие состоит в том, что из основного депо имеется возможность отправить локомотив не только на то плечо, с которого он прибыл, но и на другое (соседнее) (рис. 117).

Этим достигается лучшее выполнение заданных норм стоянок локомотивов в основном депо.

Если система обслуживания поездов локомотивами принята по рис. 116-а и 116-б, то график деповских перегонов должен иметь вид, показанный на рис. 118.

Если работа локомотивов организована таким образом, что локомотивы работают на два плеча, расположенные в обе стороны от основного депо, без захода в основное депо, то увязка расположений линий хода поезда на прилегающих к основному депо перегонах по обороту локомотивов отпадает, так как почти все поезда через станцию с





Рис. 115



Рис. 116



Рис. 116-а



Рис. 116-б



Рис. 117

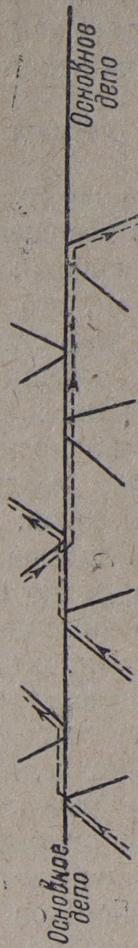


Рис. 118



основным депо проходят без смены локомотивов, и увязка графика движения с графиком оборота локомотивов ограничивается только увязкой графика движения с нахождением локомотивов в пунктах оборота.

### **Увязка графика с оборотом локомотивов в узлах**

В узловых пунктах обязательна увязка графиков всех прилегающих участков в отношении стоянок сквозных поездов и оборота локомотивов.

Если узловая станция является пунктом оборота локомотивов всех направлений, то график прилегающих участков следует начинать строить от этой станции. Увязка поездов и оборота локомотивов производится одновременно для всех направлений; при этом рекомендуется следующая последовательность:

1. Вычерчиваются отдельно, один под другим, прилегающие к данной станции перегоны всех направлений с нанесением на них пассажирских поездов.

2. Накладываются товарные поезда одного направления на график перегона участка с наибольшим размером движения.

3. Сквозные поезда переносятся на соответствующие участки с минимальной стоянкой в узле.

4. Определяется возможная схема увязки оборота локомотивов для каждого из участков в зависимости от числа главных путей на участке, размеров движения и т. д.

5. Накладываются поезда обратного направления—сначала на участке с наибольшими размерами движения, а затем и на остальных участках.

6. Производится корректировка полученных схем расположения товарных поездов для получения минимальной величины скрещений и обгонов поездов и равномерного их расположения.

При отсутствии сквозных поездов через узел на отдельные участки увязка оборота локомотивов для них производится особо, как для тупиковых участков.

Если депо узлового пункта работает для одних направлений как оборотное, а для других как основное, то в первую очередь производится согласование работы локомотивов и поездов на участках, для которых депо узла является оборотным.

Увязка на остальных участках, для которых депо узла является основным, производится после построения графика этих участков с необходимой корректировкой их.

## **ГЛАВА 11**

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ГРАФИКОВ**

#### **Увязка графиков с работой станций**

Правильная увязка графика с работой всех станций и узлов данного направления является одной из важнейших задач составления графика.

Работа станции должна протекать по графику, который является как бы органической частью, продолжением графика движения на прилегающих к станции участках. Поэтому работник, составляющий график, дол-



жен в совершенстве знать техническо-распорядительные акты станций, в особенности порядок приема и отправления поездов и технологический процесс работы данной станции.

Увязка графика движения поездов с работой станций должна быть осуществлена по трем линиям:

1. Должна быть обеспечена безопасность приема, отправления и проследования поездов через станцию, а также отсутствие задержек поездов на подходах к станции.

2. При проектировании моментов приема и отправления поездов должен быть учтен технологический процесс работы станции, в особенности нормы времени на обработку поездов, чтобы готовые поезда не простаивали в парках отправления в ожидании расписания и прибывающие поезда не простаивали в парках приема в ожидании расформирования.

3. Должна быть обеспечена такая согласованность работы участковых станций, а также промежуточных и участковых станций по формированию поездов, чтобы переход вагонов из поезда в поезд на станциях происходил с минимальной затратой времени, в соответствии с нормами, предусмотренными технологическим процессом.

Безопасность приема отправления и проследования поездов по станциям должна быть гарантирована путем соблюдения всех требований Правил технической эксплуатации и техническо-распорядительных актов станций. При расчете интервалов должны быть точно учтены взаимная зависимость стрелок и сигналов, специализация путей станций и др. Особенно строго должны быть учтены враждебные маршруты.

На участках с интенсивным движением следует при составлении графика строить одновременно график занятия горловин и приемо-отправочных путей станции.

В случае, если условия пропускной способности станции значительно ухудшают условия движения поездов на участках, должны быть проведены мероприятия в первую очередь организационно-технического характера, как например, пересмотр специализации путей, пересмотр зависимости маршрутов и др., с соответствующим изменением техническо-распорядительного акта данной станции.

Для равномерной, без рывков, работы станции наиболее целесообразным является равномерное расположение товарных поездов на графике в течение всех суток.

Равномерное расположение товарных поездов в большинстве случаев выгодно также и для увязки графика с оборотом локомотива и для достижения наибольшей участковой скорости.

Однако в некоторых случаях добиться равномерного расположения товарных поездов не удастся. В этих случаях все же нужно товарные поезда, поступающие на данную станцию в разборку, приводить на станцию с интервалом между ними, не меньшим времени, потребного на расформирование поезда, чтобы не создавать «подпора» в парке прибытия. Понятно, что искусственная задержка поездов для соблюдения этого интервала на промежуточных станциях не должна иметь место, так как это замедлило бы оборот локомотивов и ухудшило участковую скорость.



Интервалы между отправлением поездов со станции должны быть определены также с учетом технологического процесса станции и норм на формирование поездов.

Во всех этих случаях надо помнить, что речь идет о поездах, которые формируются и расформируются на данной станции. Наличие транзитных поездов облегчает увязку графика движения с работой станций.

Взаимодействие и согласованность работы участковых и сортировочных станций достигаются правильной разработкой планов формирования поездов.

Что касается организации местной работы отделения (погрузки и выгрузки), то здесь каждое отделение движения совместно с грузовой службой Управления дороги должно разработать план организации этой работы, построенный на основе дорожного плана и направленный на обеспечение выполнения государственного плана погрузки и своевременного подвоза и выгрузки грузов.

План организации местной работы должен обеспечивать согласованность работы всех станций отделения и включать календарный план погрузки и график вывоза и подвоза вагонов. План местной работы должен обеспечивать выполнение и перевыполнение планов погрузки и выгрузки, скорейшее продвижение и минимальные стоянки местных вагонов и скорейшее включение их в организованные поезда. План местной работы должен быть построен на основе календарного планирования погрузки и максимального охвата ее отправительскими маршрутами.

Разработка плана местной работы — одна из важнейших задач при составлении графиков.

### **Способы достижения наибольшей участковой скорости товарных поездов**

При данной технической скорости движения поездов и при определенном числе стоянок по техническим надобностям участковая скорость зависит от количества обгонов и скрещений на промежуточных станциях и их продолжительности.

Поэтому для получения наивысшей участковой скорости необходимо такое расположение поездов на графике, при котором число обгонов и скрещений было бы наименьшее и стоянки товарных поездов при обгонах и скрещениях были бы минимальными.

На участковых станциях, а также и на некоторых промежуточных станциях назначаются стоянки для технических надобностей. Число этих стоянок и их продолжительность должны быть минимальными, так как всякое их увеличение понижает участковую и маршрутную скорости движения поездов.

Если на участке необходима, например, стоянка для набора воды 8 мин. и осмотра вагонов 12 мин., то их нужно совместить на одной станции и технические операции производить параллельно. В этом случае будет затрачено всего 12 мин. на поезд. Если операции производились бы на разных станциях, то поезд простоял бы в одном месте 8 мин. под набором воды и в другом — 12 мин. под осмотром, всего 20 мин.



Помимо совмещений на одной станции технических операций нужно также использовать время стоянки поезда при скрещении и под обгоном его пассажирским для тех же технических надобностей.

Для этого при построении графика необходимо стараться переносить обгоны и скрещения на участковые станции и станции с техническими операциями.

Как правило, на двухпутных линиях поезда должны следовать через промежуточные станции безостановочно; на однопутных линиях при скрещениях один из поездов должен проходить станцию безостановочно. С этой целью периоды суток, свободные от пассажирских и пригородных поездов, должны быть использованы для ускорения движения товарных поездов. При этом расположение товарных поездов на графике и подходы их к участковым станциям должны быть по возможности равномерными. На однопутных линиях должно быть соблюдено, как правило, последовательное чередование четного и нечетного поездов (рис. 119).

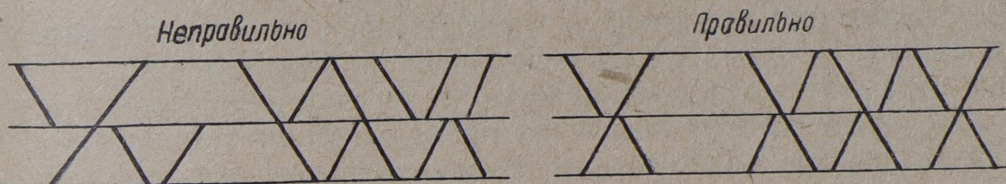


Рис. 119

Разъезды и блок-посты, ненужные на период действия графика, должны быть закрыты. В первую очередь следует закрывать блок-посты и разъезды, расположенные на невыгодных по условиям профиля местах, так как они являются одной из причин разрывов поездов, замедления технических, а следовательно, и участковых скоростей.

Товарищ Л. М. Каганович указал на вредность лишних блок-постов и участков. Примером этому служил ряд участков, где при чрезмерно густом расположении блок-постов была низкая техническая скорость и частые разрывы поездов. Вызывалось это тем, что машинисты на этих участках, не успев как следует развить скорость (при отправлении с блок-постов), как вынуждены были замедлять ее (при подходе к блок-постам).

На этих участках в результате ликвидации постов значительно повысилась техническая скорость и сократилось количество разрывов поездов.

При отправлении поездов со станции на подъем после стоянки времени на разгон получается больше, чем в других случаях. Поэтому необходимо при составлении графика стремиться пропускать поезда в подобных случаях с хода, без остановки на станциях. При необходимости устроить скрещение на этой станции лучше дать остановку встречному товарному поезду.

Обгон товарных поездов пассажирскими следует производить на станциях, к которым прилегают легкие по времени хода перегоны.



Вместе с тем не надо допускать обгона на станциях, где пассажирские поезда имеют более или менее значительную стоянку, так как последняя увеличивает простой при обгоне.

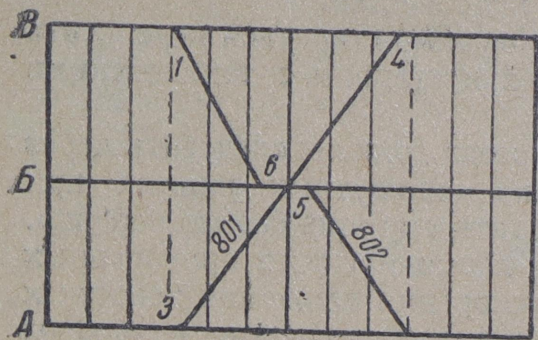


Рис. 120

На рис. 120 показано правильное скрещение двух товарных поездов: один проходит с хода, а другой имеет стоянку 9 мин.; 4 мин.—интервал неодновременного прибытия (на ст. Б одновременный впуск поездов не разрешен) и 5 мин.— время сношений, включая и доставку жезла на локомотив поезда № 802.

Понятно, что, стремясь к минимальным стоянкам, нельзя допускать лишних обгонов или лишних скрещений на графике.

При построении графиков движения поездов на однопутных линиях надо иметь в виду еще следующие практические соображения.

Для получения наименьшего числа обгонов, которые на однопутной линии сильно снижают участковую скорость, нужно товарные поезда, идущие перед пассажирскими, пропускать через станции безостановочно, если этим будет избегнут обгон на промежуточной станции (рис. 121).

При отправлении с участковой станции товарного поезда за пассажир-

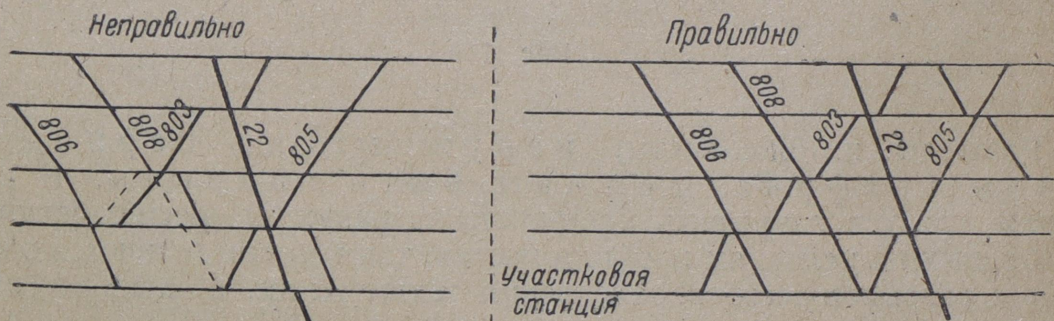


Рис. 121

ским надо предусматривать возможность пропуска встречных поездов между этим товарным и пассажирским поездом.

На рис. 122 поезд № 803 отправляется после пассажирского поезда № 21. Если поезд № 806 не пропустить на перегоне БВ между поездами № 21 и 803, то он попадает как бы на скрещение с пачкой из двух поездов, что сильно увеличит стоянки не только поезда № 806, но и других поездов.

На рис. 123 и 124 показаны два примера скрещения и обгона товарных поездов пассажирскими, часто встречающихся при построении графика движения поездов на однопутных линиях.

На этих рисунках показано, как можно использовать «углы», образованные линиями хода пассажирских поездов, для лучшего прохождение товарных поездов. В случаях, аналогичных приведенному на рис. 124, обгон товарных поездов следует делать на станции скрещения пассажирских поездов, если на этой станции имеется стоянка для технических надобностей товарных поездов. При этом должно быть учтено число путей на такой станции. В сложных случаях скрещения, подобных



показанному на рис. 124, нужно обязательно учитывать условия работы дежурного по станции по пропуску каждого из поездов и проектировать такие скрещения только при условии полной гарантии

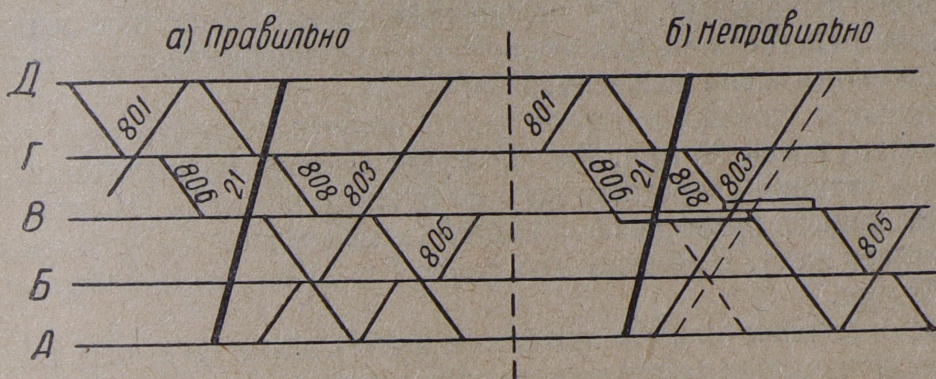


Рис. 122

безопасности и своевременности приема и отправления поездов.

При наличии на однопутном участке последовательно расположенных двух-трех легких по времени хода перегонов надо прокладку товарных поездов при неполном заполнении графика производить так, чтобы боль-

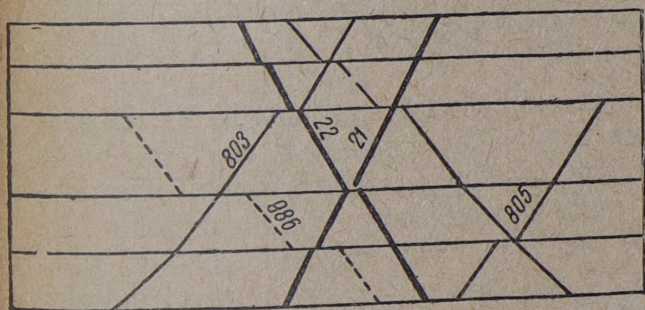


Рис. 123

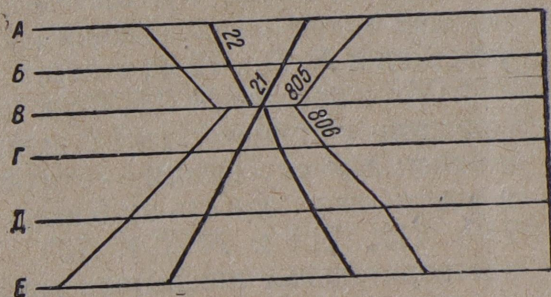


Рис. 124

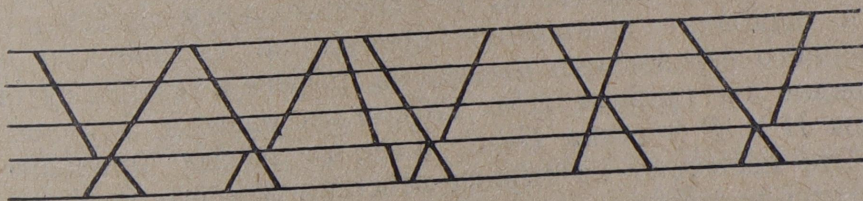


Рис. 125

шинство из них проходило легкие перегоны без скрещений (рис. 125).

Если при этом на некоторых разъездах удастся достигнуть проследования всех поездов без остановки, то нужно закрыть эти разъезды на период действия графика.



Пример построения графика [с закрытием излишних разъездов (рис. 126).

График построен с увязкой простоя поездов и локомотивов на станции оборотного депо Б. Интервалы скрещения по всем станциям приняты условно по 5 мин.

Пример показывает, как можно использовать неполное заполнение пропускной способности для увеличения участковой скорости и возможности закрытия излишних разъездов.

В примере средний интервал между попутными товарными поездами (для 16 пар) равен 90 мин. Расположение поездов на перегонах, прилегающих к станции оборотного депо Б, принято по схеме III (рис. 109).

Для данного примера по принятой схеме среднее время нахождения локомотивов на ст. Б должно быть равно 1 ч. 21 м., а транзитных поездов — 33 мин.

В приведенном примере при наличии на графике трех пар пассажирских поездов среднее время нахождения локомотивов на ст. Б получилось равным 1 ч. 19 м., а стоянка товарных поездов — 34 мин. Показатели скорости следующие: участковая скорость — 25,5 км/час, маршрутная скорость (включая стоянки товарных поездов на ст. Б) — 23,1 км/час, что составит 555 км в сутки. Техническая скорость — 31,8 км. Коэффициент скорости  $\beta = 0,80$ . В средней части графика, свободной от пассажирских поездов (от 11 до 20 час.), поезда расположены строго по принятой схеме. В остальной части графика равномерность и схема подхода товарных поездов у ст. Б немного нарушаются в зависимости от расположения пассажирских поездов. При этом достигнуто безобгонное следование товарных поездов в зоне расположения пассажирских поездов № 61 и 62 на обоих участках и № 71 и 72 на участке А—Б.

Обгон поездов № 705, 708 и 721 пассажирскими поездами № 71, 72 и 11 совмещен с техническими стоянками для набора воды на ст. М. Число стоянок для скрещения — одна-две для большинства товарных поездов, и участковая скорость их близка к технической (например, поезда № 706, 710, 712, 714 и № 701, 703, 707 и 711). На участке Б—С удовлетворительные показатели графика достигнуты за счет: 1) правильного расположения товарных поездов со стоянками при скрещениях и обгонах, близкими к минимальным; 2) безостановочной прокладки товарных поездов обоих направлений на двух, трех и более смежных легких по времени хода перегонах, с использованием неидентичности перегонов и неполного заполнения пропускной способности участков; 3) равномерного чередования поездов на графике в течение суток.

Как видно на графике (рис. 126), через разъезд З участка А—Б и разъезды Н и Р участка Б—С товарные поезда проходят безостановочно. Это позволяет на период действия данного графика закрыть указанные три разъезда.

### Прокладка товарных поездов на графике

Построение графика движения поездов на одном тяговом плече следует начинать, как правило, от пункта оборота локомотивов.

Линии хода товарных поездов на деповском перегоне или на ограничивающем надо располагать так, чтобы прежде всего было соблюдено чередование поездов разных направлений.



Построение графика на участке, состоящем из двух тяговых плеч, должно начинаться также от оборотного депо и последовательно продолжаться к основным.

Увязка линий хода поездов на смежных деповских перегонах производится в соответствии с изложенным в главе 10.

При нанесении линий хода на деповских перегонах прежде всего надо установить время, в которое должны быть уложены первые 2—3 пары поездов, от которых влево и вправо примерно через расчетный интервал укладываются другие товарные поезда.

Это время определяется наилучшим продвижением товарных поездов в периоде суток, наиболее загруженном проходом пассажирских поездов.

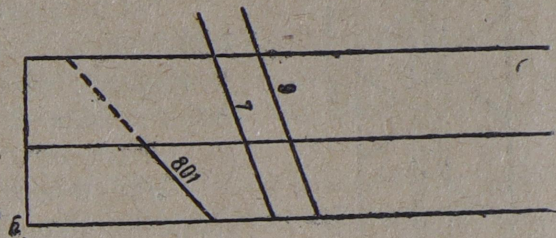


Рис. 127

Загруженным периодом можно считать тот, в течение которого наиболее сгущены пассажирские поезда и имеется их скрещение на промежуточных станциях.

Обычно за первую точку рекомендуется принимать момент прибытия товарного поезда перед одним или пачкой пассажирских поездов (рис. 127).

Наличие на графике пассажирских поездов в некоторых случаях не позволяет расположить товарные поезда равномерно в течение всех суток и точно выдержать для каждого товарного поезда принятую стоянку. Однако при малом числе пассажирских поездов неблагоприятное влияние может быть, полностью или частично, ослаблено путем сближения линий хода товарных поездов, прилегающих к пассажирскому, как это показано на рис. 128.



Рис. 128

Полное устранение влияния пассажирских поездов на простой локомотивов сквозных поездов на станции оборота достигается расположением поездов, указанным на рис. 129, где все поезда и локомотивы, прибывающие на станцию оборота в отрезке времени между двумя пассажирскими поездами, должны быть отправлены с этой станции в тот же промежуток времени. При этом в каждой группе поездов, расположенных между двумя пассажирскими поездами, должны быть два местных поезда или два одиночных локомотива.

При большом числе пассажирских поездов, когда равномерность, а вместе с ней и принятая схема расположения товарных поездов и



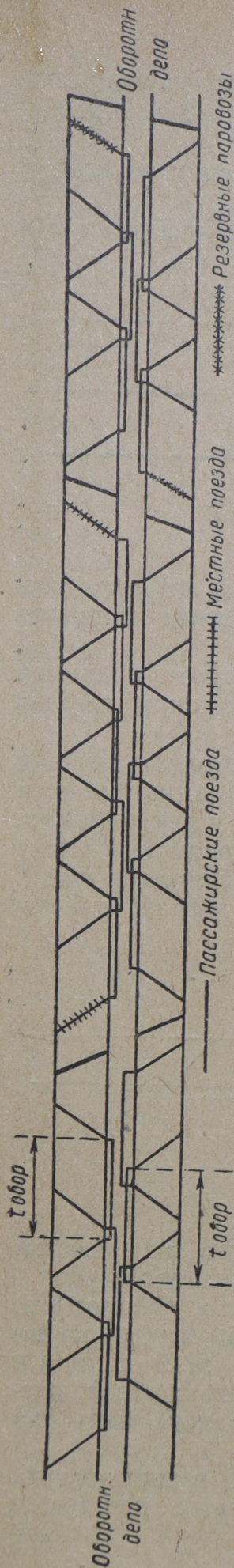


Рис. 129

локомотивов на станции оборотного депо нарушаются, рекомендуется путем предварительной наметки сравнить несколько вариантов расположения товарных поездов на деповских перегонах и выбрать наиболее целесообразный. Выбор наиболее рационального варианта расположения товарных поездов можно производить следующим образом.

На полосу прозрачной бумаги (кальки), изображающую два деповских перегона, прилегающих к станции оборотного депо, наносят равномерно линии хода товарных поездов, исходя из норм, принятых по расчету.

Эта полоска с нанесенными на ней равномерно линиями хода товарных поездов накладывается на график деповских перегонов, где нанесены пассажирские поезда.

Перемещением полоски кальки влево или вправо находят наиболее выгодный вариант расположения товарных поездов при данной конфигурации пассажирских поездов.

Затем линии хода товарных поездов переносятся с кальки на сетку графика.

Чтобы предусмотреть лучшее продвижение поездов по участку при сравнении вариантов, полезно применять специальный шаблон, облегчающий технику вычерчивания графика (рис. 130).

Шаблон представляет собой прозрачный целлулоидный треугольник, наклонная сторона которого соответствует линии безобгонного хода товарного поезда по перегонам участка, с учетом заданных стоянок по техническим надобностям на станции. Такой шаблон будет показывать чистые перегонные времена хода поездов со включением потерь на разгоны и замедления только по тем станциям, где поезда должны иметь заданные стоянки по техническим надобностям. Технические стоянки учитываются на шаблоне в виде уступов, по ширине соответствующих в масштабе графика величине стоянок.

Высота шаблона подбирается по высоте сетки участка, для которого он предназначен.

На шаблоне нанесены тонкие горизонтальные линии, разделяющие тяговые плечи на перегоны, совпадающие с соответствующими линиями на сетке графика.

С левой стороны шаблона против каждой горизонтальной линии, обозначающей раздельный пункт, наносятся названия станций и блок-постов, а также время хода поезда от деповской станции до каждого данного раздельного пункта. Рядом в другой графе



наносятся таким же образом суммарные времена хода поезда, но уже считая от другой деповской станции участка.

Наконец, вдоль наклонной линии шаблона посередине каждого перегона указывается время хода поезда по этому перегону.

В нижней части шаблона, соответствующей пункту оборота локомотивов, с правой стороны имеется узкий прямоугольник, на котором укрепляются неподвижные или передвигающиеся пластинки в виде треугольников или прямоугольников.

При помощи этих пластинок одновременно с установлением момента отправления поезда на следующий участок можно определить время отправления паровоза в обратный рейс после соответствующего простоя его под экипировкой.

Шаблон предназначается для построения линий безостановочного хода товарных поездов и для определения наивыгоднейшего пункта обгона.

Наложённый на бланк графика шаблон показывает условия проследования поезда по участку. Для нанесения линий хода поезда на график достаточно провести линию вдоль наклонной стороны шаблона.

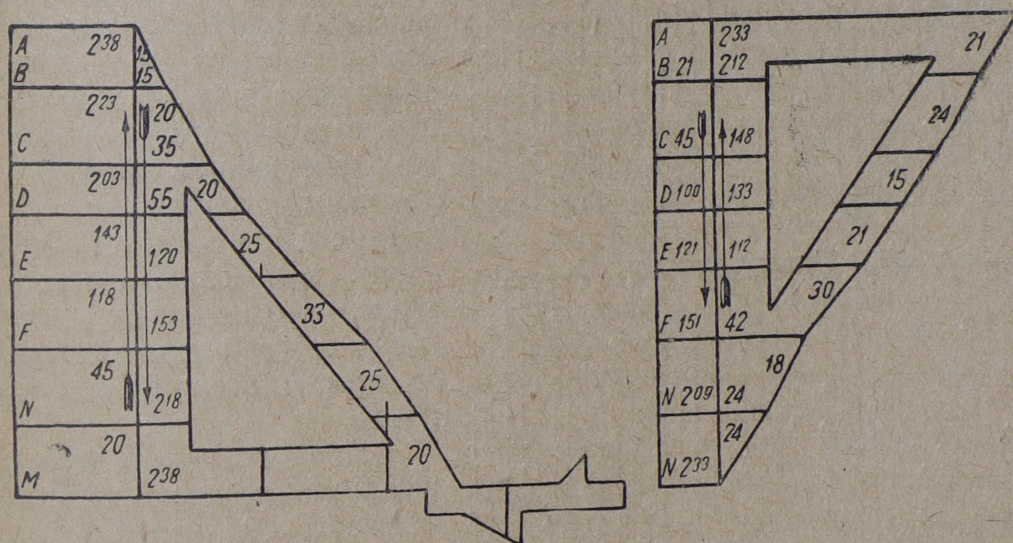


Рис. 130

Если при этом наклонная линия шаблона не пересекает линий пассажирских поездов, по ней прочерчивается линия хода поезда и отмечаются ориентировочные точки отправления поездов на другой участок, а также готовность локомотива к обратному отправлению.

В том случае, если наклонная линия шаблона пересекает линию пассажирского поезда, следует, передвигая шаблон вправо или влево, найти наивыгоднейшее время следования поезда, определив пункт обгона с наименьшим простоем товарного поезда.

Так как на шаблоне по большинству перегонов нанесено чистое время хода (без учета разгона и замедления), необходимо прибавлять поправки ко времени хода поезда на тех перегонах, на которых товарный поезд попадает на обгон.

Шаблон изготавливается отдельно для каждого из направлений движения поезда.



При построении графика на однопутных линиях также можно пользоваться шаблоном. При этом для правильного выбора пунктов скрещения поездов можно накладывать шаблон одного направления на шаблон другого направления.

После нанесения линий хода поездов на деповских перегонах дальнейшее построение графика производится следующим образом.

**Двухпутные линии.** По намеченным линиям хода поездов на деповских перегонах, пользуясь шаблоном, определяют прохождение по обоим смежным участкам того товарного поезда, который будет уложен в наиболее загруженном отрезке графика.

Если при этом окажется, что этот поезд попадает на участке под обгон пассажирским, то нужно путем сдвижки линий хода его вправо или влево в пределах допустимых стоянок поездов и локомотивов организовать безобгонный проход его. Если этого достигнуть не удастся, то обгон дается на той станции, где время стоянки поезда под обгоном наименьшее. Затем наносят линию хода поезда встречного направления с учетом

наилучшей скорости продвижения его и соблюдения заданных стоянок локомотивов и поездов на станции оборотного депо. После этого переходят опять к первому направлению и, в зависимости от схемы расположения поездов на деповских перегонах и уже наложенной пары поездов, прокладывают второй поезд этого направления, а за ним и второй встречный поезд.

Такое построение продолжается в пределах всего времени суток, причем количество и расположение наносимых поездов контролируются при помощи заранее нанесенной на графике деповских перего-

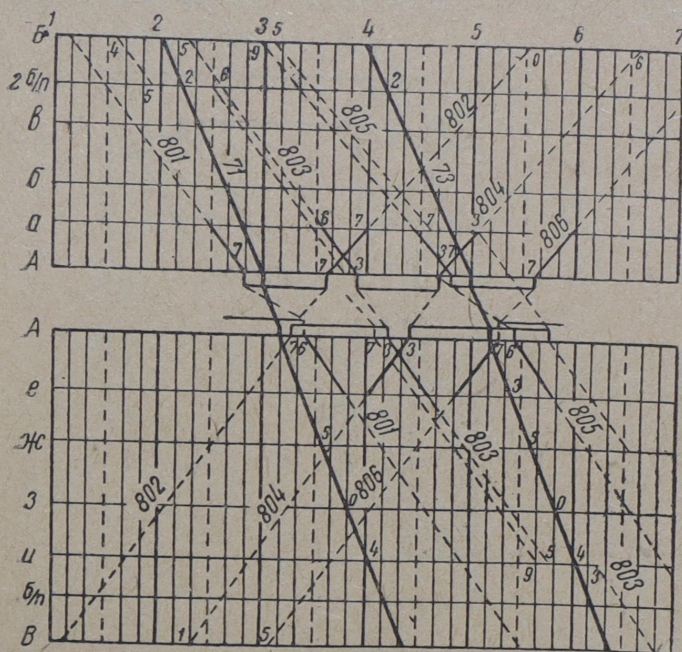


Рис. 131

нов ориентировочной схемы увязки стоянок поездов и локомотивов.

Для облегчения построения графика в пункте оборота локомотивов следует соединять тонкими линиями на графике моменты прибытия поездов с моментами их отправления и моменты прибытия локомотивов в оборотное депо с моментами их отправления обратно.

На рис. 131 приведен пример последовательного нанесения схемы движения поездов на прилегающих к оборотному депо перегонах с одновременным построением графика на обоих участках.

Заданная стоянка товарных поездов на станции оборота — 20 мин. Норма стоянки локомотивов — 50 мин.

Сначала намечается прибытие поезда № 801 перед пассажирским поездом № 71, затем его отправление.

Заданную стоянку в 20 мин. для поезда № 801 выдержать не



удается: этому препятствует 10-минутная стоянка поезда № 71 на ст. А; поезд № 801 отправляется в 3 ч. 26 м. с перепростоем в 19 мин. под обгоном его пассажирским и следует безостановочно до ст. Б.

Отложив 50 мин. направо от точки прибытия поезда № 801 (заданная норма нахождения локомотивов на станции с оборотным депо А), намечаем точки отправления поезда № 802 и желательное время прибытия его на ст. А, равное времени отправления минус заданная 20-минутная стоянка. Получаем отправление поезда № 802 со ст. А в 3 ч. 37 м., а прибытие его в 3 ч. 17 м.

Проверяем, как пройдет поезд № 802 по обоим смежным участкам. Поезд проходит участки безостановочно в оба конца, поэтому намеченное время прибытия и отправления принимаем за окончательное и наносим линии хода поезда.

Далее переходим к поезду № 803 и намечаем его отправление в 4 ч. 07 м., дав стоянку локомотиву поезда № 802 по норме в 50 мин.

Одновременно с этим определяем время прибытия поезда № 803 на ст. А. Дав поезду № 803 стоянку в 20 мин., получаем прибытие в 3 ч. 47 м.

Проверяем, как пройдет поезд № 803 по обоим участкам, прилегающим к ст. А.

При проверке видим, что поезд № 803 на участке А—В попадает под обгон пассажирским поездом № 73 на ст. и с перепростоем в 8 мин., а на участке А—Б попадает под обгон пассажирским поездом № 71 на блок-посту Г. Не говоря уже о простое под обгоном, такой прокладки поезда на графике нельзя допускать просто потому, что на блок-посту нет обгонных путей. Поэтому необходимо время прибытия поезда № 803 на ст. А перенести на 6 мин. позже, и тогда поезд № 803 безостановочно проследует на участке А—Б после пассажирского поезда № 71.

В зависимости от этого, выдерживая норму стоянки поезда в 20 мин., время отправления поезда № 803 также отодвигаем на 6 мин.

Этой сдвижкой поезда № 803 немного увеличивается время нахождения локомотива от поезда № 802 в пункте оборота (на 6 мин. против нормы), однако время полного оборота этого локомотива не ухудшается, так как время проследования поезда № 803 по обоим участкам значительно сократится.

Окончательно принимаем точки прибытия и отправления поезда № 803 по обоим участкам и наносим линии хода его или на обоих участках полностью, или только на двух прилегающих к ст. А перегонах с тем, чтобы в дальнейшем по шаблону продолжить эти линии хода до станции основного депо.

Далее от прибытия поезда № 803 через стоянку локомотива переходим к отправлению и прибытию поезда № 804, с которым повторяется то же самое, что и с поездом № 802.

От прибытия поезда № 804 переходим к отправлению и прибытию поезда № 805. С поездом № 805 получается точно так же, как и с поездом № 801.

Время отправления поезда № 805 в данном случае наносим в 5 ч. 26 м., после отправления пассажирского поезда № 73.

Время прибытия поезда № 805 на ст. А наносим перед пассажирским поездом № 73, в 4 ч. 47 м.



После поезда № 805 наносим поезд № 806 с соблюдением норм стоянок локомотива и поезда и т. д.

Непарность движения, вызывающая следование одиночных локомотивов, а также наличие участковых поездов облегчают построение графика в части увязки оборота локомотивов и сквозных поездов.

Одиночные локомотивы, участковые и сборные поезда не так жестко связаны со всей системой графика, и поэтому имеется гораздо больше возможностей сдвижки их линий хода.

Это положение нужно особенно учитывать при пачечном расположении пассажирских поездов, когда неправильное расположение на графике участковых поездов часто вызывает увеличенные простои некоторых сквозных поездов.

Иногда при построении графиков с подобным расположением пассажирских поездов целесообразно, чтобы участковые поезда прибывали перед пачкой пассажирских поездов.

При этом выгодность такого расположения будет соблюдена лишь в том случае, если прибывающие перед местными сквозные товарные поезда смогут дойти до следующей участковой станции без обгона их на участке пачкой пассажирских поездов. В противном случае экономия, полученная в простое на участковой станции, будет уничтожена простоем под обгоном на промежуточной станции.

Очевидно, что и отправляющийся тотчас же после пачки поезд в этом случае также может быть только участковым, так как если это будет сквозной поезд, то простой его будет большим.

Переход от разреженной части графика к более уплотненной или наоборот обычно можно провести опять-таки путем маневрирования одиночными локомотивами.

В тех случаях, когда скорость пассажирских поездов незначительно отличается от скорости товарных (отношение скорости товарного и пассажирского поездов равно 0,7 — 0,8), а пропускная способность графика имеет не очень большое заполнение, можно путем некоторого сгущения товарных поездов между пассажирскими достигнуть наилучшей участковой скорости.

В этом случае примерное расположение товарных поездов относительно пассажирских будет иметь вид, указанный на рис. 132.

Однопутные линии. Построение графика на однопутных линиях производится тем же порядком и в той же последовательности, что и на двухпутных линиях. После нанесения схемы расположения товарных поездов на деповских перегонах, наметив прокладку ускоренных и сборных поездов, в отрезке графика, наиболее загруженном проходом пассажирских поездов, прокладывают на несколько перегонов 2—3 пары товарных поездов. Установив для них наиболее рациональные пункты скрещений и обгонов, приступают к нанесению остальных поездов с возможной корректировкой первоначально намеченной схемы расположения поездов в пункте оборота.

При необходимости довольно значительной сдвижки линий хода поездов следует помнить, что сдвижка линий хода на одном плече может существенно изменить расположение поездов на другом смежном плече.

При построении графика движения на однопутной линии необходимо укладку поездов одного направления вести одновременно с нало-



жением поездов другого направления, стремясь при этом к наилучшему продвижению всех поездов.

Если на перегонах у основного депо поезда располагаются неблагоприятно, то нужно в порядке корректировки сместить линии хода поездов так, чтобы обеспечить локомотивам заданные стоянки в основном депо.

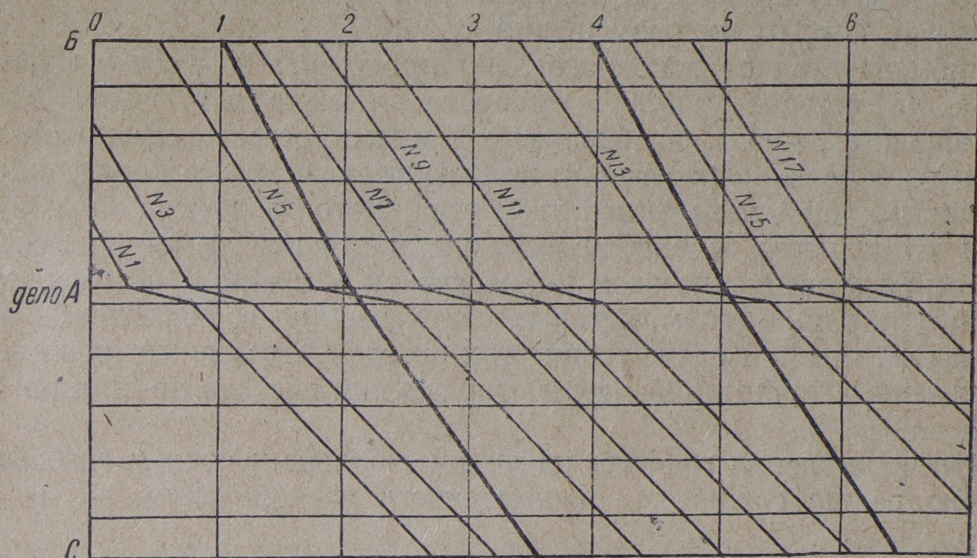


Рис. 132

### Прокладка товарных поездов на графиках направлений с числом тяговых плеч больше двух

При выборе станции с оборотным депо, от которой начинается построение графика маршрутного направления, необходимо учитывать следующие условия:

а) чтобы эта станция находилась приблизительно посередине данного направления;

б) чтобы смежные участки, граничащие с ней, по заполнению пропускной способности являлись одними из труднейших на всем направлении.

После того, как намечена такая начальная станция, приступают к построению самого графика <sup>1</sup>.

Техника построения графика на первых двух смежных плечах совершенно аналогична построению графика на двух тяговых плечах, ранее рассмотренному.

Построение графика для первых двух смежных плеч должно вестись, как правило, одним графистом.

Дальнейшее составление графика в обе стороны от основных депо для ускорения процесса построения может быть поручено двум работникам параллельно.

Моменты прибытия и отправления поездов для станции основного депо, полученные в результате составления графика на первых двух плечах, являются теми связующими точками, которые определяют прокладку поездов на следующих тяговых плечах.

<sup>1</sup> В некоторых случаях прокладка поездов может начаться от пунктов зарождения массовых грузопотоков.



Выдержав заданные минимальные стоянки поездов на станциях основного депо, поезда прокладывают по следующим плечам.

При этом путем предварительных прикидок находят наиболее целесообразный вариант их размещения.

Рекомендуется от основного депо проложить 2 — 3 пары товарных поездов до соседнего пункта оборота локомотивов, чтобы определить исходные точки, необходимые для построения схемы размещения поездов на деповских перегонах, прилегающих к оборотному депо.

Первыми прокладываются те поезда, которые имеют затрудненный проход по участку вследствие прохода в это же время пассажирских поездов. Размещение поездов на перегонах у станции оборотного депо проводится по принципам, которые изложены в главе 10. Отличие состоит лишь в том, что при размещении этих поездов надо ориентироваться еще на намеченные точки прибытия и отправления поездов по станции основного депо.

При составлении графика на линии с большим числом тяговых плеч особенно важно соблюдать равномерность расположения их в течение суток.

В некоторых затруднительных случаях прокладки поездов по участку при обгонах их пассажирскими и при проследовании в данный период времени сборных поездов вызывается необходимость прокладки группы из двух попутных товарных поездов. При этом следует стремиться подход товарных поездов пачкой располагать на перегонах, прилегающих к станции основного депо, а не оборотного.

Дальнейшее построение графика производится теми же приемами и способами, что и на первых четырех плечах, причем задача графиста состоит в том, чтобы получить наивысшую суточную скорость продвижения поездов на всем маршрутном направлении и обеспечить наилучшее использование локомотивов.

Такое одновременное построение графика в обе стороны от начальной станции продолжается до конечных станций маршрутного направления.

## ГЛАВА 12

### СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТИПЫ ГРАФИКОВ

Построение непарных, пакетных и других специальных видов графиков имеет некоторые характерные особенности, на которых и следует остановиться.

#### Непарный график

Непарным графиком называется такой, на котором число товарных поездов одного направления не равно числу поездов другого направления.

То направление, в котором отправляется большее число поездов, называется грузовым.

Наличие в одном направлении большего числа поездов, чем в другом, вызывает необходимость в другом направлении, которое называется обратным, отправлять часть локомотивов одиночным порядком (эти локомотивы могут следовать и в соединении с поездами).



Непарный график применяется на тех участках, где число поездов в одном направлении не равно числу поездов в другом, причем эта непарность движения носит устойчивый характер.

Следует иметь в виду, что непарность, как правило, облегчает построение и увязку графика движения поездов с оборотом локомотивов. Особенно это относится к двухпутным линиям при пачечном расположении пассажирских поездов.

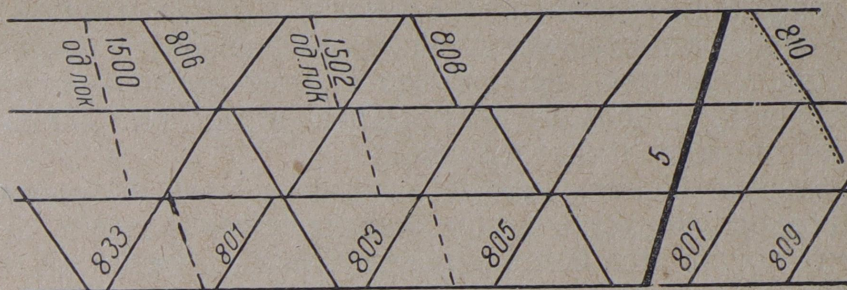


Рис. 133

Чтобы получить высокую участковую скорость при построении непарных графиков на однопутных участках, надо придерживаться последовательного чередования поездов одного и другого направления и в грузовом направлении по возможности не отправлять товарные поезда пачкой, т. е. так, чтобы между ними нельзя было пропустить встречного поезда (рис. 133).

Однако при большом заполнении пропускной способности при значительной непарности движения полностью избежать пачечности товарных поездов не удастся. В этом случае непарный график будет одновременно называться и пачечным (рис. 134).



Рис. 134

Из рис. 134 видно, что, чем меньше интервал времени между товарными поездами пачки, тем меньше будут простаивать при скрещении встречные поезда обратного направления.

Для сокращения этого интервала, которое дает одновременно увеличение и участковой скорости и пропускной способности, применяется пакетное движение на участках с автоматической блокировкой.

Отправление поездов вслед с разграничением временем на графике не предусматривается, так как является мероприятием исключительным, применяемым на участках, не оборудованных автоблокировкой, только в светлое время и разрешаемым в каждом отдельном случае дежурным диспетчером (§ 408 Правил технической эксплуатации).



Автоблокировка дает возможность сократить интервал между поездами до 6 — 8 и даже менее минут. Таким образом, время на скрещение с пакетом из двух поездов будет всего на несколько минут больше, чем с одним поездом.

Пропускная способность при этом сильно возрастет.

Такой график называется **н е п а р н ы м п а к е т н ы м** (рис. 139).

Одиночные локомотивы должны наноситься на график после прокладки поездов для того, чтобы не уменьшать участковой скорости поездов. С другой стороны, не должны допускаться и простои одиночных локомотивов на промежуточных станциях.

На отдельных перегонах, части участка или на целом участке допускается соединение одиночных локомотивов между собой или с поездом, если этим достигается более раннее прибытие локомотивов на деповскую станцию.

Такое соединение (рис. 139) будет особенно необходимо при большом заполнении пропускной способности.

При засылке одиночных локомотивов под поезда и возвращении их из-под поездов нормы времени нахождения локомотивов на деповской станции могут быть сокращены.

Это надо помнить при построении непарного графика, не допуская излишних простоев локомотивов на деповских станциях. Размер возможного сокращения норм нахождения одиночных локомотивов устанавливается технологическим процессом работы депо и станций.

### Пакетный график однопутной линии

При обыкновенном парном графике на однопутной линии мы имеем обычно чередование четных и нечетных поездов при отправлении на перегон. Такое же чередование, но уже не отдельных поездов, а пакетов по два поезда, имеет место при пакетном графике однопутной линии (рис. 135).

Пакетный график применяется при наличии автоблокировки, которая позволяет снизить интервал между поездами одного пакета до очень малой величины.

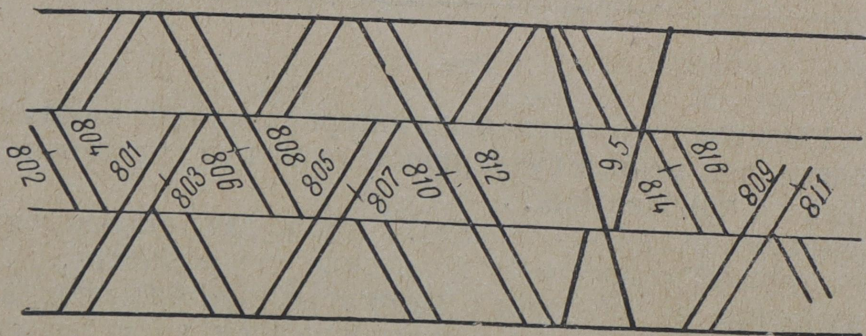


Рис. 135

Это дает возможность увеличить пропускную способность участка по сравнению с обыкновенным непакетным графиком. Все же следует иметь в виду, что при пакетном графике участковая скорость, как правило, будет ниже, чем при непакетном, вследствие увеличения стоянок при скрещении.



Повышение участковой скорости может быть достигнуто применением разъездов со сдвинутыми путями (так называемого «американского» типа). В этом случае в границах станции участок становится как бы двухпутным (рис. 136).

Из рис. 136 видно, что с одним из поездов пакета скрещение по существу происходит на ходу. Во время скрещения поезд № 804 продвигается до предельного столбика выходной стрелки.

Число поездов в пакете не рекомендуется давать больше двух, так как при трех и более поездах в пакете значительно снижается участковая скорость.

Построение пакетного графика по существу ничем не отличается от построения обыкновенного графика, только вместо одной линии хода поезда укладывается по две параллельных.

Так же, как на обыкновенном графике при скрещении один из поездов должен пропускаться с хода, при пакетном графике должен пропускаться с хода один из пакетов.

Поезда одного пакета не являются жестко связанными между собой, и если разделением поездов пакета на одном-двух перегонах можно достичь улучшения скорости продвижения поездов, то это разделение следует сделать.

Необходимость в разъединении поездов одного пакета возникает чаще всего при проходе пассажирских поездов.

На рис. 137 и 138 показаны два варианта построения парного пакетного графика. Разделение поездов № 801 и 803 на перегоне Б—В (рис. 137) дает возможность раньше привести эти поезда на участковую ст. А.

Кроме того, сокращаются стоянки поездов № 806 и 808 на ст. Б, а также поездов № 805 и 807 на ст. В.

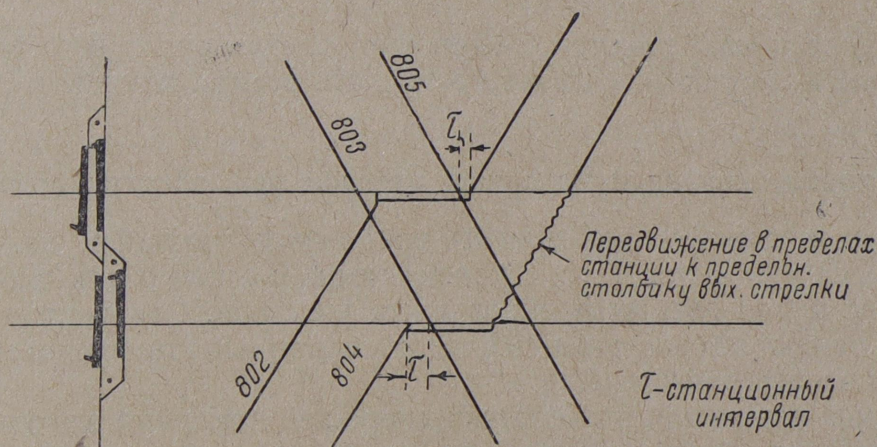


Рис. 136

Очень часто пакетный график бывает одновременно и непарным. О таком типе графика было сказано выше.

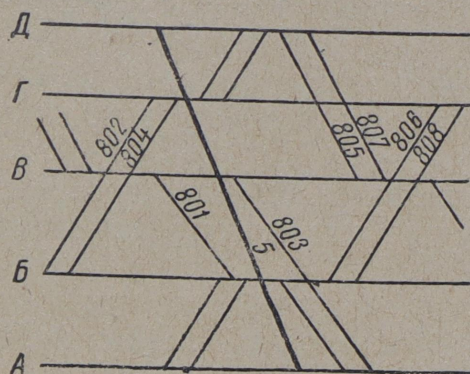
Вид непарного пакетного графика показан на рис. 139.

На участках, оборудованных автоблокировкой, при недостатке пропускной способности переход к пакетному движению должен происходить в первую очередь частично, т. е. путем расположения в пакетах не всех, а части поездов.



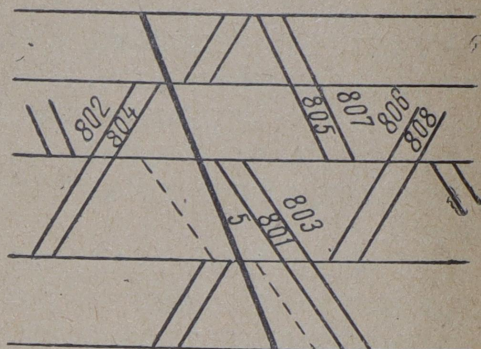
При этом рекомендуется располагать пакеты так, чтобы скрещение их происходило на участковых станциях.

Такой способ значительно увеличивает пропускную способность и дает хорошие скоростные показатели графика.



а) Правильно

Рис. 137



б) Неправильно

Рис. 138

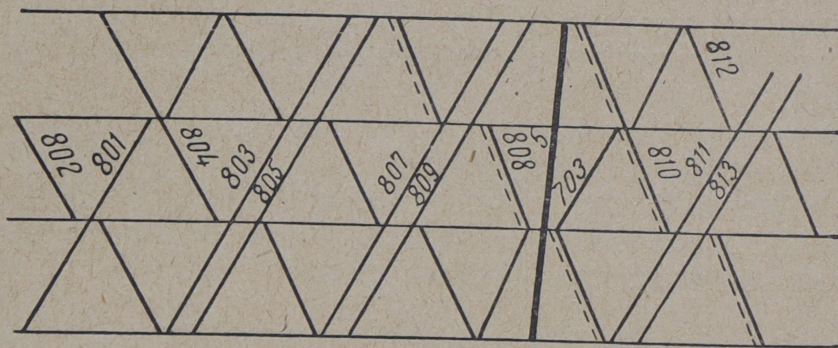


Рис. 139

При скрещении пакетов с одиночно следующими безостановочно через станцию поездами следует пропускать поезда, идущие в пакете.

### Особенности прокладки товарных поездов при электрической тяге

Методы и технические приемы построения графиков, изложенные применительно к дорогам с паровой тягой, с некоторыми поправками применимы и для электрифицированных участков. Эти поправки в основном вытекают из соображений рационального использования мощности устройств энергоснабжения.

С целью получения наибольших скоростей движения электропоездов следует избегать концентрированного расположения поездов на графиках. Необходимо стремиться к тому, чтобы поезда в течение суток располагались равномерно.

При наличии между парой тяговых подстанций подъемов в одном каком-либо направлении целесообразно расположение поездов по принципу обыкновенного парного графика с поочередным занятием перегонов поездами четного и нечетного направлений. В этом случае получают



минимальные потери энергии в контактной сети и наиболее высокие ходовые скорости электровозов. Нарушение указанного принципа увеличивает потери энергии в контактной сети и снижает скорость хода электропоездов примерно на 5 — 7%.

При наличии между парой тяговых подстанций пилообразного профиля необходимо стремиться к тому, чтобы на средних перегонах пролета между подстанциями не было большого количества электропоездов, идущих одновременно на подъем, так как это приводит к значительным потерям энергии в контактной сети и к снижению скорости электровозов.

При составлении графиков движения поездов для участков, на которых применяется рекуперативное торможение, необходимо, чтобы поезда, идущие под уклон, были нанесены на графике в периоды следования всех остальных поездов (между подстанциями) на подъем. Пример правильного и неправильного с этой точки зрения расположения поездов показан на рис. 140.

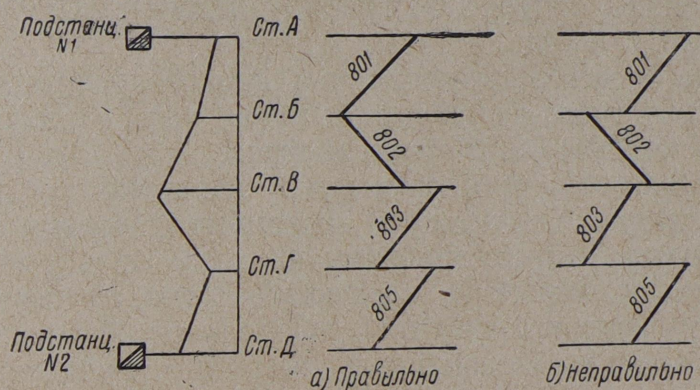


Рис. 140

При рекуперативном торможении поездов, идущих под уклон, напряжение в контактной сети повышается, вызывая увеличение ходовой скорости электропоездов участка, идущих в это время на подъем, минимум на 5 — 10%.

Ремонт контактной сети должен производиться без нарушения графика движения поездов.

В некоторых случаях, в зависимости от местных условий, при прокладке линий хода поездов следует предусмотреть на графике так называемые «окна» (т. е. небольшие, порядка 30 мин., периоды времени, в течение которых перегоны не занимаются поездами) для того, чтобы имелась возможность ремонтировать контактную сеть без нарушения графика движения поездов. Однако эти «окна» не должны ухудшать продвижения поездов по участку.

## ГЛАВА 13

### ПОКАЗАТЕЛИ И АНАЛИЗ ПОСТРОЕННОГО ГРАФИКА

#### Показатели графика

Все основные показатели графика — пробеги поездов, локомотивов, поезд- и локомотиво-часы, ходовая скорость, техническая скорость движения поездов, участковая (коммерческая), маршрутная скорость, коэф-



фициент скорости, эксплуатационный и полный оборот локомотивов, среднесуточный пробег локомотива, стоянка локомотивов в деповских пунктах, стоянка поездов на участковых станциях, заполнение графика — должны быть подсчитаны как для отдельных графиков, так и в целом по дороге и по главнейшим направлениям и представлены в НКПС вместе с графиками.

Все показатели для удобства вычисления и анализа следует свести в таблицу (см. табл. 17 на стр. 171).

Порядок вычисления показателей графика следующий.

Общий пробег поездов и локомотивов получается путем суммирования пробегов отдельных поездов и локомотивов. Если поезд или локомотив следует не на полной длине тягового плеча, то берется то расстояние, которое по графику действительно проходит данный локомотив или поезд.

Вычисление пробегов локомотивов и поездов производится отдельно для четного и нечетного направлений; кроме того, отдельно определяются поездо-километры без сборных поездов.

Поездо-часы в пути, включая и остановки на промежуточных станциях, определяются вычитанием времени отправления поезда с участковой станции из времени его прибытия на следующую участковую станцию. Если поезд прибывает на следующие сутки, то перед вычитанием к фактическому времени прибытия прибавляются 24 часа.

Получаемые таким образом поездо-часы необходимы для определения участковой скорости. Для определения технической скорости из «поездо-часов в пути» нужно вычесть стоянки поездов на промежуточных станциях. Стоянки определяются непосредственно из графика движения поездов.

Поездо-часы определяются также отдельно для четного и нечетного направлений и отдельно без поездо-часов сборных поездов.

Локомотиво-часы в пути определяются следующим образом. Если на участке нет одиночного пробега локомотивов, двойной тяги и т. п., то локомотиво-часы будут равны поездо-часам.

Если же на участке имеется, например, одиночный пробег локомотивов, то локомотиво-часы будут больше поездо-часов. Дополнительные локомотиво-часы определяются так же, как и поездо-часы, вычитанием времени отправления локомотивов по графику с деповской станции из времени прибытия его на соседнюю деповскую станцию.

Если локомотив или поезд следует только на части участка, то при определении поездо- или локомотиво-часов необходимо брать по графику действительное время нахождения в пути поезда или локомотива между станциями начала и конца их следования.

Стоянка поездов на станции с оборотным депо определяется из графика путем вычитания времени прибытия поезда на станцию (графа 3 табл. 17) из времени его отправления (графа 8 табл. 17). Аналогично определяется и стоянка поездов на станции с основным депо.

Стоянка локомотивов на станции оборотного или основного депо находится опять-таки вычитанием времени прибытия локомотива из времени его отправления в обратный рейс. Время прибытия и отправления берется непосредственно из графика. Ведомости согласования по-



Таблица 17

№ поездов	направление										направление										Итого а) для всех поездов б) то же без сборных				
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		22	23	24	
	Отправление из . . . . .	Прибытие в . . . . .	Время поезда в пути	Пробег поездов	Время локомотивов в пути	Пробег локомотивов	Отправление поездов на...	Стоянка поездов на станции с оборотным депо	Стоянка локомотива в оборотном депо	№ поездов, согласованных по обороту локомотивов	Отправление из . . . . .	Прибытие в . . . . .	Время поезда в пути	Пробег поездов	Время локомотивов в пути	Пробег локомотивов	Прибытие поездов из . . . .	Стоянка поездов на станции с оборотным депо	Экспл оборот локомотивов	№ поездов, согласованных по локомотивам в основном депо	Время отправления поездов со станции основного депо	Стоянка локомотивов в основ-	Ном депо	Полный оборот без учета про-мывки	
1																									



ездов и оборота локомотивов (табл. 17) составляются так, чтобы с левой стороны (графа 1) располагались номера поездов, идущих от станции основного депо к станции с оборотным депо; против каждого из этих поездов в графе 11 перечисляются номера поездов, с которыми должны возвращаться локомотивы из оборотного депо к основному.

При такой записи сразу будет ясно, под какой поезд поступает любой локомотив, прибывший в оборотное депо. Если локомотив в одном из направлений следует одиночным порядком, то он записывается в графу так же, как был бы записан поезд.

Ходовая скорость определяется путем деления поездо-километров на чистое время хода всех поездов по участку (на поездо-часы без учета стоянок и времени разгонов и замедлений).

В зависимости от того, для какого направления производится исчисление, следует брать поездо-километры и поездо-часы четные или нечетные.

Техническая скорость определяется отдельно для каждого направления движения и для обоих направлений вместе. Кроме того, определяется техническая скорость всех товарных поездов, за исключением сборных. Так же может быть найдена и техническая скорость отдельных поездов.

Участковая скорость определяется средняя для участка, отдельно без сборных поездов, а также и по направлениям.

Так же, как ходовая и техническая скорости, участковая скорость может быть определена и для отдельных поездов.

При определении средних скоростей нужно сначала сложить все поездо-километры, затем получить суммарные поездо-часы и только после этого поделить одно на другое.

Маршрутная скорость определяется числом километров, проходимых поездом за сутки, по следующей формуле:

$$S_m = \frac{n_m L_m \cdot 24}{T_m + T_{об} + T_{осн}},$$

где:  $n_m L_m$  — поездо-километры сквозных (транзитных) поездов по всему направлению;

$T_m$  — поездо-часы сквозных поездов на участках всего направления;

$T_{об}$  и  $T_{осн}$  — сумма стоянок сквозных поездов на станциях оборотных и основных депо.

Эксплуатационный оборот локомотивов определяется либо непосредственно из графика движения поездов, либо на основании ведомости (табл. 17).

На графике время прохода контрольного поста обычно не показывается. Поэтому на основании графика определяется время от момента отправления локомотива (с поездом или одиночным порядком) со станции основного депо до момента его прибытия обратно. Эксплуатационный оборот получается прибавлением к этому времени установленного технологическим процессом времени на проход локомотива от контрольного поста до отправления с поездом и от прибытия с поездом до прохода контрольного поста основного депо.



Сводная ведомость измерителей графика движения поездов по дороге или маршрутному направлению

Название дороги, направления или участка	Направление	Показатели графика														
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		Колич. наложенных на графике поездов (числитель — пассажирских, знаменатель — товарных)	Техническая всех поездов $v_m$	Участковая всех поездов $v_y$	Коэффициент скорости $\rho_{общ}$	Участковая транзитных поездов $v_{тр}$	Коэффициент скорости транзитн. поездов $\rho_{тр}$	Ср.-сут. скорость продвижения маршрутов $v_m$	Стоянки поездов		Стоянки локомотив.		Оборот локомотивов		Ср.-сут. пробег локомотива $S_{лок}$	Коэффициент заполнения графика максимального перегона $\gamma$
									На ст. оборота локомотивов $t_{об}$	На ст. основного депо $t_{осн}$	В оборотном депо $t_{об}$	В основном депо $t_{осн}$	Эксплуатационный $T_{э}$	Полный $T_{полн}$		



Величина эксплуатационного оборота может быть получена по ведомости суммированием времени хода поезда в одном и другом направлениях, стоянки в оборотном депо, времени на проход от и до контрольного поста.

Средний эксплуатационный оборот получается как средне-арифметический из оборотов отдельных локомотивов.

Полный оборот получается прибавлением к эксплуатационному обороту времени нахождения локомотива в основном депо.

Среднесуточный пробег локомотива определяется по формуле:

$$S_{\text{лок}} = \frac{ML \cdot 24}{T_{\text{общ}}},$$

где:  $ML$  — локомотиво-километры;

$T_{\text{общ}}$  — все локомотиво-часы, затраченные для обслуживания движения поездов, включая и стоянки локомотивов в основном и оборотном депо.

Кроме всех указанных измерителей должен быть определен средний простой вагонов на промежуточных станциях в зависимости от времени прохода сборных поездов.

Порядок определения средних показателей для отделений, дорог и отдельных направлений остается тот же. Данные для сводной ведомости (табл. 18 и 19) берутся полностью из ведомостей отдельных участков (табл. 17), а затем выводятся средневзвешенные показатели.

Таблица 19

Измерители по дороге или направлению

I	II	III	IV
В... направлении	В... направлении	В обоих направлениях вместе	
$v_y^{\text{общ}} =$	$v_y^{\text{общ}} =$	$v_y^{\text{общ}} =$	Средняя стоянка локомотивов в оборотном депо $t_{об} =$
$v_y^{тр} =$	$v_y^{тр} =$	$v_y^{тр} =$	Средняя стоянка локомотивов в основном депо $t_{осн} =$
$v_m^{\text{общ}} =$	$v_m^{\text{общ}} =$	$v_m^{\text{общ}} =$	Средняя стоянка транзитных поездов на ст. оборотного депо $t_{ст}^{об} =$
$v_m^{тр} =$	$v_m^{тр} =$	$v_m^{тр} =$	Средняя стоянка транзитных поездов на ст. основного депо $t_{ст}^{осн} =$
$\beta_{общ} = ; \beta_{тр} =$	$\beta_{общ} = ; \beta_{тр} =$	$\beta_{общ} = ; \beta_{тр} =$	$T_{\partial} = ; T_{полн} =$

### Расчет времени работы локомотивных бригад

Время работы локомотивных бригад при коротких тяговых плечах равно времени эксплуатационного оборота локомотива плюс время на прием и сдачу локомотива в основном депо.



При длинных плечах, когда время работы бригады за оборот локомотива составляет более 12 час., ей необходимо предоставлять отдых в пункте оборота. В этом случае время работы бригады по пути из основного в обратное депо состоит из:

- а) времени на прием локомотива;
- б) времени на проход от контрольного поста к составу и опробование тормозов;
- в) времени следования с поездом;
- г) времени на проход от поезда до контрольного поста обратного депо;
- д) времени на сдачу локомотива в обратном депо.

Отдых бригады в пункте оборота должен быть равен половине всего этого времени.

Время работы бригады при обратном следовании состоит из:

- а) времени приема локомотива в обратном депо;
- б) времени на проход от контрольного поста к составу и опробование тормозов;
- в) времени следования с поездом;
- г) времени на проход от поезда до контрольного поста основного депо;
- д) времени сдачи локомотива в основном депо.

### Определение фактического заполнения графика

Фактическое заполнение графика максимального перегона определяется по формуле:

$$\gamma = \frac{n_{гр} \cdot t_{грз} + n_{пс} \cdot t_{псз}}{1440}$$

и представляет собой отношение времени, занятого всеми поездами на графике, как товарными, так и пассажирскими, ко времени суток.

В формуле:

$\gamma$  — коэффициент заполнения графика максимального перегона;  
 $n_{гр}$  — число товарных поездов или пар поездов (на однопутной линии при парном движении);

$t_{грз}$  — время, занятое пропуском одного или пары товарных поездов;

$n_{пс}$  — число пассажирских поездов или пар;

$t_{псз}$  — время, занятое пропуском одного или пары пассажирских поездов.

Все элементы берутся из графика. Таким образом, определение заполнения сводится к подсчету времени (в минутах), занятого всеми поездами, включая и минимально необходимые станционные интервалы на ограничивающем перегоне, и делению этого времени на 1440.

Кроме фактического заполнения ограничивающего перегона определяется также фактическое заполнение графика участка в целом.

Последнее зависит от неидентичности перегонов.



Фактическое [заполнение графика участка определяется с достаточной точностью умножением  $\gamma$  на  $j$ :

$$\gamma_y = j\gamma,$$

где  $j$  — коэффициент неидентичности.

### Анализ построенного графика

Для анализа пользуются ведомостями показателей графика. Производится сравнение измерителей, полученных при составлении вновь построенного графика, с заданными измерителями и с измерителями действующего графика этого же участка. При этом принимаются во внимание увеличение технической скорости, изменение размеров движения и прочие моменты, влияющие на показатели графика, улучшающие работу участка.

Кроме анализа показателей графика производится детальный просмотр самого графика с точки зрения его соответствия требованиям, предъявляемым к графику движения поездов Правилами технической эксплуатации.

Этот просмотр заключается в проверке соответствия принятых на графике норм перегонных времен хода и интервалов заданным нормам, в проверке правильности организации приема и отправления поездов при наличии враждебных маршрутов, соответствия числа поездов, одновременно находящихся на станции, числу путей и т. д.

Проверке подлежит также качество увязки графика с работой станций (пропускная способность, технологический процесс) и с планом формирования. Здесь должны быть проверены согласованность групповых поездов, обеспеченность отправления поездов общесетевого расписания и т. д.

Окончательная проверка и корректирование графиков производятся при утверждении графиков.

