

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

**Красноярский институт железнодорожного транспорта –  
филиал ФГБОУ ВО  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(КрИЖТ ИрГУПС)**

**М.В. Фуфачева**

# **ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ**

Учебное пособие для студентов очной и заочной формы обучения  
направления подготовки  
23.03.01 Технология транспортных процессов

Красноярск  
КрИЖТ ИрГУПС  
2021

УДК 656  
ББК 39.213, 39.18

Фуфачева М.В., Организация движения поездов: Учебное пособие для студентов очной и заочной формы обучения направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов / М.В. Фуфачева. – Красноярск. КриЖТ ИрГУПС. – 2021. – 179 с.

Учебное пособие составлено в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом и предназначено для студентов направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов. В учебном пособии изложены вопросы разработки и построения графиков движения поездов, расчета их показателей, методы и последовательность определения пропускной и провозной способности железнодорожных линий, а также мероприятия по их усилению, задачи управления местной работой на участках и направлениях.

Рекомендовано к изданию методическим советом КриЖТ ИрГУПС.

Печатается в авторской редакции.

© Фуфачева М.В., 2021  
© Красноярский институт  
железнодорожного транспорта, 2021

## Содержание

Введение .....	5
1 Основные определения и принципы организации перевозочного процесса .....	6
1.1 Основные определения перевозочного процесса.....	6
1.2 Принципы организации перевозочного процесса .....	9
1.3 Структура управления перевозками.....	12
2 График движения поездов .....	22
2.1 Значение графика движения поездов и требования к нему .....	22
2.2 Графическое изображение движения поездов. Форма и содержание графика.....	23
2.3 Классификация графиков движения поездов .....	29
2.4 Порядок разработки и составления графика движения поездов .....	33
3 Элементы графика движения поездов .....	34
3.1 Перегонные времена хода поездов .....	37
3.2 Станционные и межпоездные интервалы .....	38
Интервалом неодновременного прибытия.....	40
Интервалом скрещения поездов .....	42
Интервалом попутного прибытия .....	43
Интервалом попутного отправления.....	46
Интервалом между поездами.....	48
Интервалом попутного следования поездов.....	50
3.3 Вес, длина и скорости движения поездов .....	52
3.3.1 Оптимальная величина состава поезда .....	52
3.3.2 Нормы веса и длины поездов.....	55
3.3.3 Максимальная масса и состав поездов .....	56
3.3.4 Скорости движения поездов .....	57
4 Диспетчерское управление эксплуатационной работой .....	59
4.1 Диспетчерские системы на зарубежных и отечественных железных дорогах.....	59
4.1.1 Зарубежный опыт создания диспетчерских центров управления перевозками .....	59
4.1.2 Диспетчерская система в нашей стране .....	67
4.2 Диспетчерское управление эксплуатационной работой на базе системы центров управления перевозками.....	81
4.3 Оперативное управление перевозочным процессом .....	88
5 Управление местной работой на участках и направлениях.....	90

5.1 Понятие о местной работе .....	90
5.2 Состояние местной работы .....	95
5.3 Обслуживание промежуточных станций сборными поездами.....	100
5.4 Другие способы обслуживания промежуточных станций.....	105
5.5 План-график местной работы и его показатели .....	107
5.6 Основные задачи организации и управления местной работой ....	110
5.6.1 Сменно-суточное планирование местной работы .....	113
5.6.2 Текущее планирование местной работы в ДЦУП .....	121
5.7 Оперативное управление местной работой .....	123
6 Разработка графика движения поездов .....	127
6.1 Принципы разработки графика движения поездов .....	127
6.2 Выделение «окон» в графике.....	129
6.2.1 Вариантные графики в период предоставления «окон».....	134
6.3 Автоматизация построения графика движения поездов.....	138
6.4 Показатели графика движения поездов и его экономическая оценка .....	145
6.5 Особенности разработки графика на электрифицированных линиях.....	148
7 Пропускная и провозная способность железнодорожных линий.....	152
7.1 Основные понятия. Пропускная и провозная способность железнодорожных линий.....	152
7.2 Расчет пропускной способности по перегонам и участкам при параллельном графике движения поездов .....	156
7.3 Пропускная способность при непараллельном графике движения поездов.....	161
7.4 Провозная способность железнодорожных линий .....	164
7.5 Участковая скорость движения грузовых поездов при параллельном и непараллельном графике .....	165
7.5.1 Расчет коэффициента скорости при непакетном графике .....	169
7.5.2 Расчет коэффициента скорости при пакетном и частично- пакетном графиках.....	170
7.6 Увеличение пропускной способности линии .....	171
Заключение.....	176
Список использованных информационных ресурсов .....	177

## Введение

Основной целью учебного пособия и в целом всей дисциплины является подготовка студентов к профессиональным видам деятельности в области разработки технологий; повышения технической оснащенности и оптимального перспективного развития железнодорожных участков и направлений; управления движением поездов; обеспечения безопасности движения поездов. Задачами освоения учебной дисциплины «Организация движения поездов» являются: формирование умения разрабатывать эффективные схемы организации поездной и маневровой работы на железнодорожном транспорте; формирование умения оптимизировать использование пропускной и перерабатывающей способности инфраструктуры железнодорожного транспорта и обеспечения их эффективности.

Изучение этой дисциплины предусматривает обеспечение необходимой транспортной подготовки специалистов по планированию, организации и управлению перевозочным процессом.

График движения поездов на железнодорожном транспорте обеспечивает слаженную, ритмичную работу подразделений и служб железных дорог при перевозках грузов и пассажиров. Он выражает план всей эксплуатационной работы и является основой организации перевозок. Координируя работу всех подразделений железнодорожного транспорта, график движения позволяет осуществлять своевременную перевозку грузов и пассажиров при одновременном выполнении требований безопасности движения, наилучшего использования подвижного состава, обеспечения ритмичности работы станций, участков при наилучшем использовании их пропускной и провозной способности. На основе графика определяются показатели использования подвижного состава, согласовывается деятельность дорог с предприятиями-грузоотправителями и получателями, а также с другими видами транспорта.

Выполнение задаваемого объема перевозок обеспечивается установлением для каждого участка определенных размеров движения пассажирских и грузовых поездов различных категорий, безопасность движения поездов – соблюдением технических нормативов (норм массы, перегонных времен хода, станционных и межпоездных интервалов, норм стоянок поездов для технических и коммерческих операций), а также требований ПТЭ о порядке приема, отправления и следования поездов и выполнения маневровой работы.

# 1 Основные определения и принципы организации перевозочного процесса

## 1.1 Основные определения перевозочного процесса

Необходимость грамотной и эффективной эксплуатации железных дорог привела к становлению и развитию науки об эксплуатации и ее важнейшего раздела – *управления эксплуатационной работой*. Эта наука изучает закономерности перевозочного процесса, обобщает передовой опыт организации движения и использования технических средств в их взаимодействии и разрабатывает методы рациональной организации перевозок грузов и пассажи-ров, а также эксплуатационные требования к новым техническим средствам железных дорог. Управление эксплуатационной работой – один из важнейших разделов науки об эксплуатации железных дорог, которая возникла и развивалась в нашей стране.

Наука об эксплуатации железных дорог и ее раздел об управлении эксплуатационной работой оперируют определенными терминами и понятиями, к которым относятся:

*график движения* (ГД) – графическое изображение движения поездов по участкам и направлениям. Это основной документ в технологии перевозочного процесса, которому подчинена вся деятельность многочисленных служб железных дорог сети;

*план формирования* (ПФ) – система организации вагонопотоков, устанавливающая, какие поезда и из каких вагонов должны формироваться сортировочными и другими станциями данного направления;

*пропускная способность линии* – наибольшие размеры движения (в поездах), которые могут быть освоены в течение суток в зависимости от технического оснащения и способа организации движения;

*провозная способность линии* – наибольшие размеры грузовых перевозок (в тоннах груза), которые можно осуществить на данной линии в течение года;

*перерабатывающая способность станции* – максимальное число вагонов, которое станция может переработать в течение суток;

*направление* – железнодорожная линия между пунктами массового зарождения и погашения поездопотоков. Направление делится на участки. *Участок* – часть направления между техническими (участковыми и сортировочными) станциями. Участок делится на перегоны

промежуточными станциями и отдельными пунктами, имеющими путевое развитие;

*четное и нечетное направление движения.* Направления движения устанавливаются для всех железнодорожных линий по принципу: на север и восток – четное, а на запад и юг – нечетное направление;

*груженное и порожнее направление* (на восток – груженное, на запад – порожнее);

*назначение вагона и поезда по плану формирования.* Назначение определяется станцией выгрузки, если вагон следует до неё в не перерабатываемом, то есть в маршрутном поезде или станцией переформирования, то есть сортировки, если вагон следует в поездах, которые перерабатываются на сортировочных станциях;

*рабочий парк вагонов* – вагоны, необходимые сети, дороге, станции для выполнения заданной работы;

*нерабочий парк* – вагоны, находящиеся в ремонте, запасе, хозяйственном движении;

*эксплуатируемый парк локомотивов* – локомотивы, занятые в поездной и маневровой работе;

*тяговое плечо* – расстояние следования локомотива в одном направлении;

*условный вагон* – условная единица измерения длины состава.

Основными объектами управления движением на участках железных дорог являются поезда. *Поездом* называют сформированный и сцепленный состав вагонов с одним или несколькими действующими локомотивами или моторными вагонами и снабженный установленными сигналами.

Поезда подразделяют:

по роду перевозок – на пассажирские, грузовые, хозяйственные, людские, грузопассажирские и одиночные локомотивы;

по дальности следования – на дальние, местные, пригородные (в пассажирском движении); сквозные, участковые, сборные, вывозные, передаточные (в грузовом движении);

по условиям формирования (грузовые) – на отправительские, ступенчатые и технические маршруты;

по состоянию вагонов (грузовые) – на груженые, порожние, комбинированные;

по числу групп вагонов в составе грузового поезда – на одnogруппные поезда и групповые.

На станции формирования составляют *натурный лист*, который содержит общие данные о составе каждого поезда (наименование станций формирования и назначения, номера состава, его условную длину и вес, а

также дату и время отправления), в нем приводятся данные о каждом из вагонов, включенных в состав, в порядке фактического их размещения (номер вагона, код и вес груза, получатель, сведения о таре). Натурный лист сопровождает поезд до станции расформирования.

На каждую отправку отправитель груза составляет *накладную* и *дорожную ведомость*, которые вместе с *квитанцией* и *корешком* составляют *комплект перевозочных документов*. На каждый загруженный вагон на станции погрузки составляют *вагонный лист*, содержащий перечень грузов в вагоне, их вес и число мест. Здесь же указывают номер и тип вагона, коды станции отправления и назначения; приводят сведения о марках и пломбах. Вагонный лист вместе с перевозочными документами сопровождает груз до станции назначения. В настоящее время внедряется система ЭТРАН, которая формирует электронные перевозочные документы.

Специализация и нумерация поездов.

- скорые круглогодичного обращения: 1 –99;
- скорые пассажирские летнего периода: 101 –149;
- пассажирские дальнего следования круглогодичного обращения: 171 –299;
- пассажирские дальнего следования летнего периода: 301 –499;
- пассажирские местного сообщения: 601 –699;
- пригородные: 6001 –6999;
- почтово-багажные: 901 –949;
- скорые грузовые: 1201 –1299;
- ускоренные грузовые для перевозки скоропортящихся грузов: 1301 –1499;
- сквозные грузовые: 2001 –2999;
- участковые: 3001 –3399;
- сборные: 3401 –3449;
- вывозные: 3501 –3599;
- передаточные: 3601 –3799;
- локомотивы толкачи: 4001 –4099;
- одиночные локомотивы: 4301 –4399.

Шахматка или косая таблица. Шахматка определяет направление следования вагонопотоков и категорию грузовой работы (рис. 1.1).



на из	А	Б	В	Итого	
А		10	20	30	погрузка
Б	5		40	45	
В	30	15		45	
Итого	35	25	60	120	
	выгрузка				

Рис. 1.1. Косая таблица (шахматка)

## 1.2 Принципы организации перевозочного процесса

Работа железнодорожного транспорта имеет свою специфику. В перевозочном процессе участвуют работники различных специальностей, в ведении которых находятся разнообразные устройства и техника: железнодорожный путь, искусственные сооружения, подвижной состав (локомотивы, вагоны), устройства автоматики и телемеханики, многочисленные станции, энергетические устройства, вычислительные центры и т.д. Все составные части этого сложного многоотраслевого хозяйства должны работать в четком взаимодействии между собой. Малейшее нарушение какого-либо элемента транспортного конвейера немедленно отражается на перевозочном процессе и через него влияет на хозяйственную жизнь страны. Так, например, задержка поездных локомотивов в ремонте влечет за собой невывоз готовых составов с сортировочных станций, замедляется оборот вагонов, в результате чего недостает порожняка под погрузку готовой продукции на заводах и фабриках, а это, в свою очередь, вызывает осложнения на предприятиях, в адрес которых необходимо отправить груз и т.д.

Перевозки осуществляются между станциями, зачастую находящимися друг от друга на значительном расстоянии. Например, пассажирский поезд «Россия» следует от Москвы до Тихого океана по единому расписанию по нескольким дорогам и многочисленным станциям. Все эти станции работают по одному плану, которым является график движения поездов. Это требует централизации управления перевозочным процессом, предполагающей подчинение нижестоящих звеньев

вышестоящим. *Принцип централизации* руководства неразрывно связан с *принципом единоначалия*, персональной ответственностью каждого работника за определенный участок работы. Исполнители перевозочного процесса работают разбросанным фронтом на больших расстояниях. Для этого нужна четкая и надежная связь. Основной производственный процесс (перевозки) протекает под открытым небом под воздействием неблагоприятных климатических условий, что предъявляет высокие требования к надежности в работе всех звеньев транспорта.

Производственная деятельность всех подразделений железных дорог, направленная на обеспечение безопасного и экономически оправданного перевозочного процесса, называется *эксплуатационной работой* железнодорожного транспорта. Эта работа регламентируется рядом документов, главные из которых: Устав железных дорог Российской Федерации, Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (ПТЭ), Инструкция по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Российской Федерации (ИДП), Инструкция по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации (ИС), график движения, план формирования поездов, технические нормы эксплуатационной работы железных дорог, ТРА (техническо-распорядительные акты станций), технологические процессы работы станций, направлений, приказы и инструктивные указания руководящих органов.

В ПТЭ указаны общие обязанности работников железнодорожного транспорта, определены нормы содержания основных сооружений, устройств и подвижного состава, изложены требования по организации движения поездов. Инструкция по движению поездов и маневровой работе устанавливает правила приема, отправления и пропуска поездов в разных условиях, а также производства маневровой работы. В Инструкции по сигнализации приведены применяемые на железнодорожном транспорте сигналы, их виды, значение и порядок использования.

Основными принципами эксплуатационной работы железных дорог являются: строгое соблюдение безопасности движения; неукоснительное выполнение требований правил и инструкций; обеспечение высоких показателей использования технических средств и эффективности перевозок, что достигается организацией вагонопотоков по плану формирования поездов, движением поездов по графику, техническим нормированием эксплуатационных показателей, точным выполнением

технологических процессов работы станций, направлений и четким взаимодействием в работе всех подразделений; внедрение новой и совершенствование действующей технологии работы всех звеньев железнодорожного транспорта. В соответствии с этими принципами управление эксплуатационной работой заключается в следующем.

Основой работы железных дорог является план перевозок, в соответствии с которым определяется потребность в вагонах и локомотивах, топливе и материалах, устанавливаются потребная пропускная способность линий, штат работников и фонд зарплаты, определяются объемы капитальных вложений в развитие железных дорог.

На основании плана перевозок разрабатывается план формирования поездов, который распределяет работу по формированию и расформированию между станциями направлений и сети в целом. График движения поездов устанавливает время отправления поездов с начальной и прибытия на конечную станцию; время хода по перегонам, продолжительность стоянок; обеспечивает согласованность в работе станций, депо и других территориальных подразделений железнодорожного транспорта.

На основе графика движения, плана формирования и плана перевозок разрабатываются технологические процессы работы станций, которые определяют порядок выполнения операций с поездами и вагонами, использования станционных устройств для расформирования, формирования поездов, организацию рабочих мест и нормы времени на операции по обработке поездов и вагонов. С учетом технологии работы станций разрабатываются технологические процессы железнодорожных узлов и направлений. В соответствии с графиком движения поездов составляются графики оборота локомотивов и расписания работы локомотивных бригад.

Распределение вагонного парка между дорогами в соответствии с их потребностями осуществляется на основании технических норм использования подвижного состава. Выполнение заданий по перевозкам и технических норм обеспечивается с помощью оперативного планирования и диспетчерского руководства работой станций, железных дорог и направлений. Диспетчерский распорядительный аппарат всех подразделений располагает системой связи и отчетными данными, позволяющими непрерывно контролировать ход работы, своевременно принимать необходимые оперативные меры.

### 1.3 Структура управления перевозками

В настоящее время завершается реформирование структур управления на железнодорожном транспорте. Целью реформ является вовлечение его в сферу рыночной экономики. На первом этапе реформирования произошло выделение из Министерства путей сообщения всей инфраструктуры железных дорог, а также производственно-хозяйственных функций и функций управления работой железнодорожного транспорта. Инфраструктура и эти функции были переданы вновь созданному ОАО «РЖД», сто процентов акций которого принадлежат государству. Во время второго этапа произошло учреждение и становление операторских компаний – коммерческих предприятий, владеющих вагонами, которым дано право принимать грузы к перевозке в этих вагонах и пользоваться доходом за счет вагонной составляющей тарифа (платы за перевозку). На третьем этапе реформирования происходит выделение в составе ОАО «РЖД» самостоятельных структур в виде акционерных обществ (ОАО), дочерних зависимых обществ (ДЗО), выполняющих отдельные виды производственной деятельности РЖД. Это ОАО «Федеральная пассажирская компания», «ПГК», дирекции «Трансконтейнер», «Рефсервис» и др.

В сложившейся к 2013 г. структуре управления в компании ОАО «РЖД» вся сфера производственной деятельности распределена по четырем блокам: пассажирские перевозки и сервис, грузовые перевозки, инфраструктура, прочие филиалы и ДЗО (см. рис. 1.2). По каждому виду деятельности в этих блоках имеются соответствующие подразделения (дирекции, центры, ОАО, ДЗО) функционирующие на центральном и региональном уровнях управления и отвечающие за координацию, стратегическое управление и общий результат деятельности в данной сфере.

Кроме того, на центральном уровне управления компании ОАО «РЖД» имеются департаменты, управления, структурные подразделения для разработки и реализации вопросов стратегического управления, экономики и финансов, инновационного и социального развития, безопасности движения и др.

Руководство всей деятельностью компании (холдинга) ОАО «РЖД» на центральном уровне управления осуществляет Корпоративный центр, возглавляемый президентом ОАО «РЖД» (Ц), на региональном уровне – Региональные центры корпоративного управления (РЦКУ) (железные

дороги) – филиалы ОАО «РЖД», возглавляемые начальниками железных дорог (Н).

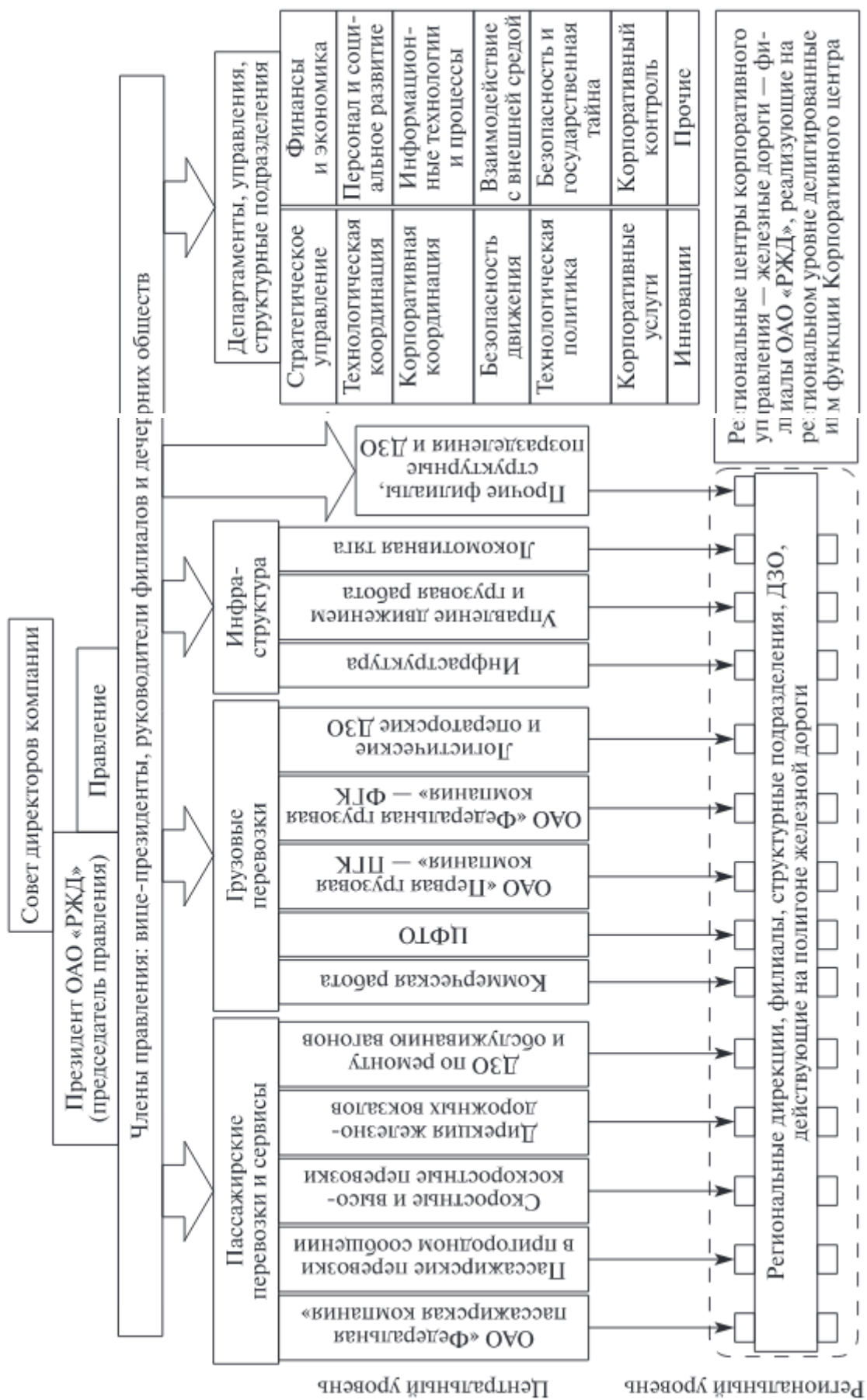


Рис. 1.2. Укрупненная схема организационной структуры компании ОАО «РЖД»

ОАО «РЖД» после упразднения МПС входит в систему Министерства транспорта РФ (МТ), в составе которого создано Агентство железнодорожного транспорта – Росжелдор. В ведении этого агентства остаются следующие основные функции:

- разработка и реализация государственной политики, направленной на максимальное удовлетворение спроса потребителей услуг железнодорожного транспорта;

- создание условий для устойчивой работы железнодорожного транспорта с целью обеспечения жизнедеятельности всех отраслей экономики, обороноспособности и национальной безопасности страны;

- разработка стандартов и норм, определяющих порядок функционирования железнодорожного транспорта;

- участие в разработке и реализации государственных программ транспортной системы страны (в тесном сотрудничестве с другими министерствами и ведомствами, в частности, с Министерством транспорта);

- осуществление контроля и участия в реализации Федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы России»;

- подготовка предложений по тарифной политике на железнодорожном транспорте для внесения на рассмотрение Правительства Российской Федерации;

- развитие высшего и среднетехнического профессионального образования и другие.

В рамках Росжелдора Минтранса России созданы 7 территориальных управлений – **Северо-Западное** (Северная, Октябрьская, Калининградская железные дороги – региональные центры корпоративного управления – филиалы ОАО «РЖД»), **Центральное** (Московская, Юго-восточная железные дороги – региональные центры корпоративного управления – филиалы ОАО «РЖД»), **Приволжское** (Горьковская, Куйбышевская железные дороги – региональные центры корпоративного управления – филиалы ОАО «РЖД»), **Южное** (Северо-Кавказская, Приволжская железные дороги – региональные центры корпоративного управления – филиалы ОАО «РЖД»), **Уральское** (Свердловская, Южно-Уральская железные дороги – региональные центры корпоративного управления – филиалы ОАО «РЖД»), **Сибирское** (Западно-Сибирская, Красноярская, Восточно-Сибирская железные дороги – региональные центры корпоративного управления – филиалы ОАО «РЖД»), **Дальневосточное**

(Дальневосточная, Забайкальская железные дороги – региональные центры корпоративного управления – филиалы ОАО «РЖД»).

Основными функциями органов Росжелдора являются:

– государственный контроль и надзор за соблюдением на железнодорожном транспорте законов РФ и нормативных актов МТ, регулирующих деятельность железнодорожного транспорта, в том числе правил по безопасности движения, экологической, промышленной безопасности;

– лицензирование отдельных видов деятельности и контроль над выполнением лицензионных требований;

– взаимодействие с представителем Президента Российской Федерации и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации по вопросам формирования и реализации государственной политики в области железнодорожного транспорта;

– осуществление контрольно-ревизионной деятельности в федеральных государственных предприятиях и федеральных государственных учреждениях Минтранса России.

Функции по организации и обеспечению перевозочного процесса на железных дорогах компании ОАО «РЖД» после реформирования системы управления распределены между дирекциями: инфраструктуры, тяги, управления движением и центром фирменного транспортного обслуживания (ЦФТО). Эти структуры действуют на трех уровнях управления: центральном – в компании ОАО «РЖД», региональном – на полигонах 16 железных дорог (филиалов ОАО «РЖД») и на уровне линейных предприятий (рис. 1.3).

**Дирекция инфраструктуры** обеспечивает содержание всего комплекса технических средств (железнодорожных путей, искусственных сооружений, устройств СЦБ, связи, энергоснабжения, средств мониторинга состояния технических устройств и подвижного состава и др.) в состоянии, удовлетворяющем потребности перевозочного процесса по объему работы, обеспечению безопасности движения, охраны труда и экологической безопасности.

**Дирекция тяги** обеспечивает перевозочный процесс подготовленными локомотивами и локомотивными бригадами в количестве, необходимом для продвижения поездов по графику и суточному оперативному плану. Главная задача эксплуатационных



локомотивных депо (ТЧ экспл.) – своевременная выдача локомотивов и локомотивных бригад под отправляемые поезда.

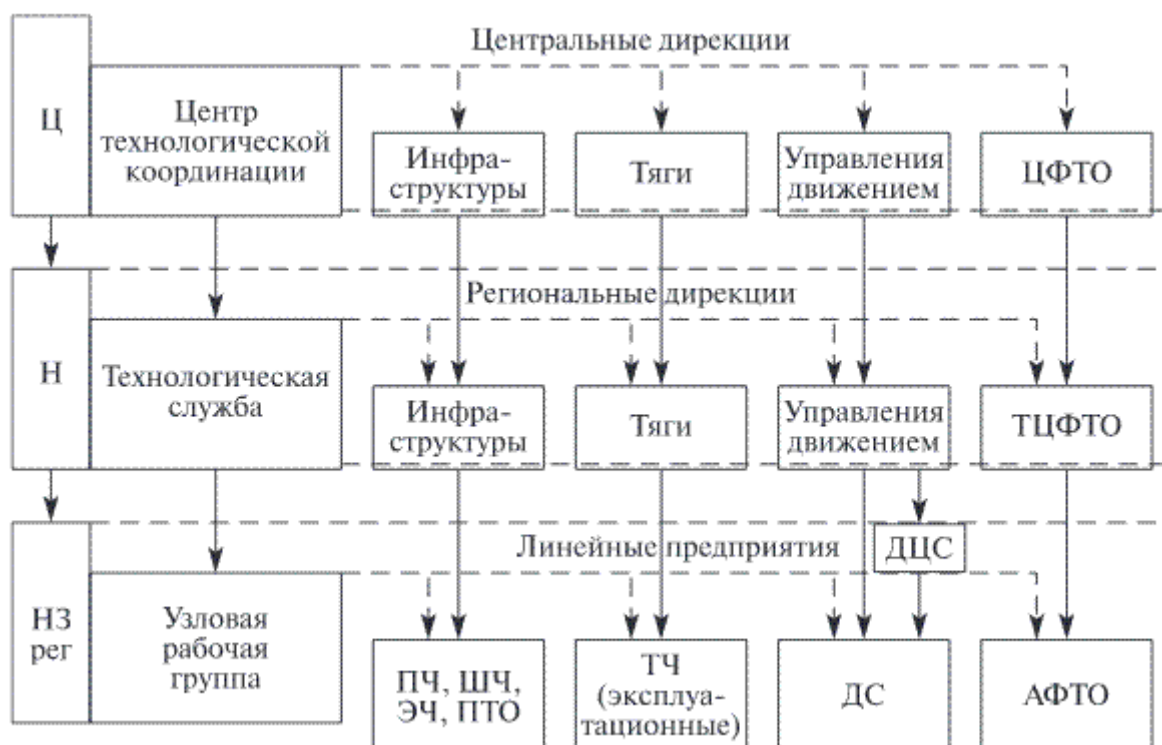


Рис. 1.3. Организационно-функциональная схема управления и обеспечения перевозочного процесса

Вертикаль управления фирменного транспортного обслуживания (ЦФТО, ТЦФТО, АФТО) призвана обеспечивать сбыт транспортной продукции, а именно: реклама услуг ОАО «РЖД», прием заявок на перевозку грузов от грузоотправителей, составление планов перевозок, документальное оформление и расчеты за перевозку с клиентурой и передача Дирекции управления движением заказа (плана) на перевозки.

**Центральная дирекция управления движением (ЦД)** организует разработку графика движения (ГД), плана формирования поездов (ПФ), технического плана эксплуатационной работы компании, дает задания на передислокацию локомотивов и локомотивных бригад при изменении вагонопотоков, а также на перемещение вагонного парка для обеспечения заданий оперативного плана перевозок.

ЦД координирует работу региональных (дорожных) дирекций управления движением (Д). Функциональная схема организационной структуры региональной дирекции показана на рис. 1.4.

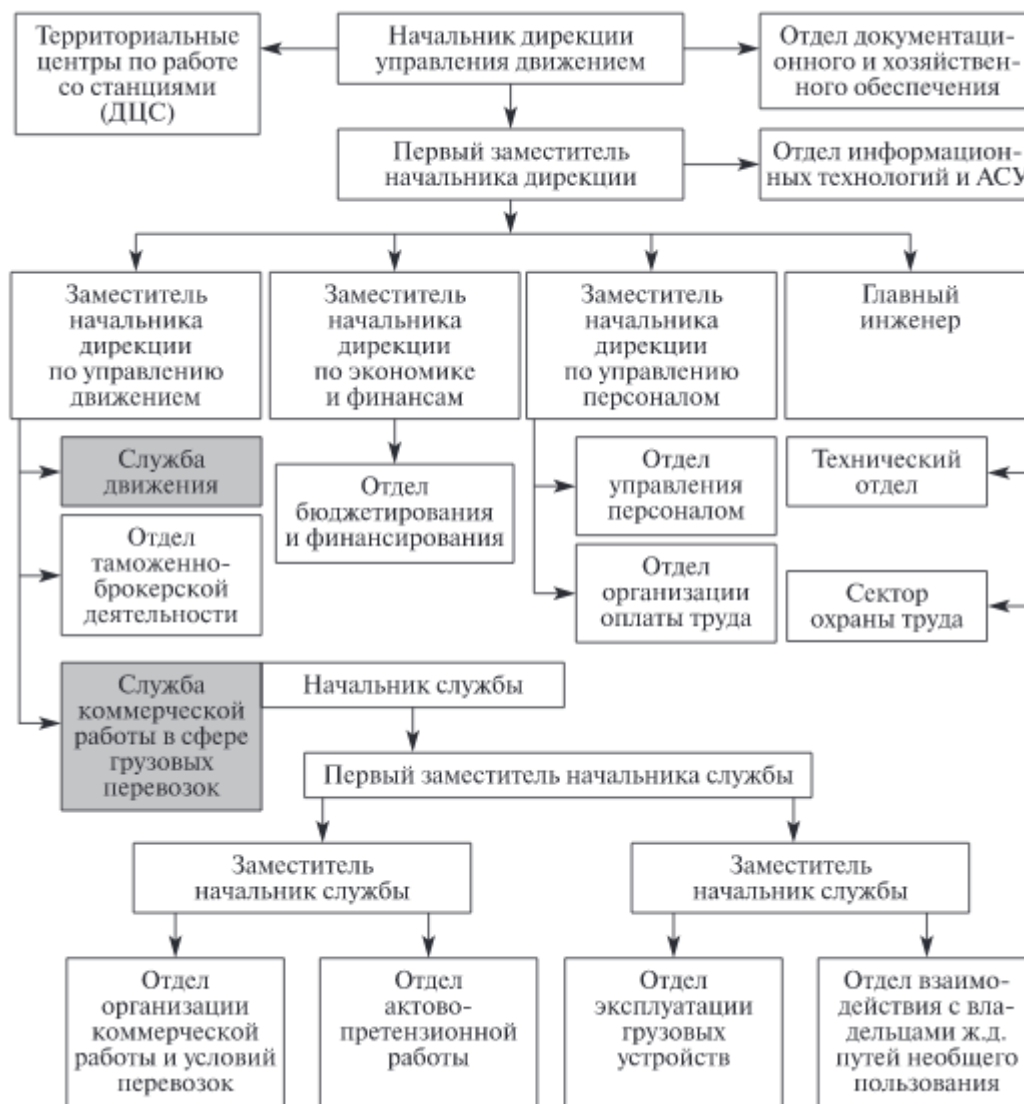


Рис. 1.4. Схема организационной структуры Региональной дирекции управления движением

Непосредственно на начальника дирекции (Д) замыкаются отдел документационного и хозяйственного обеспечения и территориальный центр по работе со станциями (ДЦС). Первый заместитель начальника дирекции курирует деятельность дирекции по четырем направлениям: управление движением; экономики и финансов; управление персоналом; технический отдел и сектор охраны труда. Направление по управлению движением является основополагающим, куда входят: служба движения (ДД), служба коммерческой работы в сфере грузовых перевозок (ДМ) и отдел таможенно-брокерской деятельности. При этом служба движения обеспечивает оперативное управление движением на полигоне железной

дороги. В ее составе также предусмотрены четыре направления по обеспечению перевозок на дороге.

На рис. 1.5 показана схема организационной структуры службы движения Октябрьской железной дороги – Регионального центра корпоративного управления – дирекции управления движением. Из четырех направлений деятельности службы основным является Дорожный центр управления перевозками (ДЦУП).

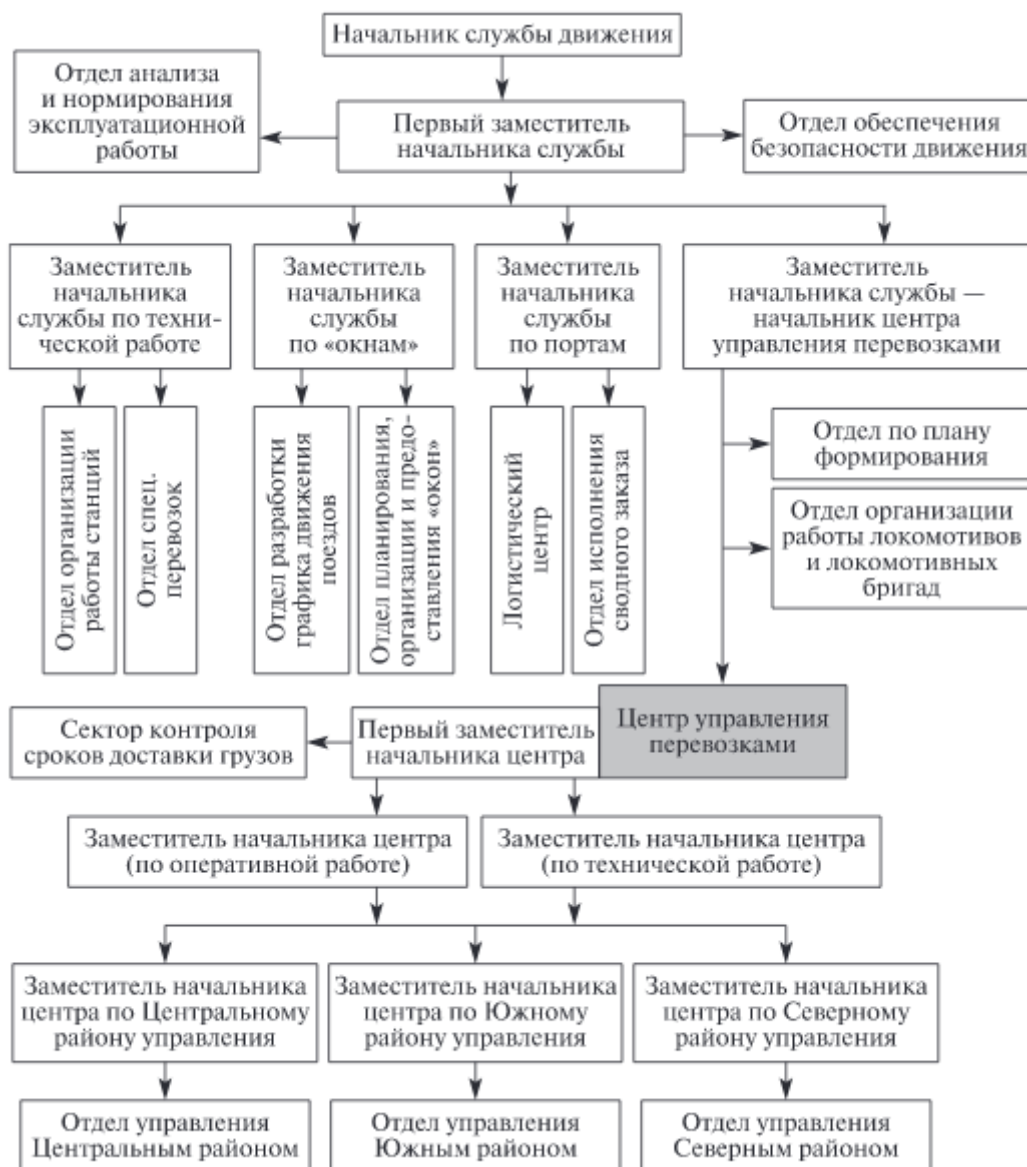


Рис. 1.5. Схема организационной структуры службы движения

Дорога разделена на три района управления (РУ): Центральный, Северный, Южный. Районы организуют движение на соответствующих направлениях. Так, Центральный РУ управляет движением на трех направлениях дороги (Петербург–Москва; Петербург–Бабаево–Кошта; Петербург–Выборг, Приозерск). Основными задачами **Региональной**

**дирекции управления движением (Д)** являются: составление сменнo-суточного плана отправления поездов со станций и передача этого плана в локомотивное депо; подвязка локомотивов и локомотивных бригад к планируемым поездам; своевременное отправление поездов со станций региона по графику (оперативному плану).

Для обеспечения целенаправленного взаимодействия вертикально интегрированных структур в перевозочном процессе на центральном уровне управления в ОАО «РЖД» создан *Центр технологической координации*. На региональном уровне в управлениях железных дорог для этой цели созданы технологические службы. Для решения вопросов взаимодействия подразделений разных вертикалей управления на линейном уровне созданы узловые рабочие группы (УРГ). Курируют деятельность этих групп и подразделений линейного уровня заместители начальника дороги (регионального центра корпоративного управления) по регионам (НЗ рег).

Для организации работы железнодорожных станций в регионах созданы Территориальные центры работы со станциями (ДЦС), которые являются структурными подразделениями Региональной дирекции управления движением и подчинены непосредственно начальнику дирекции (см. рис. 1.4), ДЦС осуществляет деятельность на линейном уровне по трем направлениям: технология перевозок; грузовая работа; экономика и управление персоналом. Структурная схема ДЦС показана на рис. 1.6. Основными задачами ДЦС являются: организация работы станций; контроль за обеспечением безопасности движения и охраны труда; разработка технологии местной работы и др.



Рис. 1.6. Структурная схема территориального центра по работе со станциями (ДЦС)

В сложившейся в результате реформ на железных дорогах структуре управления и обеспечения перевозочного процесса заложены следующие основные принципы взаимодействия вертикально интегрированных структур: ЦФТО на основе заявок на перевозки грузов заказывает у Дирекции управления движением (Д) такие объемы перевозки и такого качества, сколько заявил и оплатил пользователь (клиент). Дирекция Д определяет, где (в каких депо) и сколько локомотивов и локомотивных бригад требуется иметь для обеспечения этих перевозок и дает соответствующий заказ дирекции тяги (Т). Дирекция Т готовит и выдает под поезда в согласованное (установленное расписанием) время и в нужном количестве локомотивы с обслуживающими их бригадами; делает заказы на ремонт находящихся в эксплуатации локомотивов и на приобретение новых локомотивов.

Дирекция инфраструктуры вводит ограничения на использование технических средств, а именно: передает в Дирекцию управления движением предупреждения об ограничении скоростей движения, о перерывах в движении поездов и маневровой работе из-за отказа технических средств; согласует с Д выделение «окон» для выполнения работ по текущему содержанию и ремонту объектов инфраструктуры.

## 2 График движения поездов

### 2.1 Значение графика движения поездов и требования к нему

**График движения поездов** является организующей и технологической основой работы всех подразделений железных дорог, планом всей эксплуатационной работы. Движение поездов строго по графику обеспечивается правильной организацией работы и точным выполнением технологического процесса работы станций, депо, тяговых подстанций, пунктов технического обслуживания и других подразделений, связанных с движением поездов.

График движения поездов представляет собой условную зависимость пройденного поездом расстояния от времени нахождения в пути следования, изображенную в осях координат «расстояние–время» в виде так называемой «линии хода» поезда на графике или «нитки» графика, где ось X – это ось времени, а ось Y – ось расстояния. Согласно п.13.1 Правил Технической Эксплуатации железных дорог Российской Федерации (инстр. ЦРБ-756), *график движения поездов – непреложный закон для работников железнодорожного транспорта, выполнение которого является одним из важнейших показателей работы железных дорог. Соблюдение графика движения поездов и предупреждение его нарушений должно быть главным для всех работников, связанных с организацией движения поездов. Нарушение графика движения поездов не допускается.*

К графику движения поездов предъявляются следующие требования:

- *обеспечение выполнения плана перевозок грузов и пассажиров* прокладкой на каждом участке определенного числа пассажирских и грузовых поездов;

- *обеспечение безопасности движения поездов* соблюдением перегонных времен хода поездов, станционных и межпоездных интервалов, норм стоянок поездов для технических и коммерческих операций, установленных требований при приеме и отправлении поездов и производстве маневровой работы и т. д.;

- *наиболее эффективное использование пропускной и провозной способности* участков и перерабатывающей способности станций, которое достигается рациональной прокладкой поездов на графике, правильным чередованием подвода к станциям транзитных и разборочных поездов;

- *высокопроизводительное использование подвижного состава* с помощью четкого согласования графиков движения поездов и оборота

локомотивов на смежных участках, на междудорожных и пограничных стыках и применения прогрессивных методов эксплуатации;

- *соблюдение установленной продолжительности работы* локомотивных и поездных бригад организацией на направлении пунктов подмены бригад;

- *предоставление возможности выполнения работ* по текущему содержанию пути, сооружений, устройств электроснабжения, СЦБ и связи выделением в графике технологических «окон».

График движения поездов составляется на год с корректировкой на зимний период и вводится одновременно на всей сети железных дорог. На основании графика составляется расписание движения поездов с указанием времени прибытия и отправления их со станций.

## **2.2 Графическое изображение движения поездов. Форма и содержание графика**

Для построения графика следует нанести линии хода всех поездов на график, используется специальный шаблон, называемый «сетка графика». Сетка графика и линии хода поездов на ней снабжаются краткими комментариями, которые называются «реквизитами». Расстояния между отдельными пунктами откладываются по вертикали, а время – по горизонтали. Горизонтальными линиями обозначают отдельные пункты, расстояния между которыми соответствуют расстояниям между осями отдельных пунктов, а вертикальными – время (жирными – часовые периоды, штриховыми – получасовые, тонкими – десятиминутные интервалы). Масштаб между отдельными пунктами обычно принимается: 2 мм ~ 1 км. Время указывается московское, поясное от 00.00 до 24.00 часов, или от 18.00 до 18.00.

С левой и правой стороны сетки помещаются таблицы, в которых указываются все необходимые данные по графику движения. С левой стороны – размещение технических пунктов и время стоянок под операциями смены локомотивов СЛ, смены локомотивных бригад СБ, технического осмотра состава ТО, снабжения состава водой НВ. В этой же колонке пишется время хода пассажирских и грузовых поездов по перегонам в четном и нечетном направлениях с указанием времени на разгоны и замедления при следовании поезда с остановками. Здесь же в клетке указывается дополнительное время на предупреждение по ограничению скоростей. Цифры разгона – замедления для грузовых поездов указываются слева, для пассажирских – справа в четном и

нечетном направлениях. Затем обозначаются наименования отдельных пунктов, средства связи по движению поездов и число путей на участке и промежуточных станциях. Размещение пассажирского здания относительно главных путей показывается в виде прямоугольника (рис. 2.1).

Размещение технических пунктов и время стоянок				Время хода пассажирских и грузовых поездов, мин		Наименование отдельных пунктов	Средства сигнализации и связи	Число путей на участке и промежуточных станциях		
пассажирских поездов, мин		грузовых поездов, мин								
нечет.	чет.	нечет.	чет.	нечет.	чет.					
СЛ 10	10	СЛ 10	10	2 1	1 1	ст. А	А В Т О Б Л О К И Р О В К А	2	■	2
				10	10+2					
				12	12+1					
				1 1	2 1	ст. Б				
				2 1	2 1	ст. В				
				10	10					
				12	12	ст. Г				
				1 1	1 1					□
				2 1	2 1	ст. Д				
				10	10					
				12	12		▨	2	2	
				1 1	1 1					
ТО 20	20	ТО 20	20	2 1	1 1					
				10	10+2					
				12	12+1					
				1 1	2 1			3	3	■

Рис. 2.1. Вид левой вертикальной колонки сетки графика

При этом:

- внутренняя площадь прямоугольника чистая – управление стрелками ручное;
- внутренняя площадь заштрихована – механическая установка стрелок и сигналов;
- внутренняя площадь закрашена сплошь – электрическая централизация.

В правой колонке – серия локомотива при двойной тяге и толкании, наименование отдельных пунктов, расстояние между ними в километрах, расстояние от начальной станции до отдельных пунктов нарастающим итогом, число грузовых и пассажирских поездов на графике, техническая и участковая скорости движения (рис. 2.2).



Серия локомотива при двойной тяге и толкании	Наименование отдельных пунктов	Расстояние, км		Число поездов			Скорость грузовых поездов, км/ч	
		последовательно	между отдельными пунктами	пассажирских, пары	грузовых		техн.	участ.
					нечет.	чет.		
ТЭ-3	ст. А	107,5	15,9	5 + 6 3 + 1	15 + 3 2 + 2	15 + 3 2 + 2	50,1 48,1	49,8 30,3
	ст. Б	91,6						
ст. В	81,1	10,5						
ст. Г	71,8	9,3						
ТЭ-3	ст. Д	62,8	9,0					

Рис. 2.2. Вид правой вертикальной колонки графика движения

В верхней части графика данные по участкам: серии поездных локомотивов, массы и длины поездов в условных вагонах, период действия графика.

Внизу под графиком – условные обозначения и подписи лиц, составивших и проверивших график, а также подпись начальника дороги. В реальных условиях поезд по перегонам следует с переменной скоростью. После трогания с места поезд начинает набирать скорость (разгон), затем следует с постоянной скоростью, перед остановкой начинается торможение (замедление) – скорость падает до нуля.

Графически движение поезда можно представить в виде (рис. 2.3).

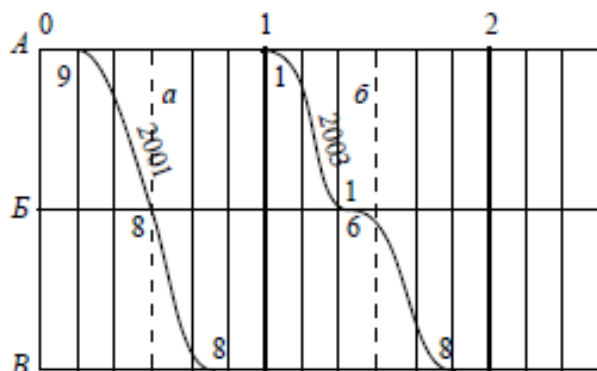


Рис. 2.3. Графическое изображение движения поездов:

а – при безостановочном пропуске через станцию Б; б – при остановке на станции Б

Со станции А поезд 2001 отправляется в 0 ч 09 мин, по станции Б он проследует без остановки в 0 ч 28 мин, на станцию В прибывает в 0 ч 48

мин. Поезд 2003 со станции А отправляется в 1ч 01 мин, на станцию Б прибывает в 1 ч 21 мин, имеет стоянку 5 мин, отправляется в 1 ч 26 мин, на станцию В прибывает в 1 ч 48 мин.

Но изображать линии хода поездов на графике кривыми наклонными очень неудобно. Поэтому условно принято линии хода показывать прямыми наклонными (рис. 2.4).

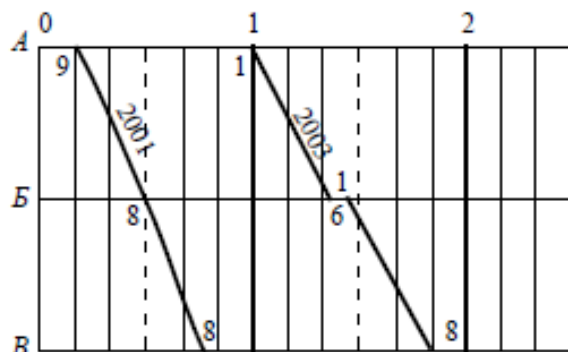


Рис. 2.4. Линии хода поездов на графике движения

Исходя из условия следования поезда по участку, время на разгоны и замедления прибавляется к чистому времени хода.

Движение поездов на графике изображают прямыми наклонными линиями, условно принимая, что в пределах перегона скорость их равномерна (используется перегонное время хода, специально высчитываемое в зависимости от профиля пути, типа поезда, направления хода, опыта работы ведущих машинистов и т. д. – по данным тяговых расчётов).

Время проследования поездом каждого отдельного пункта (прибытие, отправление или безостановочное проследование) определяется пересечением линии хода поезда с осью соответствующего отдельного пункта и отмечается цифрой, указывающей минуты **сверх целого десятка**, если поезд через станцию Б проследовал в 0 ч 28 мин, на графике следует писать только цифру 8 (рис. 2.4). Время прибытия, отправления или проследования поездов проставляют **в тупом углу**, образованном линией хода поезда и осью отдельного пункта. Время прибытия проставляют со стороны того перегона, откуда поезд прибыл, а время отправления – со стороны того перегона, куда поезд отправился. При безостановочном проследовании поезда указывают лишь время отправления с отдельного пункта.

На перегонах, прилегающих к станциям, ограничивающих диспетчерский круг, над линией хода поезда ставят его номер. Поезду присваивается номер. Поезда нумеруют в зависимости от направления

движения и категории перевозок. Линии хода четных поездов прокладываются из левого нижнего угла в правый верхний, а нечетных – из левого верхнего в правый нижний (рисунки 2.5 и 2.6). Номер поезда сохраняется на всем маршруте его следования от станции формирования до станции расформирования (назначения) и изменяется с четного на нечетный или наоборот при смене направления движения в тех пунктах, где это предусмотрено графиком движения поездов.

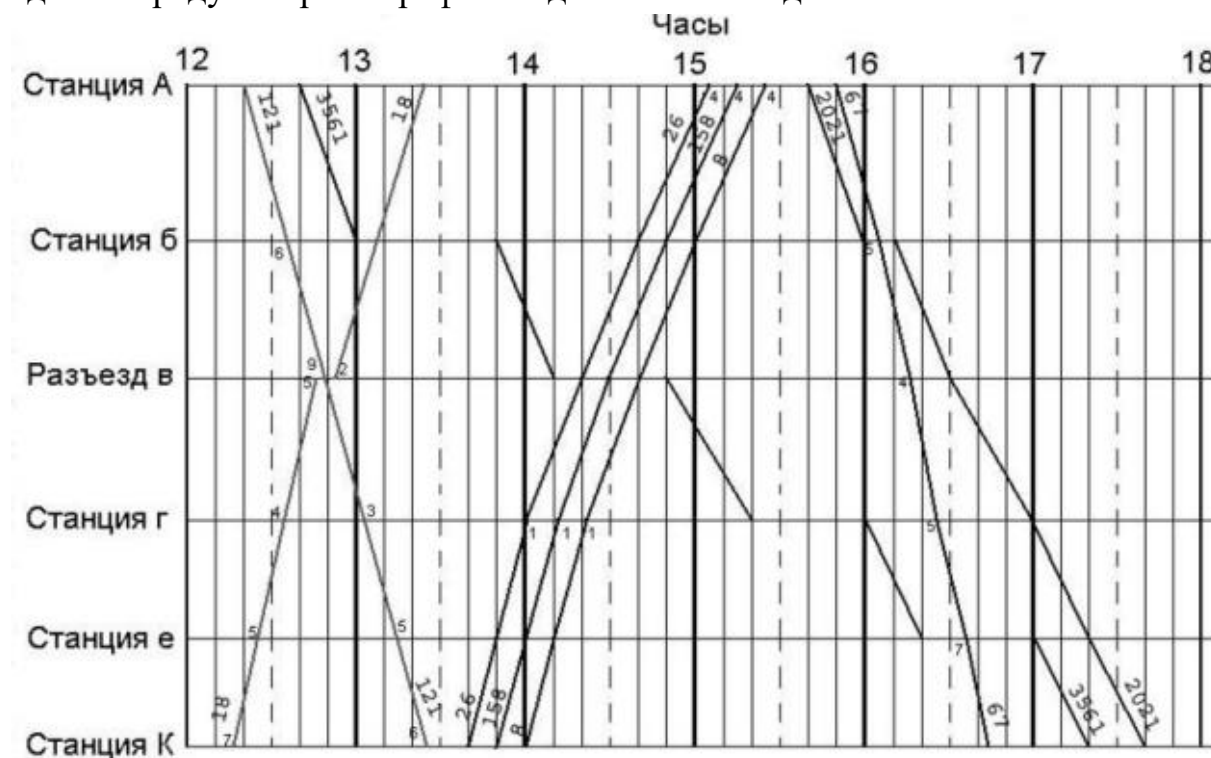


Рис. 2.5. Однопутный участок при автоблокировке

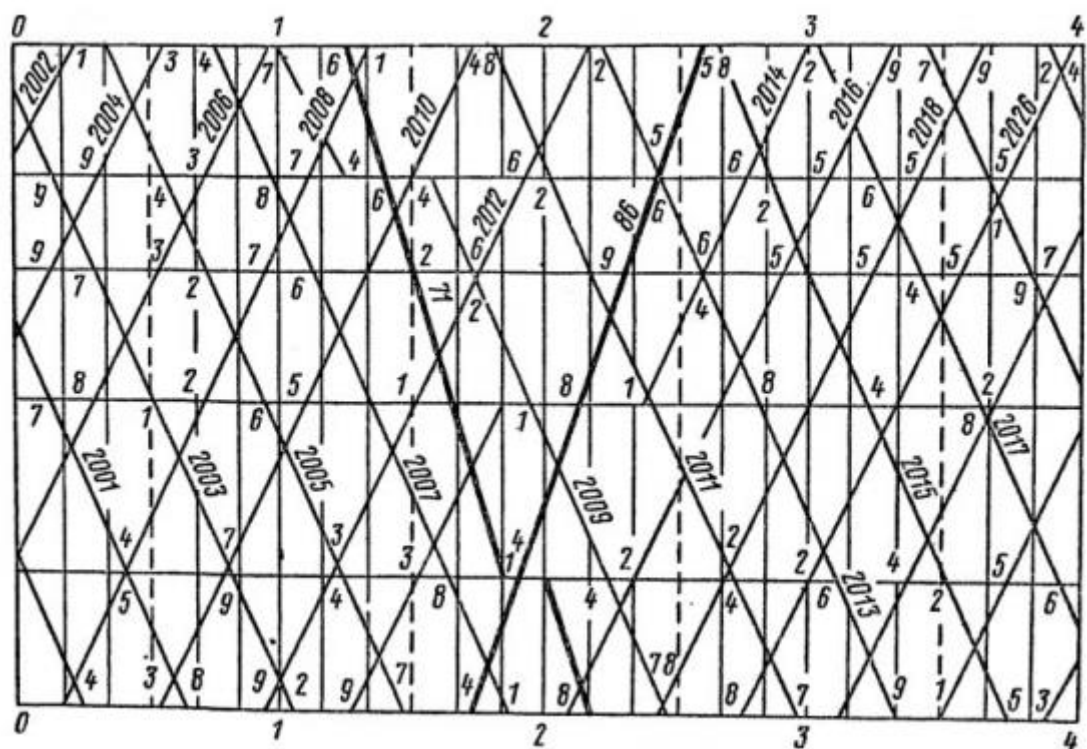


Рис. 2.6. Двухпутный участок оборудованный автоблокировкой

Отображение основных эксплуатационных событий на графике (на примере рис. 2.5):

- скрещение – разъезд поездов встречного направления, скрещение поезда № 18 с поездом № 121 организовано на разъезде «в»;
- обгон – обгон одного поезда другим поездом с большей скоростью, следующим в попутном направлении, обгон грузового поезда № 2021 пассажирским поездом № 67 организован на станции «б»;
- работа сборного поезда на участке – развоз груженых вагонов и сбор порожних (этим обусловлены длительные стоянки под операциями) – показан на примере поезда № 3561;
- следование поездов в пакете – на примере пропуска трех пассажирских поездов № 26, № 158 и № 8 с разделением межпоездным интервалом в 10 мин.

Движение поезда на сетке графика движения поездов изображается отрезками прямой наклонной линии. Различные категории поездов изображаются следующими типами линий:

- пассажирские поезда постоянного и летнего обращения, а также почтово-багажные – сплошной линией красного цвета или жирной линией черного или синего цвета при одноцветном изображении;
- пассажирские поезда разового назначения – пунктирной красной линией или пунктирной жирной линией черного или синего цвета;

- пассажирские поезда пригородного назначения – сплошной линией зеленого цвета;
- грузовые, вывозные, передаточные и хозяйственные поезда – сплошной тонкой линией черного или синего цвета;
- грузовые и пассажирские поезда повышенного веса и длины – двойной сплошной линией соответствующего цвета;
- сборные поезда – штрихпунктирной линией;
- диспетчерские и одиночные локомотивы – пунктирной линией.

### 2.3 Классификация графиков движения поездов

Графики движения поездов классифицируются:

а) в зависимости от соотношения скоростей движения поездов различных категорий на:

- *параллельные* – все поезда одного и того же направления имеют одинаковую ходовую скорость (рис. 2.7, 2.8, 2.12);

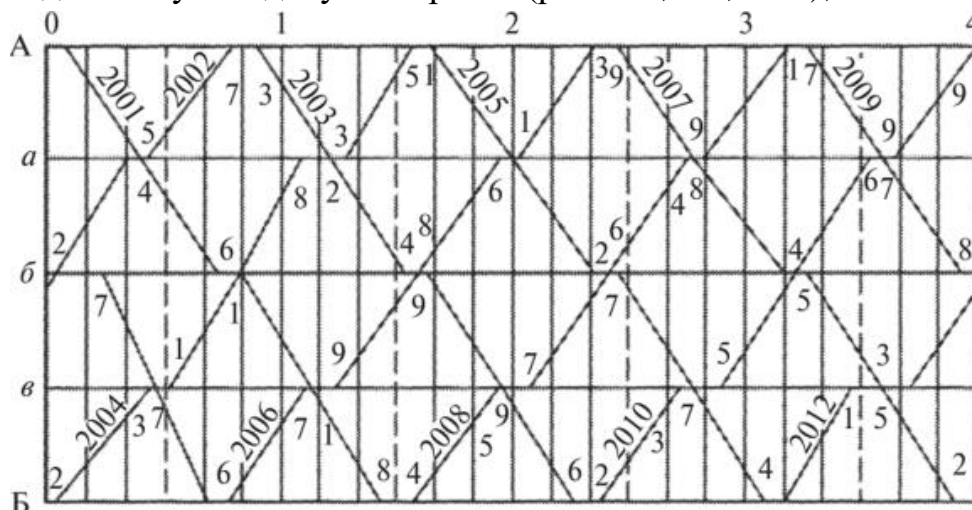


Рис. 2.7. Однопутный параллельный график

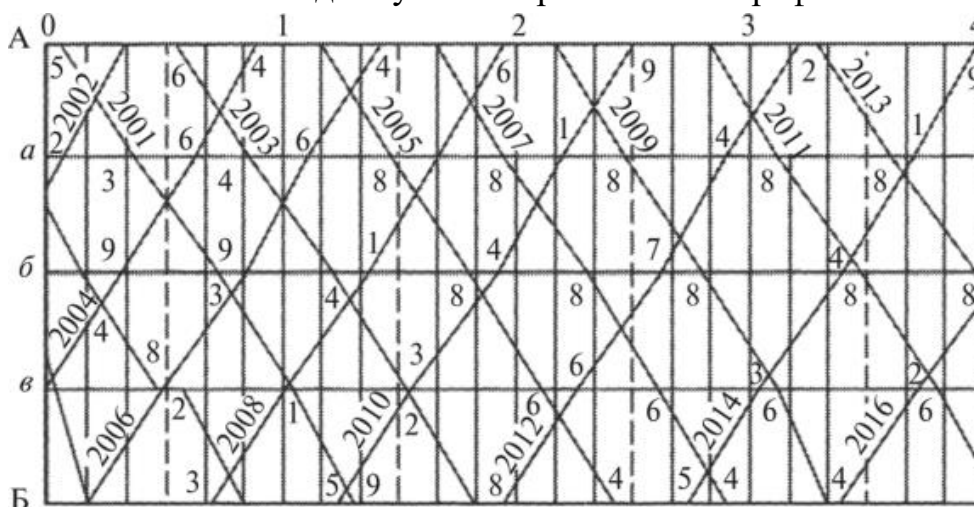


Рис. 2.8. Двухпутный параллельный график

- *непараллельные* – поезда одного и того же направления имеют разную ходовую скорость в зависимости от их категории (рис. 2.9, 2.11);

б) в зависимости от числа главных путей на перегонах железнодорожного участка на:

- *однопутные или двусторонние* – главный путь на перегонах используется для движения поездов в оба направления попеременно; скрещение и обгон поездов осуществляются на отдельных пунктах (рис. 2.7, 2.9, 2.10, 2.12);

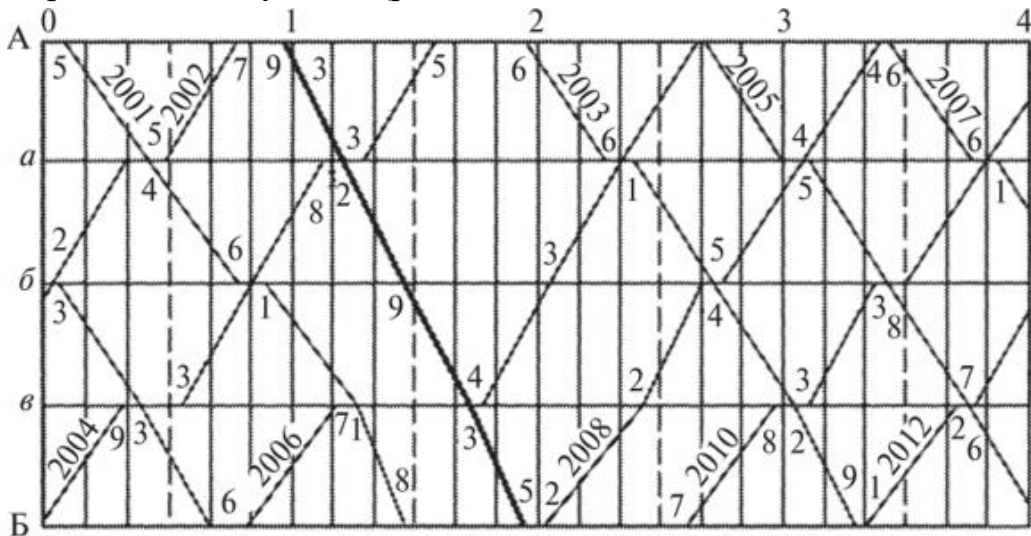


Рис. 2.9. Однопутный непараллельный график

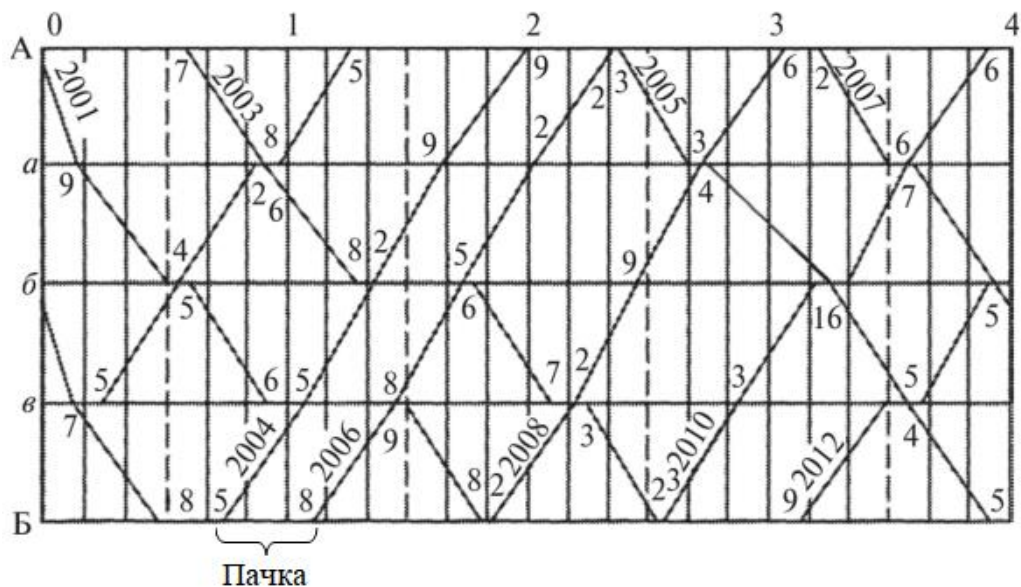


Рис. 2.10. Однопутный пачечный график

- *двухпутные или односторонние* – каждый главный путь на перегонах специализирован для движения поездов только в одном



направлении (обгон поездов осуществляется на отдельных пунктах (рис. 2.8, 2.7));

- *смешанные* – при наличии двухпутных вставок на станциях и перегонах;

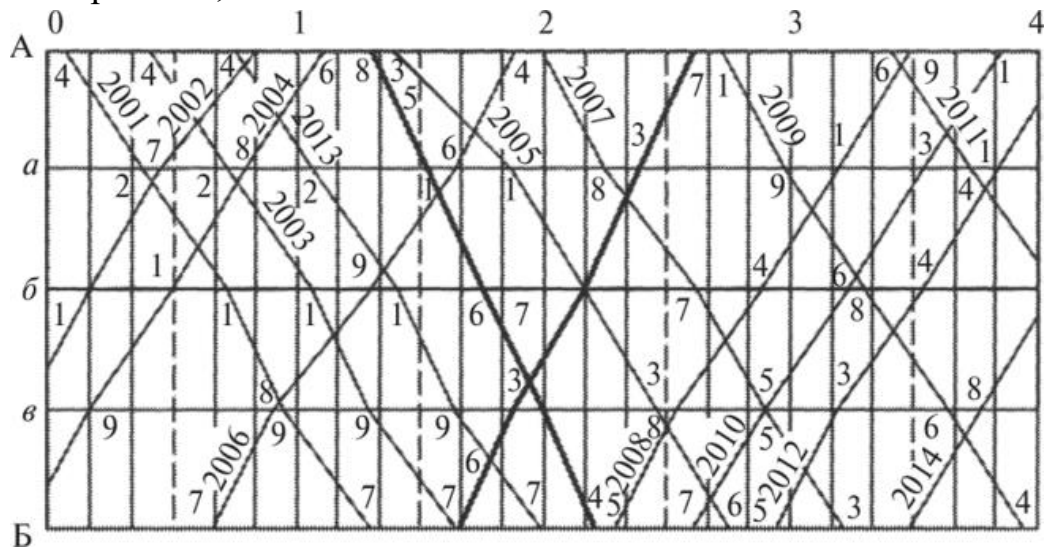


Рис. 2.11. Двухпутный пачечный непараллельный график

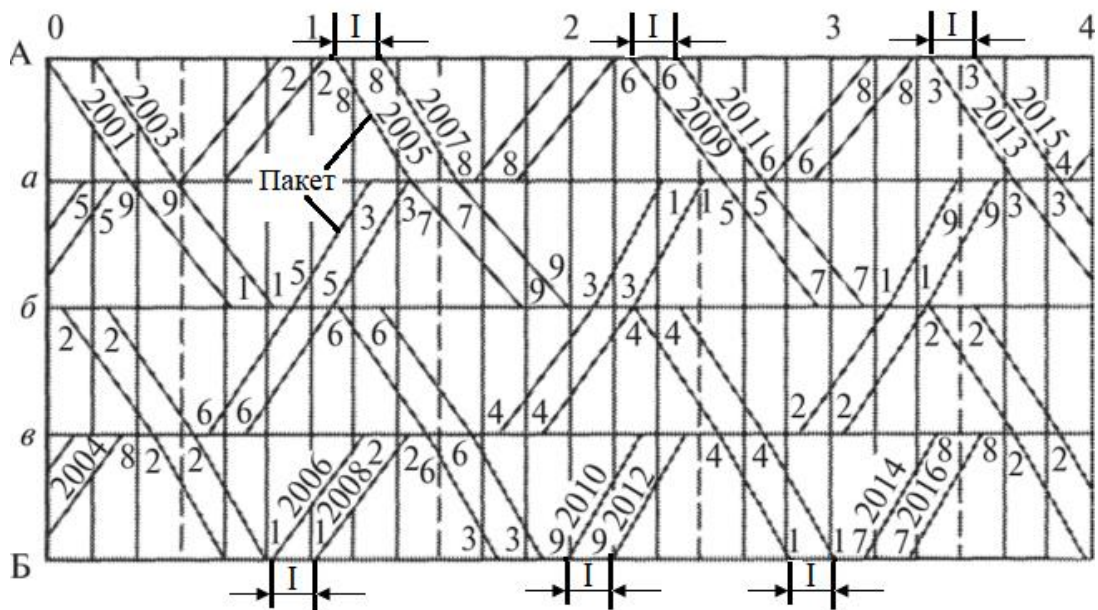


Рис. 2.12. Однопутный параллельный пакетный парный график

в) в зависимости от соотношения числа поездов в каждом направлении на:

- *парные* – с одинаковым числом поездов в обоих направлениях (см. рис. 2.7, 2.8, 2.12);
- *непарные* – с разным числом поездов в каждом направлении (см. рис. 2.9, 2.10);

г) в зависимости от порядка следования поездов одного направления на:

- *пачечные* – с разграничением поездов межстанционными перегонами (см. рис. 2.10, 2.11);
- *пакетные* – с разграничением поездов межпостовым перегоном (при полуавтоматической блокировке) или блок-участками (при автоматической блокировке) (см. рис. 2.12);
- *частично-пакетные* – пакетами прокладываются не все поезда, а их определенная часть. Характеристикой частично-пакетного графика является коэффициент пакетности – это отношение число поездов, следующих по участку в пакетах к общему числу поездов, пропускаемых по участку за сутки;

д) в зависимости от соотношения времени занятия перегонов одной парой поездов на:

- *идентичные* – одинаковое время занятия поездом перегонов (на двухпутных линиях) или парой поездов (на однопутных линиях);
- *неидентичные* – различное время занятия поездом перегонов (на двухпутных линиях) или парой поездов (на однопутных линиях).

Степень неидентичности графиков зависит от неидентичности перегонов, станционных интервалов и добавок времени на разгоны и замедление. На сети железных дорог преобладают, как правило, неидентичные перегоны. Степень неидентичности однопутного графика определяется коэффициентом  $j$ . При идентичности всех перегонов  $j=1$ . Коэффициент неидентичности однопутного графика обычно составляет  $j=0,6\div 0,9$ . Неидентичность двухпутных графиков определяется отдельно для каждого направления движения.

График движения, на котором проложено наибольшее возможное по пропускной способности число поездов, называют *максимальным*. Максимальный график однопутного участка, на котором все поезда имеют скрещение на всех отдельных пунктах, называют *насыщенным*.

Соотношение фактических размеров движения поездов  $N_{\phi}$  к числу заложенных ниток в графике движения  $N_{gp}$  характеризуется коэффициентом заполнения графика. В значительной степени этот коэффициент зависит от степени заполнения пропускной способности и составляет  $\gamma_{gp}=0,7\div 0,9$ .

График движения устанавливает нормы веса и длины состава поездов:



- *унифицированные* – для пропуска сквозных поездов на направлении без перелома веса и длины;
- *параллельные* (повышенные или пониженные) – для пропуска без переломов веса и длины отправительских маршрутов – ускоренных, контейнерных, рефрижераторных и для поездов определенных назначений;
- *участковые* – устанавливаемые по мощности локомотива для данного участка;
- *дифференцированные* – максимально возможный вес поезда, устанавливаемый для каждого перегона в зависимости от плана и профиля главных путей, наличия искусственных сооружений и др.

## **2.4 Порядок разработки и составления графика движения поездов**

Для составления графика кроме его основных элементов должны быть известны размеры движения пассажирских и грузовых поездов, нормы их массы и длины и другие данные. Ядром графика движения грузовых поездов являются устойчивые вагонопотоки по каждому направлению, рассчитываемые в плане формирования поездов. В целях взаимного согласования графиков движения департаменты дальних пассажирских перевозок и управления перевозками ОАО «РЖД» передают дорогам схемы движения пассажирских поездов и основные данные о передаче грузовых поездов по пунктам перехода с одной дороги на другую.

При составлении графика прокладывают линии хода пассажирских поездов, стремясь максимально сохранить действующее расписание поездов постоянного обращения. Затем прокладывают линии хода ускоренных грузовых, отправительских и ступенчатых маршрутов постоянного обращения и, наконец, всех остальных поездов.

Линии хода поездов, предназначенных для выполнения местной работы на участке, в том числе сборных, прокладывают по заранее составленной схеме с таким расчетом, чтобы простой местных вагонов на промежуточных станциях был наименьшим. Грузовые поезда стремятся распределить на графике равномерно в течение суток, так как при этом создаются условия для ритмичной работы станций и сокращается время нахождения локомотивов в пунктах оборота, а на электрифицированных линиях улучшается использование мощности локомотива и обеспечивается равномерная нагрузка на тяговые подстанции. С этой же целью на графике чередуют линии хода грузовых и пассажирских поездов, особенно в

периоды сгущенного движения, предусматривают следование одного поезда на подъем в то время, когда другой идет под уклон.

Прокладку линий хода грузовых поездов на графиках однопутных участков в большинстве случаев начинают с ограничивающего перегона. Ограничивающим называется перегон, время занятия которого парой поездов или поездом является максимальным. Ограничивающим чаще всего бывает перегон, имеющий наибольшую длину и тяжелый профиль.

При заполнении ограничивающего перегона должна быть использована та схема пропуска поездов, которая обеспечивает прокладку наибольшего их числа при заданных условиях. После заполнения ограничивающего перегона прокладываются линии хода грузовых поездов на остальных перегонах.

Прокладку линий хода поездов на графиках двухпутных участков начинают с перегона, примыкающего к узловой станции или станции оборота локомотивов с тем, чтобы, прежде всего, согласовать оборот локомотивов на этих станциях.

График движения поездов разрабатывают для наибольших размеров движения, предусмотренных на период его действия. Кроме того, при значительных колебаниях размеров перевозок и проведении плановых работ по реконструкции и капитальному ремонту пути, осмотру и ремонту контактной сети или электрификации линии составляют и вводят в действие на определенный период один из вариантов графика. При выполнении больших объемов работ в графиках предусматривают окна – промежутки времени, в течение которых определенные перегоны предоставлены в распоряжение путевой или строительной организации.

График движения поездов составляют одновременно для всей сети железных дорог сроком на один год и вводят в действие обычно в мае. На зимний период его корректируют в связи с сезонными изменениями размеров перевозок. Форма графика едина для всех дорог страны.

Одновременно с графиком движения и на его основе составляют график оборота локомотивов.

### **3 Элементы графика движения поездов**

График движения поездов разрабатывается на основе следующих расчетных элементов:

- времени хода поездов по перегонам ( $t'_x$  и  $t''_x$ ) и добавок к ним на разгон и замедление ( $t_p$  и  $t_z$ );

- станционных интервалов ( $\tau_{cm}$ ) промежутков времени между прибытием или отправлением одного поезда на раздельный пункт и прибытием или отправлением другого, необходимых для выполнения всех операций, обеспечивающих безопасность движения поездов;

- интервалов между поездами в пакете ( $I$ ) при автоблокировке или полуавтоматической блокировке, зависящих от длины блок-участков или межпостовых перегонов и скорости движения поездов;

- норм стоянок поездов ( $t_{cm}$ ) для выполнения операций на промежуточных станциях (контрольное опробование автотормозов, посадка и высадка пассажиров и др.);

- норм нахождения локомотивов на станциях основного ( $t_{осн}$ ) и обратного депо ( $t_{об}$ );

- технологических норм времени на обработку поездов в парках участковых, грузовых, пассажирских и сортировочных станций.

*Прибытие поезда* – на графике соответствует моменту его полной остановки в пределах станционного пути. *Отправление поезда* – на графике соответствует моменту начала движения поезда (появление на регистрирующем устройстве локомотива скорости 1 и более км/ч).

*Проследование поезда* – на графике соответствует моменту пересечения первой колесной парой головного локомотива изолирующего стыка первого по ходу за осью станции светофора, располагающегося на пути проследования поезда.

Элементы графика влияют на пропускную способность, участковую и маршрутную скорости, оборот локомотивов, поэтому, помимо требований обеспечения безопасности движения, они должны также удовлетворять условиям:

- наиболее полного использования мощности локомотивов и пропускной способности;

- сокращения времени стоянок поездов при скрещении, под обгоном и по техническим надобностям;

- обеспечения минимальных интервалов между поездами;

- сокращения времени нахождения локомотивов на станциях.

Времена хода поездов по перегонам определяются по данным тяговых расчетов отдельно в четном и нечетном направлениях для каждой категории грузовых и пассажирских поездов, а также для одиночных локомотивов с учетом допустимых скоростей движения по состоянию пути

и конструкционных скоростей обращающихся видов локомотивов и вагонов.

Полученные значения уточняют, используя достижения передовых машинистов и данные опытных поездок с динамометрическим вагоном.

Время хода по каждому перегону определяют как при безостановочном проследовании поезда через оба ограничивающих данный перегон разделных пункта, так и при остановках поезда на них. В первом случае время хода называют **чистым временем хода**. Разница времени хода поезда по перегону с остановками и без остановок определяет **добавочное время**, необходимое для разгона и замедления (поправки на разгон и замедление).

При тяговых расчетах рассматривается движение поезда как движение материальной точки, у которой масса сосредоточена в центре ее тяжести (условно в середине состава), поэтому время хода поезда по перегону определяют по моментам совпадения середины поезда с осью разделных пунктов, ограничивающих данный перегон.

**Станционные интервалы** – это минимальные промежутки времени, необходимые для выполнения операций по приему, отправлению или пропуску поездов через разделный пункт с путевым развитием.

Станционный интервал зависит от:

- ✓ схемы путевого развития разделного пункта и профиля подхода к нему;
- ✓ способа управления стрелками и сигналами;
- ✓ средств связи по движению поездов;
- ✓ взаимозависимости примыкающих перегонов;
- ✓ состава поезда и скорости его движения.

Станционные интервалы определяют для каждого подхода к станции в отдельности отдельно для грузовых и пассажирских поездов построением графиков операций по приему, отправлению и пропуску поездов.

**Межпоездные интервалы** – это минимальное время, которым разграничивают поезда при следовании по перегонам на участках, оборудованных автоматической блокировкой.

*Нормы стоянок поездов и нахождения локомотивов на станциях* устанавливаются в соответствии с технологическими процессами работы станций и техническими возможностями депохозяйства. Стоянки

поездов на станциях предусмотренные графиком движения могут быть подразделены на три категории:

- вызываемые необходимостью выполнения технических операций с составами поездов и локомотивами (технический и коммерческий осмотр состава, прицепка, отцепка и экипировка локомотива, смена локомотивных бригад, опробование тормозов);
- связанные с обгонами и скрещением поездов, отцепкой и прицепкой вагонов, погрузкой и выгрузкой грузов и выполнением маневровой работы на промежуточных станциях;
- для выполнения операций, связанных с перевозкой пассажиров.

*Общее время нахождения локомотива на станциях основного и оборотного депо* (при заходе локомотива в депо) складывается из нормы выполнения технических операций с локомотивом на территории деповского хозяйства, нахождения его на путях прибытия, прохода в депо, возвращения из депо на пути отправления и простоя до отправления поезда.

*Нормы стоянок поездов для выполнения технических операций на участковых, сортировочных и промежуточных станциях* устанавливаются в соответствии с действующим на данной станции технологическим процессом работы. Стоянки пассажирских поездов определяют исходя из времени, необходимого для посадки и высадки пассажиров, погрузки и выгрузки багажа и других операций по обслуживанию пассажирского поезда с учетом их параллельного выполнения.

### **3.1 Перегонные времена хода поездов**

Перегонное время хода поездов – это время в минутах, затрачиваемое поездом на прохождение между осями соседних отдельных пунктов или осями их приемоотправочных парков, если они не совпадают с осью станции. Порядок и методика проведения тяговых расчетов определяются Правилами тяговых расчетов. На всех железных дорогах имеется Автоматизированная система тяговых расчетов (ИСКРА-ПТР), с помощью которой выполняются тяговые расчеты для всех участков сети.

Перегонные времена хода рассчитываются отдельно для:  
всех категорий грузовых и пассажирских поездов;  
каждой весовой нормы состава в пределах каждой категории поездов;

каждой серии локомотивов (мотор-вагонной секции) пассажирских и пригородных поездов, постоянная эксплуатация которых в пассажирском и грузовом движении предусмотрена на данном участке;

Время на разгон поезда при трогании с места и замедлении при торможении поезда для остановки устанавливаются в зависимости от категории поезда на основе тяговых расчетов. Численное значение времени на разгон и замедление прибавляются к перегонному времени хода при наличии у поезда остановки на отдельных пунктах, ограничивающих перегон.

В графике движения поездов учитываются постоянно действующие и длительные предупреждения об ограничении скорости движения поездов, учитывающие состояния пути, искусственные сооружения, состояние подвижного состава, устройств электроснабжения, СЦБ и связи.

Потери времени хода поезда по перегону или станции из-за наличия действующих предупреждений об ограничении скорости движения определяются в процессе проведения тяговых расчетов. Численные значения потерь времени хода поезда прибавляются к перегонному времени хода.

В соответствии с Правилами тяговых расчетов, различные перегонные времена хода поездов рассчитываются с точностью до 0,1 мин.

В графике движения поездов принята следующая точность расчета:

– для грузовых и пассажирских поездов, следующих со скоростями до 141 км/ч – до 1 мин;

– для пассажирских поездов, следующих со скоростями 141 км/ч и более и для пригородных поездов – до 0,5 мин.

### **3.2 Станционные и межпоездные интервалы**

Станционные и межпоездные интервалы являются основными элементами графика движения поездов.

Классификация станционных и межпоездных интервалов приведена на рис. 3.1.

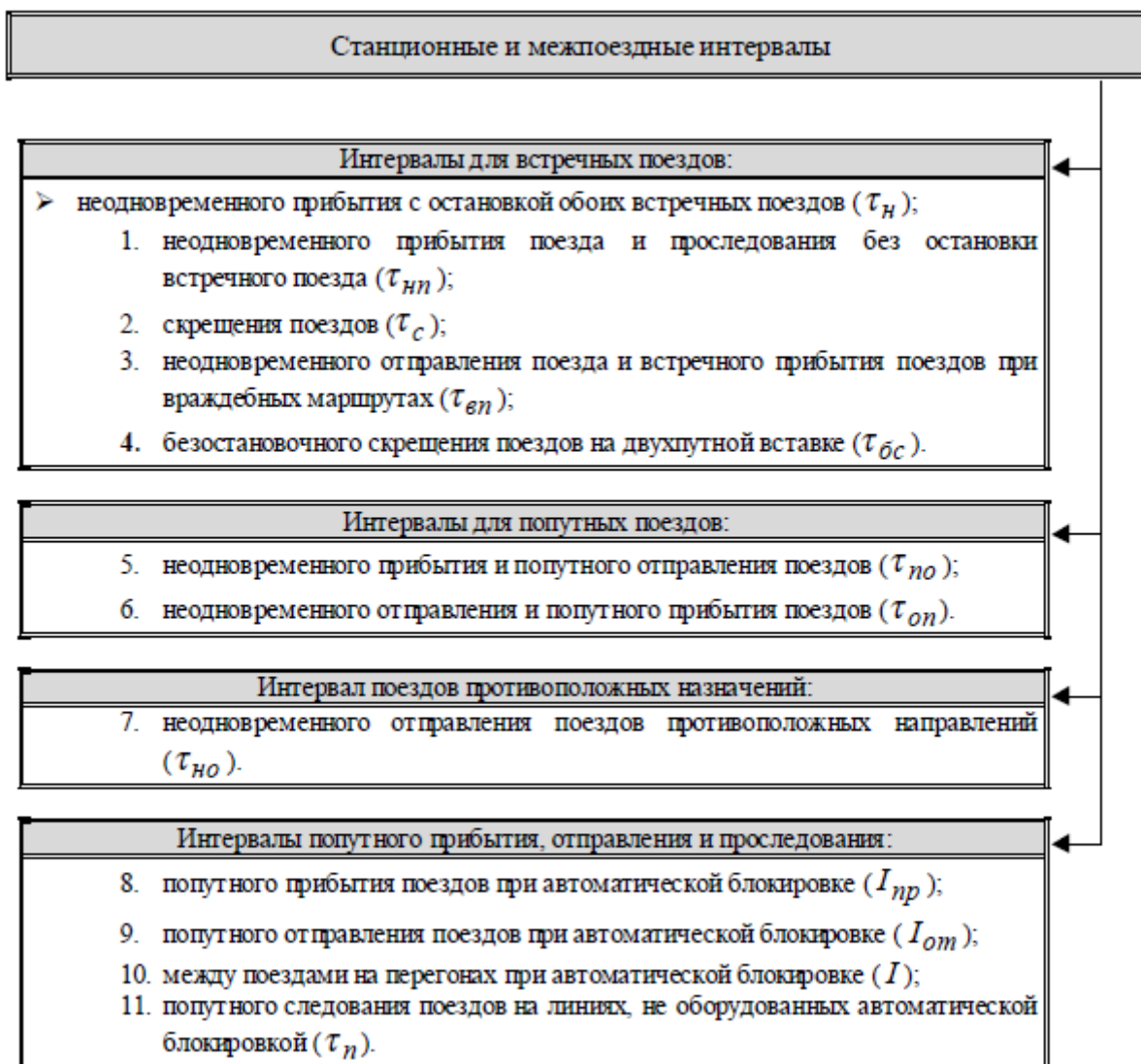


Рис. 3.1. Классификация станционных и межпоездных интервалов

Станционные и межпоездные интервалы устанавливают исходя из обеспечения требований безопасности движения, недопущения остановок поездов у входных сигналов отдельных пунктов или замедления их хода, полного и рационального использования имеющихся технических средств, применения прогрессивной технологии и передового опыта.

Интервалы безостановочного скрещения поездов и неодновременного отправления поездов противоположных направлений рассчитывают только для однопутных линий.

Для однопутных линий интервалы попутного прибытия и попутного отправления поездов рассчитывают при частично-пакетном графике, а попутного следования поездов – при непарном пакетном графике.

Станционные и межпоездные интервалы пересчитывают при изменении путевого развития отдельных пунктов, их технической

оснащенности, допустимых скоростей движения поездов, технологии работы с грузовыми и пассажирскими поездами, реконструкции станции и прилегающих участков. Рассчитанные интервалы округляются до ближайшего большего целого числа.

**Интервалом неодновременного прибытия ( $\tau_{\text{нп}}$ )** называют минимальное время от момента прибытия на отдельный пункт грузового или пассажирского поезда до момента прибытия на этот отдельный пункт встречного грузового или пассажирского (рис. 3.2). Данный интервал применяется в случае запрещения одновременного приема встречных поездов на отдельный пункт (см.п.16.10 ПТЭ РФ).

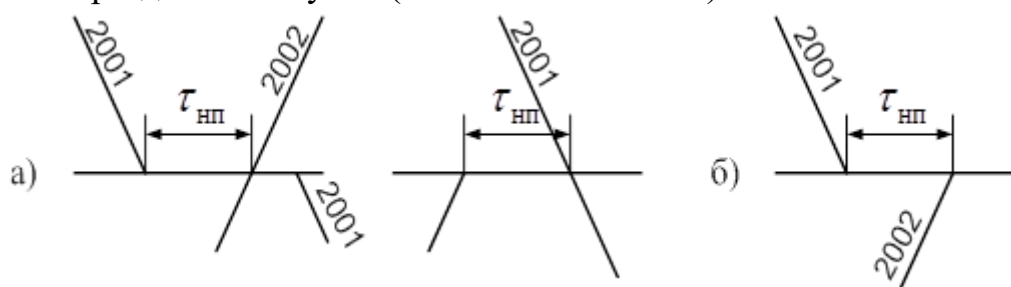


Рис. 3.2. Интервалы неодновременного прибытия:

а – прибытия поезда с остановкой и проследования без остановки встречного поезда; б – с остановкой обоих встречных поездов

При достаточной длине приемоотправочных путей продолжительность интервала  $\tau_{\text{нп}}$  включает время выполнения технологических операций по контролю прибытия первого поезда и приему встречного и определяемое тяговыми расчетами время прохода встречным поездом расчетного расстояния  $L_{\text{пр}}$  (см. рис. 3.3).



№ п/п	Операция	на операция	Время, мин.			
			1	2	3	4
1	Контроль ДСП прибытия поезда №2001	0.1				
2	Приготовление маршрута приема поезда №2002 или маршрута пропуска поезда №2002	0.15				
3	Открытие входного сигнала поезду №2002 или входного и выходного сигналов поезду №2002	0.05				
4	Проход поездом 2002 расчетного расстояния	3...4	[Горизонтальная черта]			
<b>Продолжительность интервала</b>		<b>3.3...4.3</b>	[Горизонтальная черта]			

Рис. 3.3. График расчета интервала  $\tau_{\text{нп}}$

Расчетное расстояние для раздельного пункта поперечного типа ( $L_{\text{пр}}$ ) составляет (см. рис. 3.4):

$$L_{\text{пр}} = 0,5l_n'' + l_{\text{в}} + l_{\text{бл}} + l_{\text{вх}} + 0,5l_{\text{пол}}, \quad (3.1)$$

где  $l_n''$  – длина встречного поезда, м;

$l_{\text{в}}$  – расстояние, проходимое встречным поездом за время восприятия машинистом показания сигнала с момента его открытия, м;

$l_{\text{бл}}$  – длина блок-участка, м;

$l_{\text{вх}}$  – расстояние от входного сигнала или ближайшего к рассматриваемой горловине маршрутного, до предельного столбика, расположенного при входе на путь приема, либо до изолирующего стыка, м;

$l_{\text{пол}}$  – полезная дина приемоотправочного пути, м.

Расчетное расстояние для раздельного пункта продольного и полупродольного типов составляет:

$$L_{\text{пр}}^n = 0,5l_n'' + l_{\text{в}} + l_{\text{бл}} + l_{\text{вх}} + 0,5l_{\text{пол}} + l_{\text{мо}}, \quad (3.2)$$

где  $l_{\text{мо}}$  – расстояние между осью приемоотправочного парка и расчетной осью раздельного пункта, м;

В свою очередь расстояние  $l_{\text{в}}$  определяют:

$$l_{\text{в}} = 16,7Vt_{\text{в}}, \quad (3.3)$$

где  $V$  - скорость движения поезда № 2002 на подходе к сигналу перед блок-участком  $l_{бу}$ , км/ч;

$t_6$  - время восприятия машинистом показания открытого сигнала,  $t_6 = 0,1 \div 0,5$  мин.

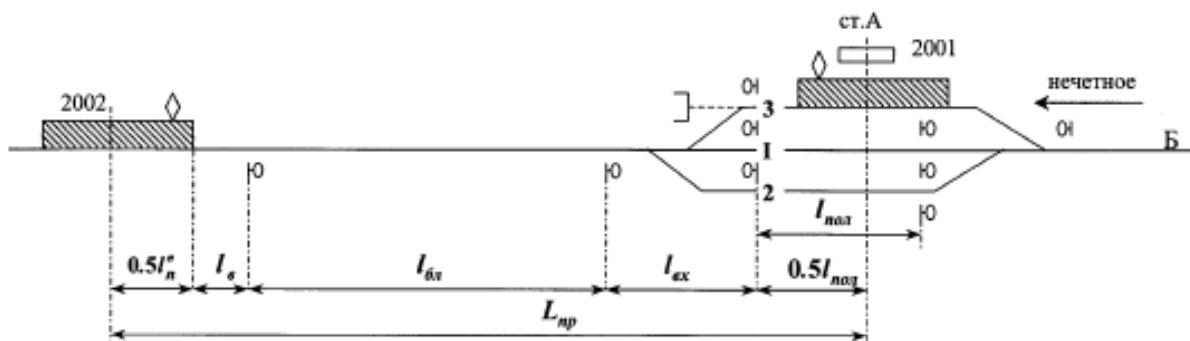


Рис. 3.4. Схема расположения поездов при расчете интервала  $\tau_{нтп}$

**Интервалом скрещения поездов ( $\tau_{ск}$ )** называют минимальное время от момента прибытия (рис. 3.5) либо проследования раздельного пункта грузовым или пассажирским поездом до момента отправления на тот же перегон встречного грузового или пассажирского поезда.

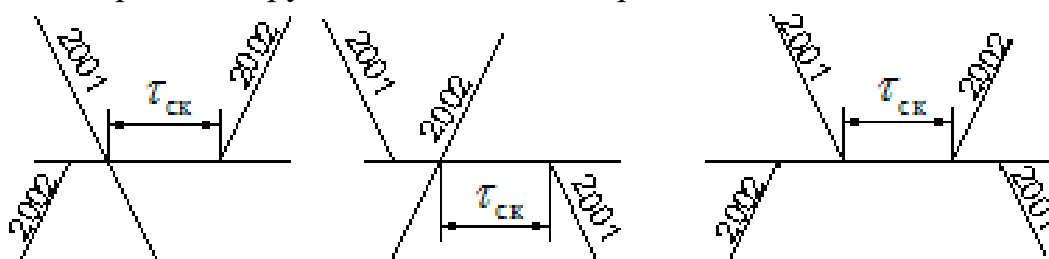


Рис. 3.5. Интервалы скрещения грузовых (пассажирских) поездов

При достаточной длине приемоотправочных путей продолжительность интервала  $\tau_{ск}$  определяют по графику (рис. 3.6).

№ п/п	Операция	на операцию	Время, мин.				
			0.1	0.2	0.3	0.4	
1	Контроль ДСП прибытия поезда №2001 (№15)	0.1	■				
2	Приготовление маршрута отправления поезда №2002 (16)	0.15		■			
3	Открытие входного сигнала поезду №2002 (16)	0.05			■		
4	Восприятие сигнала машинистом и приведение поезда в движение	0.2				■	■
Продолжительность интервала		0.5	■				

Рис. 3.6. График расчета интервала  $\tau_{ск}$

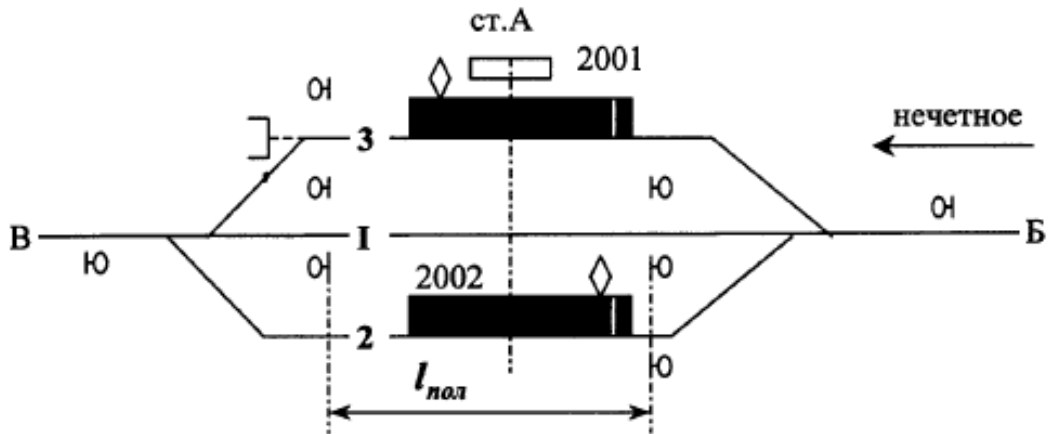


Рис. 3.7. Схема расположения поездов при расчете интервала  $\tau_{ск}$

**Интервалом попутного прибытия** поездов ( $I_{пр}$ ) называют минимальное время от момента прибытия на раздельный пункт (проследования через раздельный пункт) одного поезда до момента прибытия на раздельный пункт (проследования через раздельный пункт) другого поезда того же направления движения.

Интервал  $I_{пр}$  при проследовании поездов через раздельный пункт без остановки определяют для условий отсутствия перевода на автоматическое действие входного и выходного светофоров (по главному пути). Интервал  $I_{пр}$  определяют для случаев, приведенных на рис. 3.8.

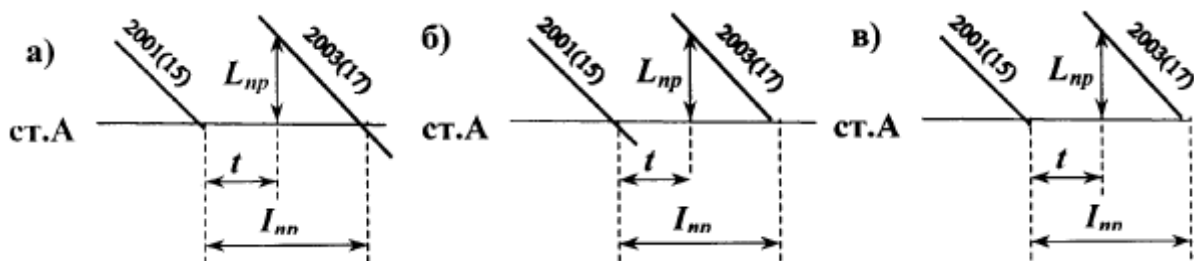


Рис. 3.8. Интервалы попутного прибытия поездов:

- а – прием с остановкой первого поезда (грузового или пассажирского) и проследование без остановки второго поезда (грузового или пассажирского);
- б – проследование без остановки первого поезда (грузового или пассажирского) и прием с остановкой второго поезда (грузового или пассажирского);
- в – прием первого и второго поездов с остановкой

На рис. 3.8 приняты следующие обозначения:

$t$  – время выполнения технологических операций по приему поездов;

$L_{пр}$  – расстояние от центра принимаемого поезда № 2003(17) в момент подхода его к предупредительному сигналу до расчетной оси раздельного пункта приема и пропуска этого поезда.

При достаточной длине приемоотправочных путей (рис. 3.10) продолжительность интервала  $I_{пр}$  устанавливают по графику (рис. 3.9), расчетное расстояние  $L_{пр}$  определяют по формуле 2.4, а время его прохода – тяговыми расчетами.

№ п/п	Операция	на операцию	Время, мин.			
			1	2	3	4
1	Контроль ДСП прибытия поезда №2001	0.1				
2	Приготовление маршрута приема поезда №2002 или маршрута пропуска поезда №2002	0.15				
3	Открытие входного сигнала поезду №2002 или входного и выходного сигналов поезду №2002	0.05				
4	Проход поездом 2002 расчетного расстояния	3...4	[Горизонтальная черта]			
<b>Продолжительность интервала</b>		<b>3.3...4.3</b>	[Горизонтальная черта]			

Рис. 3.9. График расчета интервала  $I_{пр}$

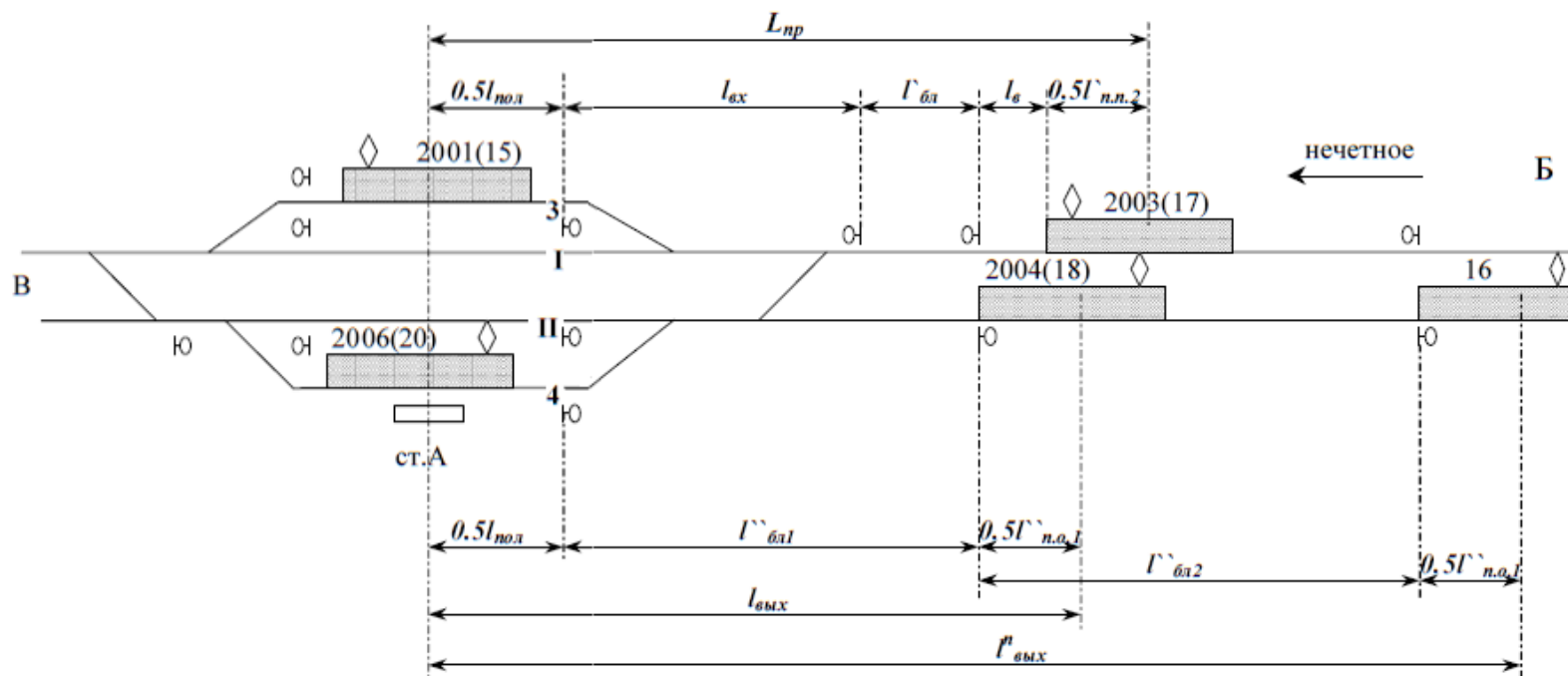


Рис. 3.10. Схема расположения поездов при расчете интервалов  $I_{пр}$  и  $I_{от}$

**Интервалом попутного отправления** поездов ( $I_{от}$ ) называют минимальное время от момента отправления с раздельного пункта (проследования через раздельный пункт) одного поезда до момента отправления (проследования через раздельный пункт) другого поезда того же направления движения. Интервал  $I_{от}$  при проследовании поездов через раздельный пункт без остановки определяют для условий отсутствия перевода на автоматическое действие входного и выходного светофоров (по главному пути).

Интервал  $I_{от}$  определяют для случаев, приведенных на рис. 3.11.

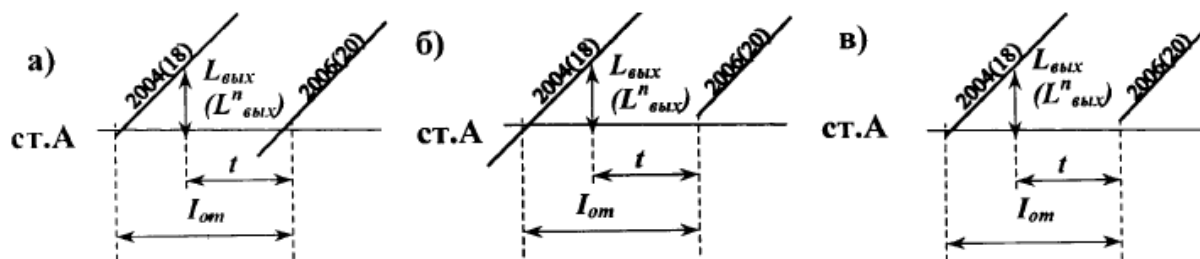


Рис. 3.11. Интервалы попутного отправления поездов

где  $t$  – время выполнения части технологических операций по отправлению второго поезда;

$L_{вых}$  – расстояние от оси раздельного пункта (расчетной, ближней или дальней) до положения центра первого поезда после освобождения им одного блок-участка (при отправлении грузового поезда за грузовым или пассажирским –  $L_{вых}$ ) или двух блок-участков (при отправлении пассажирского поезда за грузовым или пассажирским –  $L^n_{вых}$ ).

При достаточной длине приемоотправочных путей (рис. 3.10) продолжительность интервала  $I_{от}$  устанавливают по графику (рис. 3.12).

№	Операция	Время, мин.							
		на операцию	1	2	3	4	5	6	7
1	Проход поездом №2004(18) расстояния $L_{от}$	2...3	█						
2	Контроль ДСП освобождения поездом №2004(18) последней выходной стрелки	0.2			█				
3	Приготовление маршрута отправления поезда №2006 (18) (если возможно до открытия выходного сигнала)	0.15...			█				
4	Проход поездом №2004(18) расстояния $L_{вых}$ ( $L''_{вых}$ )	3...7	█						
5	Открытие выходного сигнала поезду №2006 (20)	0.05							█
6	Восприятие сигнала машинистом и приведение поезда №2006 (20) в движение	0.2							█
Продолжительность интервала		3.25...7.25	█						

Рис. 3.12. График расчета интервала  $I_{от}$  (автоматическая блокировка, электрическая централизация стрелок и сигналов)

При раздельном пункте поперечного типа расчетное расстояние  $L_{вых}$  при отправлении грузового поезда вслед за грузовым или пассажирским равно:

$$L_{вых} = 0,5l_{пол} + l_{бу.1} + 0,5l_{н.о.1}, \quad (3.4)$$

где  $l_{пол}$  – полезная длина приемоотправочного пути отправления поезда, м;

$l_{бу.1}$  – длина блок-участка между выходным и следующим за ним светофором, м;

$l_{н.о.1}$  – длина поезда, отправляемого первым, м.

В случае раздельного пункта продольного или полупродольного типа в формулу 3.3 добавляют расстояние от сигнала до последней стрелки в маршруте отправления ( $l_2$ ). При отправлении пассажирского поезда вслед за грузовым или пассажирским должны быть свободными не менее двух блок-участков:

$$L_{вых} = 0,5l_{пол} + l_{бу.1} + l_{бу.2} + 0,5l_{н.о.1}, \quad (3.5)$$

где  $l_{бу.2}$  – длина второго блок-участка (в последовательности занятия отправленным поездом) м.

Расстояние  $L_{от}$ , проходимое отправленным поездом до освобождения им последней выходной стрелки в маршруте отправления или до изолирующего стыка определяется:

$$L_{\text{вых}} = 0,5l_{\text{пол}} + l_z + 0,5l_n'', \quad (3.6)$$

где  $l_n''$  – длина отправляемого поезда, м.

**Интервалом между поездами** на перегонах ( $I$ ) называют минимальное время, которым разграничивают поезда при следовании по перегонам так, чтобы поезд, идущий вторым в расчетной паре, не снижал скорость движения из-за несвоевременного освобождения блок-участков поездом, идущим впереди. Для этого необходимо, чтобы машинист второго поезда при подходе к сигналу, разрешающему вход на блок-участок, видел его на расстоянии не менее длины тормозного пути в положении, не требующем снижения скорости.

Нормальным является разграничение двух попутно следующих в пакете поездов расчетной пары тремя смежными блок-участками с ездой под зеленый на зеленый огни проходных светофоров. При этом расстояние между центрами поездов расчетной пары равно:

$$L_{p.3.} = 0,5l_n'' + l_{\text{бу.1}} + l_{\text{бу.2}} + l_{\text{бу.3}} + 0,5l_n', \quad (3.7)$$

где  $l_n'$ ,  $l_n''$  – длина соответственно первого и второго поездов расчетной пары, м;

$l_{\text{бл.1}}$ ,  $l_{\text{бл.2}}$ ,  $l_{\text{бл.3}}$  – длина последовательных блок-участков в последовательности их занятия вторым поездом расчетной пары, м.

Разграничение поездов расчетной пары двумя смежными блок-участками с ездой под зеленый на желтый огни светофоров применяют обычно при отправлении со станции после остановки, на перегонах с крутыми затяжными подъемами при невозможности обеспечения на них следования поездов с минимальным интервалом при разграничении тремя блок-участками, а также при подходе к станции для остановки. В этом случае расстояние между центрами поездов расчетной пары равно:

$$L_{p.2.} = 0,5l_n'' + l_{\text{бу.1}} + l_{\text{бу.2}} + 0,5l_n', \quad (3.8)$$

где  $l_e$  – расстояние, которое проходит второй поезд расчетной пары за время, необходимое для восприятия машинистом смены огня ближнего светофора с желтого на зеленый (езда под зеленый на желтый), м. Определяется по формуле 3.3.



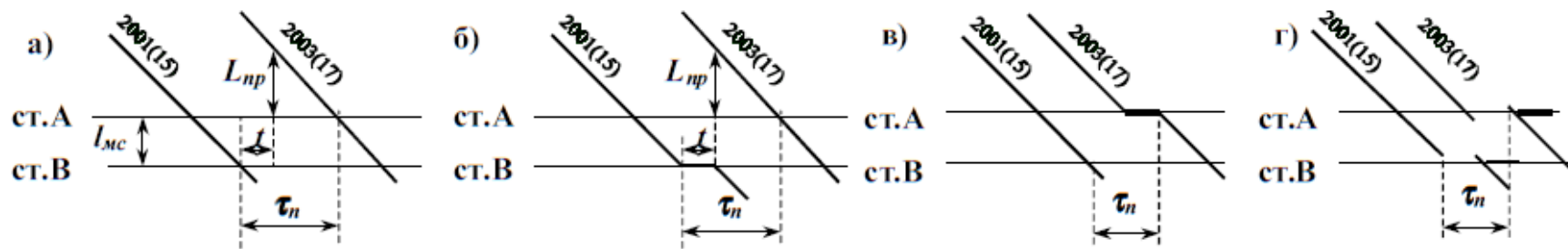


Рис. 3.13. Интервал попутного следования поездов на линиях, не оборудованных АБ

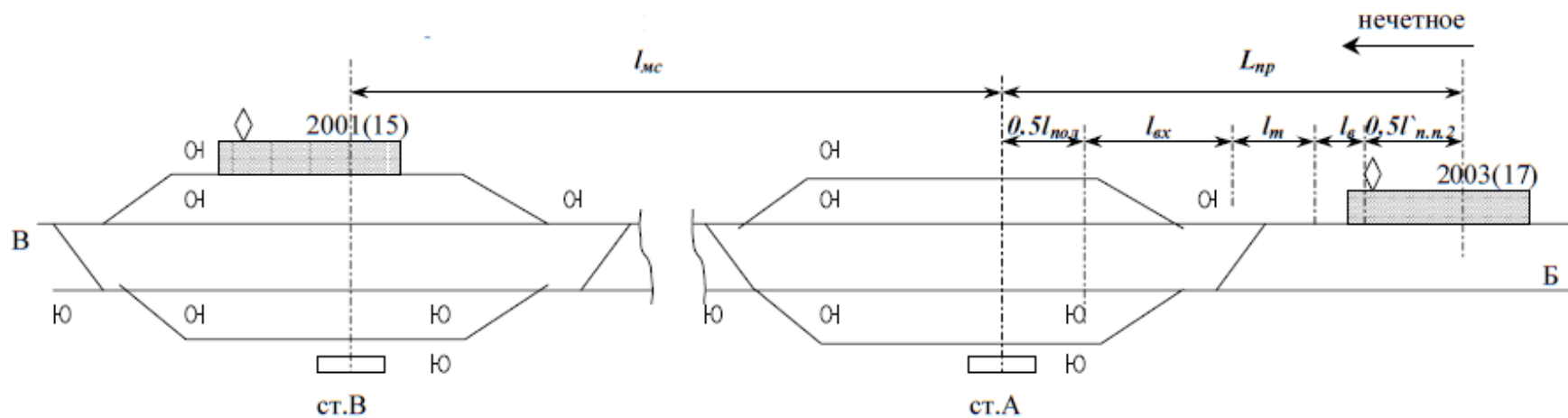


Рис. 3.14. Схема расположения поездов при расчете интервала  $\tau_{пс}$

**Интервалом попутного следования поездов** на линиях, не оборудованных автоматической блокировкой ( $\tau_{п}$ ) называют минимальное время от момента прибытия на раздельный пункт (проследования через впередилежащий раздельный пункт) первого поезда до момента отправления с данного раздельного пункта (проследования через данный раздельный пункт) на освободившийся перегон второго поезда того же направления движения.

Интервал  $\tau_{п}$  определяют для случаев, приведенных на рис. 3.13.

В случае достаточной длины приемоотправочных путей, для раздельных пунктов *поперечного* типа (рис. 3.14) при проследовании вторым поездом первого раздельного пункта (ст. А) без остановки (рис. 3.13, а, б) продолжительность интервала  $\tau_{п}$  устанавливают по графику (см. рис. 3.15).

№ п/п	Операция	Время, мин.				
		на операцию	1	2	3	4
1	Контроль ДСП ст.В прибытия поезда №2001 (15)	0.2 (0.1)				
2	Подача блок-сигнала проследования (прибытия) поезда 2001 (15)	0.1				
3	Переговоры о движении поездов между ДСП ст. А и В	0.2				
4	Получение ДСП ст.А блок-сигнала согласия	0.1				
5	Приготовление на ст.А маршрута следования поезда №2003 (17)	0.15				
6	Открытие входного и выходного сигналов поезду №2003 (17)	0.1				
7	Проход поездом 2003 (17) расчетного расстояния $L_{np}$ ( $L_{np}^n, L_{np.сх}$ )	3...4	[Горизонтальный чертёж]			
<b>Продолжительность интервала</b>		<b>3.85...4.85</b>	[Горизонтальный чертёж]			

Рис. 3.15. График расчета интервала  $\tau_{п}$  в случае проследования вторым поездом первого раздельного пункта без остановки (ПАБ, электрическая централизация стрелок и сигналов)

Расчетное расстояние  $L_{np}$  для первого поезда определяют по формуле 3.9, а время его прохода вторым поездом – тяговыми расчетами:

$$L_{np} = 0,5l_n'' + l_e + l_m + l_{вх} + 0,5l_{пол}, \quad (3.9)$$

где  $l_m$  – длина тормозного пути второго поезда, м.

При отправлении второго поезда после остановки на первом раздельном пункте (ст. А) (рис. 3.13, в, г), продолжительность интервала  $\tau_{\Pi}$  устанавливают по графику (см. рис. 3.16).

№ п/п	Операция	на операцию	Время, мин.								
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
1	Контроль ДСП ст.В следования поезда №2001 (15) (прибытия)	0.2 (0.1)									
2	Подача блок-сигнала проследования поезда 2001 (15) (прибытия)	0.1									
3	Переговоры о движении поездов между ДСП ст. А и В	0.2									
4	Получение ДСП ст.А блок-сигнала согласия	0.1									
5	Приготовление на ст.А маршрута отправления поезда №2003 (17)	0.15									
6	Открытие выходного сигнала поезду №2003 (17)	0.05									
7	Восприятие сигнала машинистом и приведение поезда №2003 (17) в движение	0.2									
<b>Продолжительность интервала</b>		<b>1</b>									

Рис. 3.16. График расчета интервала  $\tau_{\Pi}$  в случае отправления второго поезда с первого раздельного пункта после остановки (ПАБ, электрическая централизация стрелок и сигналов)

В случае достаточной длины приемоотправочных путей, для раздельных пунктов *продольного и полупродольного* типов при проследовании вторым поездом первого раздельного пункта (ст. А) без остановки (рис. 3.13, а, б) продолжительность интервала  $\tau_{\Pi}$  устанавливают по графику (см. рис. 3.15) при  $L_{\text{пр}}^n$ , рассчитанной по формуле 3.2 для длины второго поезда.

При отправлении второго поезда после остановки на первом раздельном пункте (ст. А) (рис. 3.13, в, г), продолжительность интервала  $\tau_{\Pi}$  устанавливают по графику (см. рис. 3.16).

На рис. 3.13 приняты следующие обозначения:

$t$  – время выполнения технологических операций с рассматриваемой парой поездов;

$L_{np}$  – расстояние от центра второго поезда № 2003(17) в момент подхода его к началу тормозного пути перед входным сигналом первого раздельного пункта до расчетной оси первого раздельного пункта.

### 3.3 Вес, длина и скорости движения поездов

#### 3.3.1 Оптимальная величина состава поезда

Норма состава (число условных вагонов, включаемых в состав поезда) является технологическим параметром, играющим значительную роль в управлении эксплуатационной работой. Так, для плана формирования поездов выгодно уменьшение нормы состава, т.к. при этом снижаются затраты на накопление составов и переработка вагонов. Увеличение состава отрицательно сказывается на продолжительности обработки транзитных поездов на технических станциях, поскольку она прямо пропорциональна величине состава. Так, если состав из 50 вагонов обрабатывается на данной станции один час, то затрата вагоно-часов составит 50 вагоно-часов. Если же состав увеличить вдвое, то вдвое увеличится и продолжительность обработки, а затрата вагоно-часов будет уже  $100 \times 2 = 200$  вагоно-часов, то есть увеличится в 4 раза.

С другой стороны увеличение нормы состава выгодно для графика движения (снижаются размеры движения, хотя и замедляется продвижение поездов), а также для эксплуатации локомотивов (снижается потребность в них).

Налицо оптимизационная задача. Для получения реального ответа надо использовать экономический критерий, который бы учитывал все затраты и способствовал получению максимального дохода от перевозок.

Рассмотрим схему продвижения вагонов в поезде от момента его зарождения на станции формирования (начало накопления) до момента его погашения (окончание расформирования) на станции расформирования. Период существования состава поезда  $T_c$  включает следующие технологические элементы, характеризующиеся продолжительностью во времени, ч:

- накопление состава на станции формирования ( $t_n$  – средний простой вагона под накоплением);
- формирование состава с перестановкой в парк отправления  $t_\phi$ ;
- обработка поезда по отправлению  $t_o$ ;
- следование поезда по участкам своего маршрута  $\sum t_y$ ;
- обработка поезда на попутных технических станциях  $\sum t_{тр}$ ;
- обработка поезда по прибытию на станцию расформирования  $\sum t_{пр}$ ;

– расформирование состава  $t_p$ .

Таким образом,

$$T_c = t_n + t_\phi + t_o + \sum t_y + \sum t_{тр} + \sum t_{пр} + t_p \quad (3.10)$$

Каждый элемент этого выражения в той или иной степени зависит от числа вагонов в составе  $m$ . Исследуя эти зависимости как функции  $t = f(m)$ , можно установить общую зависимость  $T_c = f(m)$ , которую положить в основу решения задачи оптимизации состава поезда. Рассмотренный процесс сопровождаются следующие виды затрат на один поезд:

– затрата вагоно-часов  $f_{вч}(m) = T_c \cdot m$ ;

– затрата локомотиво-часов  $f_{лч}(m) = \sum t_y + t_{ст}$ ,

где  $t_{ст}$  – затраты времени на станциях формирования и расформирования при подаче локомотива под состав и уборке его из-под состава;

– расход топлива (электроэнергии)  $f_{кг}(m)$ ,  $f_{кВтч}(m)$ .

Рассмотренная схема продвижения поезда позволяет сделать вывод, что задачу определения оптимальной нормы состава следует рассматривать и решать применительно к отдельному назначению плана формирования с последующим обобщением для установления общей нормы.

В соответствии с характером данной задачи, каждый вариант установления нормы состава  $m$  можно оценить по суточным затратам вагоно-часов и локомотиво-часов, а также расходу топлива (электроэнергии) на тягу поездов. Все эти затраты можно выразить для одного поезда как функцию величины  $m$ . Так как среднесуточное число поездов данного назначения также является функцией величины  $m$ :

$$N = \frac{U_n}{m}, \quad (3.11)$$

где  $U_n$  – среднесуточный вагонопоток данного назначения, ваг., то и все элементы суточных затрат будут функциями величины  $m$ .

Денежное выражение всех видов затрат можно получить, умножая соответствующие их значения на один из экономических параметров:  $e_{вч}$  – стоимость вагоно-часа, руб./в-ч;  $e_{лч}$  – стоимость локомотиво-часа с бригадой, руб./л-ч;  $e_{кг}$  – стоимость 1 кг условного топлива, руб/кг;  $e_{кВтч}$  – стоимость 1 квт-часа электроэнергии, руб/кВт-ч. Каждый элемент затрат есть функция величины состава  $f(m)$ . Общие суточные расходы на продвижение вагонов данного назначения можно определить суммированием этих элементов:  $E(m) = f_i(m)$ .

Эта задача математически формулируется следующим образом. Требуется определить такое значение величины состава  $m$ , при котором целевая функция  $E(m)$  принимает минимальное значение.

Понятно, что оптимальная величина состава  $m$  при прочих равных условиях напрямую зависит от значений  $e_{вч}$ ,  $e_{лч}$ ,  $e_{кз}$ ,  $e_{кВт}$ .

Однако оценивать вагоно-час только по величине расходной ставки будет неверно, так как она учитывает только расходы на амортизацию и текущее содержание вагона, а вагон обязан приносить доход и в случае излишней затраты вагоно-часов происходит потеря доходов дороги.

Основным источником дохода дороги является именно груженный вагон, находящийся в движении, поскольку оплате подлежат выработанные им тонно-километры. Экономя вагоно-часы, т.е. экономя рабочий парк, железнодорожный транспорт получает дополнительный доход от использования высвобожденных вагонов. Это положение усугубляется вследствие существующего в настоящее время дефицита вагонного парка. Поэтому величина  $e_{вч}$ , должна включать в себя «потерянный» доход, который будет реализован в случае экономии вагоно-часов.

Величину «потерянного» дохода на 1 ваг-ч можно определить следующим образом:

$$e_{пот} = \frac{a_{ткм} \cdot \omega}{240}, \quad (3.12)$$

где  $a_{ткм}$  – доходная ставка по грузовым перевозкам на 10 ткм, руб./10 ткм;

$\omega$  – производительность грузового вагона, ткм/ваг.-сут.

Например, если  $a_{ткм} = 2,0$  руб./10ткм,  $\omega = 7200$  ткм/ваг.-сут., то

$$e_{пот} = \frac{2,0 \cdot 7200}{240} = 60, \text{ руб./в-ч.}$$

Тогда величина стоимости вагоно-часа будет составлять:

$$e_{вч} = 7,2 + 60 = 67,2 \text{ руб./в-ч.,}$$

где 7,2 - расходная ставка вагоно-час.

Такой подход является правомерным, поскольку позволяет перейти от затратного критерия к критерию, который учитывает доход от более интенсивного использования вагонов.

Чем больший доход приносит каждый вагон, тем больше средств целесообразно затрачивать на ускорение оборота вагона.

С ростом среднесуточного вагонопотока оптимальная величина состава стабилизируется и стремится к постоянству. Так, если при  $a_{ткм} =$

0,1 руб. на 10 ткм оптимальный состав приближается к 100 ваг., то при  $a_{ткм} = 3,1$  руб. на 10 ткм – к 36 ваг.

Учет оптимальных значений состава поездов при нормировании и выполнении поездной работы позволяет более эффективно организовать перевозочный процесс.

### 3.3.2 Нормы веса и длины поездов

Установленные графиком движения нормы веса и состава поездов подразделяются на:

- унифицированные – для пропуска сквозных поездов без перелома веса и длины на направлении
- параллельные (повышенные или пониженные) – для пропуска без переломов веса и длины отправительских маршрутов, ускоренных, контейнерных, рефрижераторных и для поездов определённых назначений;
- участковые – устанавливаемые по мощности локомотива и длине станционных путей для данного участка.

Помимо этого в оперативной работе используются дифференцированные весовые нормы, т.е. максимально возможный вес поезда, устанавливаемый для каждого перегона в зависимости от плана и профиля главных путей, наличия искусственных сооружений и др.

Вес и длина отправительских маршрутов и специализированных поездов устанавливается:

- для внутридорожных назначений – начальником железной дороги
- для внутригосударственных назначений – железнодорожной администрацией государств (в РФ – Департаментом управления перевозками ОАО «РЖД»);
- для межгосударственных назначений – Дирекцией Совета по железнодорожному транспорту государств – участников СНГ по согласованию с железнодорожными администрациями.

Допускается в исключительных случаях отклонение от установленных норм в сторону уменьшения длины поезда не более чем на один условный вагон.

Чтобы в соответствии со специализацией пропускать сквозные поезда без перелома веса, устанавливают единую, унифицированную норму для всего направления. На отдельных участках магистрали могут следовать поезда другой линии, на которой своя норма веса. В этом случае необходимо установить, что целесообразнее: пропускать эти поезда своей

нормой, называемой параллельной, или в пунктах примыкания менять её. Решают этот вопрос технико-экономическим сравнением затрат. В расчётах сравнивают затраты на переработку вагонов в пунктах перелома норм веса с разницей в расходах на передвижение поездов, имеющих параллельную норму веса.

Вывозные, передаточные и участковые поезда формируются по весу и длине в пределах минимальных и максимальных значений норм, устанавливаемых приказом начальника железной дороги. Сборные поезда (диспетчерские локомотивы) отправляются с начальных станций независимо от числа накопившихся вагонов по ниткам графика, обеспечивающим установленную частоту обслуживания промежуточных (грузовых) станций. Для сборных и вывозных поездов устанавливают дифференцированные перегонные нормы веса, которые позволяют избежать назначения дополнительных поездов этих категорий.

По отдельным участкам направления при наличии большого участкового вагонопотока могут вводиться повышенные участковые нормы веса.

### **3.3.3 Максимальная масса и состав поездов**

При разработке графика движения поездов исходят из определенных значений их веса и длины. Вес поезда определяет скорость его движения на одном и том же участке и при одной и той же мощности локомотива: чем больше вес, тем ниже скорость. Поэтому определение наиболее рациональных (оптимальных) норм веса и скорости представляет сложную эксплуатационную задачу, при решении которой учитывается большое число факторов – мощность локомотива, длина приемоотправочных путей, характер вагонопотоков, продольный профиль пути, погонная нагрузка вагонов и др.

Максимальное число вагонов, которое может быть включено в состав поезда, зависит в основном от установленных норм веса поезда и длины состава, а также погонной нагрузки вагонов.

Максимальный вес поезда определяется силой тяги локомотива, расчетным подъемом и удельным сопротивлением локомотива и вагонов при движении на расчетном подъеме. Современные локомотивы при электрической и тепловозной тяге на основных железнодорожных линиях, имеющих расчетный подъем 6–9 ‰, (тысячных) позволяют установить значительные нормы веса. А если учесть возможность работы локомотивов



по системе многих единиц, то можно считать, что сила их тяги практически не ограничивает веса поезда.

Величину составов поездов ограничивает в основном недостаточная длина приемоотправочных путей на станциях – 850 м. На основных наиболее грузонапряженных направлениях они удлинены до 1050 м. В отдельных случаях пути удлиняются до 1250 м. Однако на некоторых имеющих важное значение линиях еще сохранились отдельные пункты с полезной длиной приемоотправочных путей 720 м. Это объясняется тем, что все резервы для удлинения здесь исчерпаны (профиль и длина станционных площадок) и дальнейшее увеличение протяженности путей требует крупной реконструкции. Учитывая, что длина условного вагона равна 14 м и на установку локомотива требуется 50 м, протяженность путей длиной 1050 м позволяет устанавливать 71 условный вагон; 850 м – 57; 720 м – 48 условных вагонов.

Вес поезда зависит не только от числа вагонов в составе, но и от их грузоподъемности и от того, как грузоподъемность фактически используется. При одном и том же числе вагонов, ограниченном длиной пути, вес поезда определяется нагрузкой на 1 м пути (так называемой погонной нагрузкой поезда). Это число тонн брутто, которое приходится на 1 м длины пути, занимаемой вагоном. Например, нагрузка крытого порожнего вагона 15 т/м, груженого, когда грузоподъемность использована на 80%, 49 т/м, полностью загруженного 4-осного полувагона 61 т/м. Если полезная длина пути 850 м, нагрузка на 1 м пути 15 т/м, то вес поезда 1200 т; при нагрузке 49 т/м масса поезда 4000 т. Удлинение пути до 1050 м при нагрузке 82 т/м позволит увеличить вес поезда до 8200 т.

### **3.3.4 Скорости движения поездов**

Скорость движения поездов подразделяется на конструкционную, максимальную, расчетную, ходовую, техническую, участковую, маршрутную. Выделяют также скорость доставки грузов.

*Конструкционной* называют наибольшую скорость, которую обеспечивает конструкция локомотива.

*Максимально допустимой* принято называть скорость движения поездов, которую позволяет развивать на участке (направлении) состояние технических средств (пути, искусственных сооружений, ходовой части вагонов, тормозных средств и др.).

*Расчетной* называют минимально допустимую скорость, с которой локомотив может следовать по расчетному подъему неограниченной протяженности с поездом максимального веса, установленного для данного локомотива и подъема. Для каждой серии локомотива установлена своя расчетная скорость.

*Ходовой* скоростью называется средняя скорость движения поезда без учета затрат времени на стоянки, разгоны и замедления при остановках, но с учетом постоянных ограничений при проследовании промежуточных станций и других мест, где требуется замедление движения

$$v_x = \frac{L}{\sum t_x}, \quad (3.13)$$

где  $L$  – длина участка, км;

$\sum t_x$  – сумма перегонных времен хода по участку без учета времени на разгоны и замедления, ч.

Очевидно, что ходовая скорость не может превышать конструкционную и максимальную (допустимую) скорость.

*Техническая* скорость – это средняя скорость движения поезда без остановок с учетом разгонов и замедлений. Она определяется делением расстояния между участковыми станциями на время нахождения поезда в движении, включая время на разгоны  $t_p$  и замедления  $t_3$  при остановках, проследовании станций и других мест с ограничением скорости.

$$v_T = \frac{L}{\sum t_x + \sum (t_p + t_3)}, \quad (3.14)$$

*Участковая* скорость – средняя скорость движения поездов в пределах участка с учетом затрат времени на остановки (за исключением технических станций), разгоны и замедления.

$$v_{уч} = \frac{L}{T_{уч}} = \frac{L}{\sum t_x + \sum t_{cm} + \sum (t_p + t_3)}, \quad (3.15)$$

где  $T_{уч}$  – общее время следования поезда по участку, ч;

$\sum t_{cm}$  – общее время стоянок поезда на промежуточных станциях участка, ч.

Чтобы оценить, насколько успешно в графике использована техническая скорость, выводят так называемый коэффициент скорости

$$\beta = \frac{V_{уч}}{V_T}, \quad (3.17)$$

*Маршрутная* скорость показывает среднюю скорость движения поезда на всем пути его следования.

$$V_M = \frac{\sum L}{\sum T_{уч} + \sum t_{mp}}, \quad (3.18)$$

где  $\sum L$  – расстояние, проходимое поездом на всем пути его следования, км;  
 $\sum t_{mp}$  – общее время стоянок поезда на всех попутных технических (сортировочных и участковых) станциях, ч.

Скорость доставки называют скоростью перемещения груза от момента его приема к перевозке до момента выдачи получателю, км/сутки.

## **4 Диспетчерское управление эксплуатационной работой**

### **4.1 Диспетчерские системы на зарубежных и отечественных железных дорогах**

#### **4.1.1 Зарубежный опыт создания диспетчерских центров управления перевозками**

На железнодорожном транспорте из-за его специфических особенностей, и прежде всего территориальной протяженности железных дорог, диспетчерская система была внедрена задолго до появления ее на промышленных предприятиях. Считается, что впервые распоряжение диспетчерского характера по движению поездов отдал главный инженер одной из американских дорог Чарльз Майнот в 1851 г. Железнодорожная диспетчеризация – самая старая и самая развитая форма дистанционного управления процессами производства.

В начале XX в. диспетчерская система получила широкое распространение в США: в 1925 г. на сети работали 5400 диспетчеров, которые обслуживали свыше 339 тыс. км железнодорожных путей.

Работа поездных диспетчеров в США охватывает все стороны эксплуатационной деятельности, за исключением функционирования распорядительных станций.

Поездной диспетчер единолично распоряжается на данном участке движением независимо от числа главных путей на нем и средств связи при движении поездов.

В Европе первыми странами, перенявшими опыт американских дорог, были Франция и Англия. Во Франции существуют два типа диспетчерского руководства: единое командование на участке и так называемое бюро советов и разъяснений. Во втором случае функции диспетчера ограничены действиями совещательного характера. Диспетчер представляет собой авторитетного советчика, консультанта.

Диспетчерские круги зачастую не совпадают с административными границами дорог и отделений. Это позволяет следить за продвижением основных вагонопотоков между зонами их зарождения и погашения.

В Англии диспетчерская система внедрена в 1913–1920 гг. Организационно она состоит из участковых, районных и центральных контрольных бюро, причем их структура и порядок подчиненности на разных дорогах различны.

В Бельгии диспетчерская система близка к американской. Если интенсивность движения на участках слишком большая и один диспетчер не может справиться с объемом поездной работы, назначается второй. В Бельгии раньше, чем в других странах Европы, введены должности узловых диспетчеров, обязанности которых примерно такие же, как и на российских железных дорогах.

Диспетчерская система на дорогах Швеции и Норвегии возникла еще в 1906 г. Диспетчер здесь объединяет работу трех служб – эксплуатации, тяги и пути – и осуществляет общее руководство движением поездов.

На дорогах США, Канады и Англии диспетчерский аппарат руководит движением поездов на основе расписаний движения; во Франции, Германии, Японии, Нидерландах, Италии и других странах – на основе расчетных графиков.

Для графиков движения на дорогах Западной Европы и Японии характерны резервы во временах хода поездов (от 3 до 8 % чистого времени хода). Эти резервы облегчают диспетчерское регулирование движения.

Важнейшая особенность графиков (или расписаний) движения грузовых поездов на зарубежных железных дорогах – ядро поездов постоянного обращения обеспечено устойчивым грузопотоком, что позволяет строить работу станций и участков не на оперативной, а на технологической основе. Колебания вагонопотоков погашают назначением резервных (факультативных) поездов.

Другая отличительная особенность организации грузового движения на железных дорогах развитых стран – специализация регулярных поездов. Вагонопотоки организуют исходя из действующих графиков и расписаний движения, приспособляясь к ним. Большое внимание уделяется согласованию поездов в узлах и переходу вагонов из состава одного поезда в составы других поездов.

Развитие систем железнодорожной автоматики и связи позволило постепенно укрупнять линейные посты СЦБ. С освоением железнодорожным транспортом электронной технологии появились электронные посты централизации и центры управления, что сделало возможным управление из единого центра перевозками на железнодорожных полигонах, протяженность которых измеряется тысячами и даже десятками тысяч километров.

Наибольший уровень централизации управления перевозками достигнут железнодорожными компаниями США. В 1960 г. автоматизированной системой оборудован участок Эль-Пассо – Юма – Фермаль протяженностью 320 км с пунктом управления на станции Туксон.

Администрация Национального общества железных дорог Франции ввела в эксплуатацию в 1974 г. на участке Северный вокзал – Сен Дени (Париж) систему автоматического контроля за движением поездов на базе центральной ЭВМ с дисковой магнитной памятью, что позволило осуществлять постоянный двусторонний диалог с любыми устройствами на контролируемых линиях. Диспетчерская была оснащена видеотерминальными устройствами (дисплеями), клавишными пультами управления и каналами связи. Система автоматически считывала номера составов, проверяла правильность маршрутов и работы путевых устройств. Диспетчер в любой момент мог вступить в диалог с ЭВМ нажатием соответствующей клавиши.

На высокоскоростных линиях Японских национальных дорог в 1976 г. внедрена автоматизированная система управления движением поездов с функциями: контроль маршрутов (проверка положения поезда, его номера, категории и др.); выработка корректирующих рекомендаций по ликвидации отклонений от графика; передача на станции и в центр управления информации об опозданиях поездов, изменении времени их отправления; обработка ежедневной статистической информации и др.

С 1978 г. в Штутгарте (ФРГ) введена в действие автоматизированная система управления на участке протяженностью 165 км.

Предусмотрено разделение функций управления по иерархическим уровням. К нижнему уровню относятся электрическая централизация, автоблокировка, устройства передачи номера поезда, переездная сигнализация. Информация в реальном времени автоматически передается с нижнего уровня в управляющий центр, который находится в здании дирекции дороги. Здесь принятую информацию обрабатывают на ЭВМ, после чего она поступает на индикаторы и цветные дисплеи, установленные на пультах управления. Диспетчеры центра на основе этой информации дают команды по телефону, телеграфу и радио на оперативные пункты (дежурным по станциям, машинистам локомотивов).

В середине 1980-х гг. из дорожного центра управления перевозками железнодорожная компания CSX в Джексонвилле (штат Флорида) 240 диспетчеров стали контролировать и управлять движением на железнодорожной сети эксплуатационной длиной 29 тыс. км, на которой обращаются около 1400 поездов в сутки. В этом же центре консолидированы в дорожном масштабе функции регулирования работы локомотивных парков.

Диспетчерский зал представляет собой помещение круглой формы диаметром 46 м. На стене в три ряда смонтированы экранные дисплеи, изображения на которых в совокупности демонстрируют поездную обстановку на всей дорожной сети. Местоположение поездов на сформированном таким образом системном дисплее можно отслеживать по их идентификационным номерам. Здесь же отображаются установленные маршруты и состояние свободности (занятости) путевых участков. Современное аппаратное и программное обеспечение позволяет управлять стрелками и сигналами в автоматическом режиме, оптимизируя, таким образом, обгоны и скрещения поездов, что в конечном счете позволяет повысить точность выполнения перевозок и увеличить пропускную способность железнодорожной сети.

АРМ диспетчеров содержит видеотерминальные устройства, на которые информацию можно выводить фрагментарно в укрупненной форме. Видеотерминальные устройства с сенсорным экраном используются и для связи диспетчеров центра управления с линейным персоналом и машинистами поездов.

На полигоне железнодорожной компании *Union Pacific (UP)* с развернутой длиной пути более 58 тыс. км обращаются в среднем порядка 2000 поездов в сутки. Управление движением, а также регулирование работы локомотивных парков и поездных бригад осуществляется из единого дорожного центра управления в Омахе (штат Небраска). Работу диспетчеров здесь поддерживает автоматизированная система диспетчерского управления. Система составляет планы поездной работы, оперативно корректирует их при возникновении разного рода непредвиденных обстоятельств и отслеживает фактическое выполнение.

Например, система может в автоматическом режиме отслеживать фактическое время работы поездных бригад, сопоставляя его с имеющимися предельными нормативами, что очень важно для недопущения переработок.

В 1995 г. открыт дорожный центр управления перевозками (ДЦУП) железнодорожной компании *Burlington Northern (BN)* в Форт-Уэрте (штат Техас). После объединения BN с железнодорожной компанией *Atchison, Topeca & Santa Fe* в район управления центра вошла вся сеть вновь созданной железнодорожной компании *Burlington Northern Santa Fe (BNSF)* протяженностью 56,3 тыс. км, по которой проходит около 1200 поездов в сутки.

В главном помещении ДЦУП, веерообразном зале площадью 4180 м<sup>2</sup>, размещаются системный дисплей и АРМ диспетчеров. Системный дисплей шириной 65,7 м составлен из девяти больших экранов размером 7,3 х 5,5 м каждый. Он позволяет дежурному персоналу оперативно оценивать поездную обстановку, а также состояние и размещение более 100 тыс. единиц подвижного состава на всем полигоне BNSF.

Дисплей обслуживают девять автономных видеопроекторных устройств, размещенных в специальном помещении над главным диспетчерским залом. Специальное техническое решение обеспечивает исключительную четкость изображения на дисплее, что исключает необходимость его заглубления в стену. Резервные источники электроэнергии способны поддерживать работоспособность ДЦУП и обеспечивать сохранность накопленной здесь информации в течение трех суток.

Организация рабочего пространства главного зала, эргономическое и акустическое решение АРМ обеспечивают каждому диспетчеру

необходимую степень изоляции и одновременно облегчают его участие в коллективной работе центра.

Персонал ДЦУП насчитывает около 870 человек, в их числе порядка 470 поездных диспетчеров, работающих посменно (примерно 100 диспетчерских участков). Прочий персонал включает специалистов по техническому обслуживанию аппаратуры и оборудования ДЦУП, локомотивных и других диспетчеров, регулирующих использование перевозочных ресурсов BNSF, а также диспетчеров, отвечающих за перевозки пассажиров и определенных родов грузов (зерна, каменного угля, потребительских товаров).

В настоящее время на полигонах железных дорог США внедряется система позитивного поездного разграничения (СПР), выполняющая функции безопасности. В этой системе местоположение локомотивов, имеющих бортовой комплект спутниковой системы информации, отслеживается с точностью до нескольких метров. Данные о местоположении поезда и его скорости передаются по радиосвязи в центральную ЭВМ СПР для решения задач оптимального ведения всех поездов на обслуживаемом полигоне. Использование технических возможностей GPS в автоматических системах безопасности позволяет уменьшить межпоездные интервалы, т.е. фактически повысить пропускную способность, по расчетам американских специалистов, на величину до 30%.

В Европе густота движения несравнимо выше, чем в США, а расстояния между станциями, как правило, значительно меньше. Так, на железных дорогах Великобритании, на железнодорожной сети компании *Railtrack* с эксплуатационной длиной 16,5 тыс. км, ежедневно обращаются в среднем около 2000 грузовых и до 25 тыс. пассажирских поездов.

В Великобритании разработана и внедрена в 1989 г. в Лондонском узле одна из первых электронных систем централизации. Система получила название «Комплексный электронный центр управления» (КЭЦУ). Здесь сведены воедино функции электронной централизации, автоматического маршрутного управления и учета исполненного движения. Управление осуществляется с диспетчерских АРМ, где вместо традиционного настенного табло используются видеотерминальные устройства и шаровые манипуляторы.

Возможность управления системой электронной централизации с персональной ЭВМ позволяет в рамках КЭЦУ отказаться от системного



табло. Такое решение, по мнению проектировщиков, экономичнее традиционного. Оно позволяет сократить издержки на техническое обслуживание аппаратуры и оборудования и практически избежать дополнительных издержек при расширении района управления. Разработанные ирландской фирмой диспетчерские АРМ на базе персональной ЭВМ могут использоваться также для телеуправления электроснабжением тяги и техническими средствами информационного обслуживания пассажиров.

Компания *Railtrack* намеревается консолидировать функции управления инфраструктурой в сетевых центрах управления (СЦУ), предположительное число которых составит от 9 до 11.

В СЦУ будут совместно решаться задачи планирования, эксплуатации и контроля, при этом степень автоматизации рабочих функций в СЦУ будет заметно выше, чем в КЭЦУ, за счет использования достижений технического прогресса не только на железнодорожном транспорте, но и в авиации.

В Германии (DB) внедряется система центров управления движением (ЦУП). В 1998 г. консорциуму VZ 2000 были заказаны информационно-управляющие системы для семи центров управления движением поездов.

Концепция ЦУП VZ предусматривает:

- внедрение автоматизированного диспетчерского руководства на сети региональных филиалов *DB Netz* (управляющей компании инфраструктуры железных дорог Германии);
- использование компьютерных систем для управления микропроцессорными централизациями (МПЦ);
- объединение систем диспетчерского регулирования на крупных полигонах сети.

В ЦУП VZ работают следующие подсистемы: контроль за движением поездов; централизованное хранение системных данных; хранение данных для составления расписаний движения поездов на уровне ЦУП VZ; контроль за состоянием инфраструктуры; обработка нарушений в оперативной работе; диспетчерское регулирование в масштабе сети железных дорог; анализ эксплуатационной работы; распределение информации об оперативной работе для пользователей (грузовладельцев, пассажиров и др.).

Например, ЦУП ВЗ в Лейпциге (рис. 4.1), обслуживающий железные дороги федеральных земель Саксония, Саксония-Анхальт и Тюрингия, имеет два помещения площадью 2000 м<sup>2</sup> и 750 м<sup>2</sup>. В одном зале размещены рабочие места диспетчеров, в другом – аппаратура и центральный пост управления тяговым электроснабжением.



Рис. 4.1. Региональный центр управления движением поездов в Лейпциге

ЦУП во Франкфурте-на-Майне с 50 рабочими местами диспетчеров контролирует до 8000 поездов в рабочие дни.

Следует отметить важную роль, которая отводится обучению диспетчерского персонала с использованием специальных систем тестирования.

В среднем каждый из семи региональных центров диспетчерского регулирования компании *DB Netz* обслуживает 7000–8000 поездов в сутки на полигоне 3000–4000 км. Такой полигон имеет 6000–7000 сигналов и примерно столько же стрелочных переводов.

В Германии ЦУПы выполняют широкий спектр функций, начиная от автоматического установления поездных маршрутов в системах МПЦ с учетом минимальных простоев поездов, интеграции систем составления расписаний и управления движением поездов до ориентированных на клиентов задач и международного обмена информацией при следовании поездов в межгосударственном сообщении (например, в Австрию, Данию, Швейцарию). Постоянно наращивается взаимодействие с набирающими

силу частными компаниями, специализирующимися на региональных перевозках.

В диспетчерских центрах Северной Америки и европейских стран выполняются следующие основные функции:

- оперативное управление локомотивными парками по критериям минимизации финансовых издержек и максимизации полезного времени использования локомотивов;

- заблаговременное выявление и решение проблем, которые могут отрицательно повлиять на перевозочный процесс, например возможных при выполнении путевых работ; при этом вырабатываемая системой информация используется при планировании работ по текущему содержанию и ремонту пути;

- организация диспетчерского управления движением поездов без традиционно использовавшихся прежде многочисленных форм на бумажных носителях, что освобождает диспетчера от ряда рутинных функций контроля и управления и помогает сосредоточиться на решении задач эффективного продвижения поездов в районе управления;

- оперативное планирование и регулирование перевозочного процесса на основе комплексной информации о местоположении поездов в районе управления, состоянии и размещении поездных и локомотивных бригад, локомотивного парка и ряда других данных;

- оптимизация подачи порожних вагонов под погрузку по критерию минимума вагоно-километров;

- оптимизация распределения вагонов, которым требуется ремонт, между пунктами ремонта вагонов по критерию минимизации расходов и ряд других функций.

Мировой опыт развития систем управления оперативной работой железнодорожного транспорта характеризуется высоким уровнем концентрации диспетчерского руководства и внедрением информационно-управляющего режима в ЦУП.

#### **4.1.2 Диспетчерская система в нашей стране**

Для организации движения поездов на железных дорогах России в XIX и начале XX века было характерно отсутствие диспетчерского управления. С увеличением размеров движения, прежде всего на однопутных участках, в начале XX века стали высказывать мнение о целесообразности введения особого наблюдения со стороны специального

дежурного по отделению. Но отсутствие необходимых технических средств не позволило тогда ввести диспетчерскую систему.

В 1918 г. был создан аппарат специальных дежурных, который еще не руководил движением поездов, а только наблюдал. Первым положением об учреждении диспетчеров, утвержденным 30 октября 1918 г., перед ними были поставлены широкие задачи, но не командного свойства, а наблюдательного, и диспетчер еще не был распорядителем движения.

Несколько раз в сутки он собирал сведения об остатках груженных вагонов по направлениям, наличии вагонного парка и др. Дежурные по станции выпускали поезда на участок исходя из свободности перегона. Аппарат отделения через 2–3 дня получал со станций графики исполненного движения по перегонам, что позволяло хотя и с опозданием, но иметь «фотографию» движения на всем участке. Оперативного значения такой график не имел. Такая система управления движением не увязывала работу разных служб.

В 1923 г. НКПС разработал «Временное положение о регулировании движения поездов при посредстве диспетчерской системы». С марта 1924 г. на участке Москва – Мытищи – Александров Северной дороги было внедрено диспетчерское руководство. Диспетчерская система показала несомненную эффективность: сократились простои поездов в ожидании отправления со станций, возросла коммерческая скорость движения грузовых и пассажирских поездов. Начиная с 1925 г., диспетчерская система начала вводиться на Октябрьской и Московско-Казанской, а затем и на всех железных дорогах.

Сразу же был выработан принцип централизованного диспетчерского руководства движением поездов на участке: единоличное право и ответственность поездного диспетчера оперативно распоряжаться пропуском поездов. Это было закреплено Правилами технической эксплуатации железных дорог. В дальнейшем диспетчерская система распространилась на все уровни управления движением поездов и маневровой работой: станционный, отделенческий, дорожный и сетевой. Произошло также расширение системы по горизонтали: появились диспетчеры локомотивные, вагонораспорядители, узловые, а на станциях маневровые (станционные) диспетчеры.

Диспетчерская система на всех уровнях оперативного управления и поныне обеспечивает непрерывность перевозочного процесса на железных дорогах.

Первым шагом в автоматизации диспетчерского руководства стало внедрение диспетчерской централизации (ДЦ) в 1936 г. на участке Люберцы – Куровская нынешней Московской дороги. С введением управления движением поездов с помощью ДЦ претерпела изменения командная система диспетчерского управления голосом через дежурных по станции – появилась возможность управления движением поездов с применением релейных, а затем электронных систем. Несмотря на передачу диспетчеру дополнительных функций, которые ранее выполняли дежурные по станции, в целом существенно облегчилась работа поездных диспетчеров. Появилась возможность на малодеятельных станциях высвободить штат дежурных по станции.

Следующим шагом в развитии автоматизации диспетчерского руководства стало создание диспетчерских центров в нашей стране в середине 1980-х годов. Дальнейшее развитие диспетчерского руководства было связано с необходимостью концентрации оперативного управления в едином структурном подразделении. В соответствии с приказом МПС № 49Ц от 11.12.1984 г. на железнодорожном транспорте начали создавать диспетчерские центры. Планировалось создать автоматизированный диспетчерский центр управления (АДЦУ) Министерства путей сообщения и 45-50 дорожных центров (ДАДЦУ)<sup>1</sup> в регионах сети. Был намечен переход от территориального принципа управления к управлению по направлениям, в пределах которых зарождаются и погашаются вагоно- и поездопотоки, обращаются локомотивы и локомотивные бригады. Планировалось широкое использование средств автоматики, вычислительной техники, автоматизированных систем оперативного управления перевозками. Был провозглашен принцип управления путем устранения отклонений от установленных технологических нормативов. Стоял вопрос о разработке единой стратегии создания диспетчерских центров, но она так и не была принята.

На первом этапе планировалось создать и ввести в эксплуатацию до 1990 г. АДЦУ МПС и ДАДЦУ Северной, Южно-Уральской, Белорусской и Донецкой железных дорог. На последующих этапах с учетом опыта работы первых ДАДЦУ диспетчерские центры должны были создаваться на всех

---

<sup>1</sup> Дорожный автоматизированный диспетчерский центр управления

железных дорогах. Программа завершения их ввода в эксплуатацию была рассчитана до 2000 г.

С развалом Советского Союза и значительным сокращением объема перевозок в 1991 г. все работы по созданию ДАДЦУ были прекращены. К этому времени уже были завершены работы по созданию АДЦУ МПС и ДАДЦУ нескольких железных дорог.

В тексте применяется различная аббревиатура для обозначения диспетчерских центров в соответствии с рассматриваемым этапом развития.

АДЦУ МПС был размещен в здании Главного вычислительного центра (ГВЦ). В зале АДЦУ были созданы рабочие места для 32 ревизоров-диспетчеров (по количеству железных дорог в то время), главного диспетчера (руководителя смены), главного локомотивного диспетчера и главного вагонораспорядителя.

АДЦУ МПС был оснащен крупноформатным табло коллективного пользования и на каждом рабочем месте – дисплеем. На большом табло была изображена схема железных дорог СССР, где рядом со стыковыми пунктами между железными дорогами в специальных «окнах» периодически обновлялись данные о размерах сдачи и приема поездов между дорогами.

ГВЦ МПС создал систему дисплейного обслуживания диспетчеров. Информационное обеспечение АДЦУ МПС осуществлялось средствами дорожных АСОУП (первая очередь автоматизированной системы оперативного управления перевозками). АСОУП предоставляла итоговую часть натуральных листов, сообщения о случаях браков в поездной работе, плановых и неплановых «окнах» и других перерывах в работе станций, перегонов, пунктов подготовки вагонов, подъездных путей с вагонооборотом свыше 300 вагонов в сутки. Использовалась также диалоговая система ДИСКОР, предоставлявшая диспетчерам оперативный доклад (справку о выполнении показателей эксплуатационной работы за прошедшие сутки), план работы сети железных дорог, а также информацию, поступающую в реальном масштабе времени, о поездах, передаваемых по междорожным стыковым пунктам. Давалась информация о наличии маршрутов из порожних полувагонов в движении и прогноз обеспечения погрузки на углепогрузочных дорогах. По трехчасовым периодам отображалось поездное положение для значительного числа

стыковых станций сети с данными о приеме, сдаче, наличии поездов, готовых к отправлению, в том числе тяжеловесных и длинносоставных.

Вместе с тем не обеспечивался необходимый уровень полноты и достоверности данных, поступающих в АДЦУ МПС. Достоверная информация поступала примерно с 20% междорожных стыковых пунктов. При тогдашних ЭВМ 40-50% вычислительных мощностей затрачивалось на введение и хранение данных. Время отклика системы на запрос составляло 15–20 секунд. В результате диспетчерский аппарат часто информацию получал традиционным способом.

В ДАДЦУ осуществлялась концентрация всего диспетчерского аппарата отделений и дорог в едином центре или только дорожных диспетчеров оперативно-распорядительных отделов служб движения дорог. Общий зал ДАДЦУ оборудовался аналогично АДЦУ МПС за исключением того, что большинство дорог не имело большого табло. Информацией ДАДЦУ обеспечивали системы контроля поездного положения участков и дорожные АСОУП. Были определены задачи ДАДЦУ: контроль поездного положения на дороге, состояние и дислокация локомотивов грузового движения на участках и выделенных станциях, наличие и дислокация локомотивных бригад, передача поездов и вагонов по стыковым пунктам с соседними дорогами, соблюдение плана формирования, норм массы и длины поездов, развоз местного груза.

Одной из первых железных дорог, на которой началась концентрация диспетчерского аппарата, была Донецкая. В Донецке над зданием управления дороги надстроили помещение, где и поместили центр управления перевозками. В июне 1986 г. в этот центр был переведен диспетчерский аппарат Ждановского, а в октябре того же года – Ясиноватского отделения дороги и был сформирован первый район управления. В него входили 8 диспетчерских кругов, 60 станций, в том числе 3 сортировочные и 10 крупных грузовых, на которых в среднем за сутки грузили и выгружали более 12,5 тысяч вагонов. Было ликвидировано Ждановское отделение дороги и высвобождено около 100 человек административно-управленческого персонала.

В зале диспетчерского центра были размещены большое табло и рабочие места поездных и локомотивных диспетчеров, старшего сменного диспетчера района, двух техников и сменного инженера связи. В отдельном помещении за стеклянными перегородками расположили

рабочие места двух диспетчеров-вагонораспорядителей, двух техников по сбору информации о грузовой работе.

С помощью модернизированной на дороге системы диспетчерской централизации «Луч» на информационном табло отображались занятость – свободность каждого блок-участка, приемоотправочных путей, показания входных, выходных и горочных светофоров, направления приготовленных маршрутов и т.д.

Информация об отправлении поездов со станций формирования и сведения о вагонах в составах передавались диспетчеру из АСОУП на установленные в зале телетайпные аппараты.

В ДАДЦУ Донецкой дороги создали подсистемы АСОУП: автоматизированные системы концентрации диспетчерского управления (СКДУ), управления железнодорожными станциями (АСУЖС), контроля поездного положения (СКПП).

СКДУ на базе двух машин вычислительного комплекса СМ 1810 концентрировала информацию со статов диспетчерской централизации «Луч» через устройства ТВСО в комплекс СМ 1810. ЭВМ выдавала на цветные видеотерминалы, установленные на рабочем месте поездного диспетчера участка Волноваха – Камыш – Заря, график исполненного движения, поездное положение каждой станции в реальном времени (занятость путей, номера поездов, время прибытия, отправления, проследования, состояние устройств СЦБ и др.). График исполненного движения поездов вычерчивался на графопостроителе.

Для автоматизации сбора информации о грузовой работе была разработана АСУЖС. В технических и товарных конторах на станциях были созданы автоматизированные рабочие места (АРМ). Все АРМ станций были связаны с центральным двухмашинным комплексом ЭВМ СМ2, что позволило выдавать натурные и сортировочные листки, вагонные листы, отчеты о грузах, принятых к перевозке (форма ГУ-3), акты общей формы о недогрузах, отчеты о погрузке и выгрузке (формы ГО-1, 2, 3, 4), наличии местных вагонов (форма ДО-15) и др. Эта информация по запросу в реальном режиме времени и отчетном за предыдущие сутки предоставлялась работникам ДАДЦУ и отделений.

В процессе концентрации диспетчерского управления возникло мнение о возможности упразднения дорожных диспетчеров и заменой их главным диспетчером дороги. Дорожные диспетчеры отставали от реальных событий на 2–3 часа и в сокращенном графике исполненного



движения фиксировали уже прошедшие события, т.е. необходимого участия в управлении перевозочным процессом не принимали. Управление движением поездов было сосредоточено у поездного диспетчера в соответствии с Правилами технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (ПТЭ), в которых сказано, что «движением поездов на участке должен руководить только один работник – поездной диспетчер, отвечающий за выполнение графика движения поездов на обслуживаемом им участке.... Запрещается давать оперативные указания о движении поездов на участке помимо поездного диспетчера».

Следует иметь в виду, что 1980-е г. были характерны высоким уровнем использования пропускной способности участков и перерабатывающей способности станций, перенасыщением участков поездами и станций вагонным парком, низким уровнем выполнения графика движения, неэффективным использованием и дефицитом подвижного состава. В этих условиях дорожные диспетчеры вместо заблаговременного принятия мер и создания нормальных условий для пропуска поездов с опозданием фиксировали высокую плотность потока поездов, задержки их перед станциями и большие простои в ожидании отправления. На многих железнодорожных узлах образовывались так называемые «восьмерки», когда на станции смены локомотивов поезда невозможно было отправить из-за отсутствия требуемых локомотивов, которые стояли с поездами на подходе по неприему в связи с занятостью путей на станции. Число дорожных диспетчеров было сокращено, но удалось сохранить эту должность до периода, когда они стали востребованы.

В первый период создания центров управления информационное обеспечение наиболее развито было на Белорусской дороге. Уже в 1980-х гг. действующая на дороге автоматизированная система оперативного управления перевозочным процессом обеспечивала диспетчерский аппарат исчерпывающими данными обо всех поездах, находящихся на дороге. В установленные периоды времени диспетчерскому аппарату предоставлялись данные о погруженных и выгруженных вагонах на всех станциях, перемещении вагонов с местным грузом с прогнозом их прибытия на станции выгрузки. Всего диспетчерскому аппарату Белорусской дороги предоставлялось более одной тысячи форм выходных сообщений.

Специалисты Белорусской дороги считали, что традиционные средства диспетчерской централизации нецелесообразно переносить в единый центр управления. В созданной ими диспетчерской централизации пост управления был заменен микроэлектроникой, размещаемой в самом табло. Помимо традиционной индикации имитировалось перемещение номеров подвижных единиц по путям станций и перегонов. На начальной станции участка номер поезда автоматически заносился в устройства диспетчерской централизации из дорожной автоматизированной системы. Информация о прибытии поезда на конечный пункт участка также автоматически передавалась в дорожную систему. Велись работы по созданию дорожных автоматизированных систем имитационных динамических моделей поездов, локомотивов, вагонов и грузов в реальном времени.

На Среднеазиатской дороге был введен в эксплуатацию Ташкентский дорожный диспетчерский центр, в котором сосредоточили управление движением на полигоне четырех отделений – Ташкентского, Ферганского, Бухарского и Душанбинского. Аналогичный диспетчерский центр был создан и в Чарджоу для руководства движением на Ашхабадском и Чарджоуском отделениях.

На Октябрьской дороге была разработана автоматизированная система диспетчерского управления с размещением ДАДЦУ в Ленинграде, Москве, Петрозаводске и Пскове.

При проектировании ДАДЦУ на Северной и Южно-Уральской дорогах на первом этапе предусматривалась автоматизация информационного обеспечения дорожных диспетчеров, каждый из которых должен был находиться в отдельном рабочем помещении с установкой на их рабочих местах дисплеев и телетайпов, связанных с АСОУП.

В связи с развалом Советского Союза начальный этап создания диспетчерских центров не получил своего логического завершения.

Но он дал много полезного для исследователей, разработчиков и практических работников. Определил направление дальнейшего развития диспетчерских центров, а именно:

- оснащение всех станций электрической централизацией, а перегонов автоматической блокировкой;
- оснащение диспетчерских участков диспетчерской централизацией (ДЦ) или диспетчерским контролем (ДК), дающих

возможность перехода от командной системы управления движением поездов через дежурных по станции к непосредственному управлению с использованием технических устройств;

- внедрение электронной системы управления движением поездов, позволяющей диспетчерскому аппарату часть функций, выполняемых вручную, передать техническим средствам;

- внедрение взаимодействующей компьютерной системы, объединяющей в единый технический комплекс АСОУП, технические средства управления и сеть автоматизированных рабочих мест в диспетчерских центрах управления и низовом уровне.

Выполнение первой задачи началось задолго до появления самой идеи концентрации и автоматизации диспетчерского управления. Это эффективно само по себе, но является важным условием автоматизации диспетчерского руководства.

Эти же аргументы относятся и ко второй задаче. Но при реализации идеи концентрации диспетчерского управления столкнулись с тем, что перенос громоздких центральных постов существующей диспетчерской централизации (ДЦ) в новые помещения стал сдерживающим фактором. Во-первых, для размещения релейного оборудования потребовалось бы 4000–4500 м<sup>2</sup> дополнительных площадей и строительство специальных помещений. Во-вторых, для переноса действующего диспетчерского круга в другое место необходимо «окно» в перевозочном процессе продолжительностью два- три месяца. В-третьих, перенос существующих распорядительных устройств ДЦ на большие расстояния ухудшает их эксплуатационно-технические характеристики.

Диспетчерская централизация тогда представлялась неременным условием перехода к автоматизированному управлению движением поездов с применением электронных систем. Позже, когда все диспетчерские круги стали переводить в ЕДЦУ (Единый дорожный центр управления перевозочным процессом), многие из них еще длительное время работали без диспетчерской централизации.

Система электронного управления движением поездов тогда представлялась так. Главный персональный компьютер системы, который называли управляющим, параллельно с ДЦ принимает сигналы, идущие от линейных устройств, и в реальном времени отображает работу крупных узлов и поездное положение на участке. Важное значение придавали представлению на компьютере исполненного и перспективного графика

движения поездов. Поля обоих графиков отделяются друг от друга движущейся по экрану осью времени. То, что слева от нее – это уже история, и ее изменить нельзя, а справа – перспектива, и с ней должен активно работать диспетчер. Вместе с управляющим АРМом функционирует и организационный, который обеспечивает диспетчера информацией о движущихся по участку поездах и вагонах, находящихся на станциях. Организационный АРМ связан с управляющим АРМ и системой АСОУП, от которой поступают технические характеристики поездов и вагонов.

Следующим этапом в развитии диспетчерского руководства стала «Программа по проблеме совершенствования структуры управления железнодорожным транспортом» (приложение 23 Постановления расширенного заседания Коллегии МПС № 37 от 24–25 декабря 1996 г.), которая положила начало созданию Единых центров диспетчерского управления (ЕЦДУ).

Накопленный опыт создания диспетчерских центров был рассмотрен на Коллегии МПС «Об опыте коллектива Восточно-Сибирской железной дороги по реализации решений Всероссийского съезда железнодорожников в части создания безотделенческой структуры управления на дороге», проведенной 19–20 мая 1997 года в городе Иркутске.

ЕЦДУ был определен как организационно-технологическая структура в составе службы перевозок, предназначенная для автоматизированного диспетчерского управления перевозочным процессом.

При переходе на безотделенческую технологию работы создание центра диспетчерского управления на железной дороге определялось необходимым условием: именно в ЕЦДУ передаются функции, связанные с организацией движения поездов, управлением вагонным и локомотивным парком.

Цель создания Единых центров – концентрация управляющих функций диспетчерского аппарата, совершенствование управления перевозочным процессом на базе достоверной, актуальной, целенаправленно агрегированной, идентичной на всех уровнях управления информации.

Результатами внедрения ЕЦДУ должны были стать:

- повышение оперативности и качества воздействия на перевозочный процесс за счет улучшения структуры управления;
- повышение качества управления и регулирования движением поездов и, как результат, экономия ресурсов – подвижного состава, электроэнергии, материалов;
- сокращение продолжительности каждого этапа процесса управления (сбор, передача, обработка, предоставление пользователю информации и т.д.);
- повышение достоверности информации, используемой при планировании эксплуатационной работы, а также ускорение процесса планирования;
- сокращение контингента работников за счет укрупнения объектов управления и устранения ненужных промежуточных звеньев управления;
- улучшение условий труда оперативно-диспетчерского персонала.

Полигоном управления для ЕЦДУ была определена железная дорога в существующих границах. В отдельных случаях при наличии веских оснований на полигоне дороги могут выделяться районы с местным управлением.



Рис. 4.2. Центр управления перевозками ОАО «РЖД»

С учетом неравномерной технической оснащенности дорог предусматривалось поэтапное включение в ЕЦДУ отдельных участков и районов по мере их технического перевооружения. Задачи оперативного управления поездной и местной работой, локомотивным и вагонным

парком являются основополагающими в организации перевозочного процесса и должны в первую очередь решаться в ЕЦДУ.

В дальнейшем перечень автоматизируемых функций должен расширяться, охватывая все новые задачи перевозочного процесса во взаимодействии с другими системами (ДИСПАРК, ДЦФТО), включая централизованное управление смежными подразделениями, обеспечивающими перевозки (пути, связи, СЦБ, энергетики и т.д.), что позволит перейти к созданию центров управления перевозочным процессом в целом.

В соответствии с перечисленными целями осуществлена модернизация и информационной среды отрасли. Создана сеть ЦУПов – интегрированная система мониторинга перевозочного процесса и диспетчерского управления на уровне ОАО «РЖД» (ЦУП) (рис. 4.2), дорог (ДЦУП) (рис. 4.3) и отделений (ЦУМР). Целью была не автоматизация отдельных рабочих мест, функций и элементов технологии, а разработка сквозных комплексных информационно-технологических вертикалей управления перевозочным процессом. Это позволило увеличить эффективность управления, снизить эксплуатационные затраты.

До недавнего времени структура диспетчерского управления поездной работой имела три иерархических уровня: Центр управления перевозками (ЦУП) ОАО «РЖД» – «Дорожный центр управления перевозками (ДЦУП) → станции. Структура диспетчерского управления грузовой и местной работой – четыре иерархических уровня: ЦУП ОАО «РЖД» → ДЦУП дорог → ЦУМР на отделениях → станции.

На уровне ОАО «РЖД» оперативное руководство перевозочным процессом возложено на единую диспетчерскую смену, размещенную в центре управления перевозками (ЦУП). Общее оперативное руководство перевозочным процессом на сети железных дорог, организацию работы диспетчерского аппарата ЦУП ОАО «РЖД» и его взаимодействие с диспетчерским аппаратом железных дорог России и соседних государств осуществляет Главный диспетчер. Организацию поездной работы и оперативное руководство перевозочным процессом в регионах осуществляют региональные диспетчеры по направлениям сети железных дорог. Погрузку выделенных грузов обеспечивают соответствующие диспетчеры. Организацию выгрузки обеспечивает ведущий диспетчер. Соответствующие диспетчеры организуют перевозку грузов на особых

условиях и обеспечивают взаимодействие с соседними странами и другими видами транспорта.

На уровне дороги диспетчерский аппарат концентрировался в ДЦУП, который входил в состав службы перевозок. На верхнем уровне ДЦУП в оперативно-распорядительном отделе сосредоточены смены дорожных диспетчеров по направлениям, работе локомотивов, движению пассажирских поездов и перевозке выделенных грузов. Смену возглавляет старший дорожный диспетчер. На нижнем уровне находятся районы управления. Их границы полностью совпадают с границами отделений. Диспетчерскую смену района управления возглавляет дежурный, в нее входят поездные диспетчеры, локомотивный диспетчер, диспетчер по регулированию вагонным парком, техник по спецперевозкам.



Рис. 4.3. Диспетчерский центр управления Свердловской железной дороги

На базе отделений дороги в 2005 г. были созданы Центры управления местной работой (ЦУМР). ЦУМР являлся структурным подразделением отделения, но в оперативной деятельности подчинялся ДЦУП. Оперативное управление местной работой включало диспетчерский контроль за местными и порожними вагонами в процессе перемещения с момента их зарождения или поступления с соседних дорог до подачи на грузовые фронты и сдачи с дороги и передачу по эстафете между диспетчерами как по горизонтали, так и по вертикали



иерархических уровней управления дороги. Взаимодействие диспетчеров ДЦУП и ЦУМР осуществлялось на основе разграничения полномочий и ответственности. В 2010 г. ЦУМР и отделения железных дорог были ликвидированы.

#### **4.2 Диспетчерское управление эксплуатационной работой на базе системы центров управления перевозками**

Для кардинального совершенствования оперативного управления перевозочным процессом требуется полнее использовать возможности диспетчерских центров. Из этого следует, что не надо останавливаться на автоматизации информационного обеспечения диспетчерского аппарата.

Современное развитие управления требует оптимизации и адаптации, которые пока не нашли практического применения в диспетчерском руководстве.

Итак, основными этапами развития диспетчерских центров, обеспечивающими совершенствование оперативного управления перевозочным процессом, должны быть:

- первая очередь (информационно-справочная) – автоматизация сбора информации и отображение поездной ситуации;
- вторая очередь (прогнозная) – моделирование развития эксплуатационной работы на несколько часов вперед;
- третья очередь (управляющая) – автоматизация принятия решений по недопущению затруднений в поездной работе и оптимизации регулировочных мер.

Например, для поездного диспетчера первая очередь включает контроль и отображение состояния устройств СЦБ с помощью средств диспетчерской централизации; слежение за поездной ситуацией; автоматизацию задания маршрутов следования поездов, ведения графика исполненного движения и приложения к нему, анализа выполнения графика, слежение за местонахождением и режимом работы локомотивов и локомотивных бригад.

Вторая очередь – построение прогнозного графика движения поездов с учетом влияющих факторов, выявление затруднений в пропуске поездов, обеспечение локомотивами и локомотивными бригадами составов, готовых к отправлению.

Третья очередь должна обеспечивать выдачу рекомендаций по вводу поездов в график движения, оптимальному скрещению и обгону поездов,

регулирующих мер по недопущению или ликвидации затруднений в пропуске поездов.

Для дорожного диспетчера автоматизированная система должна обеспечивать на стадии:

первой очереди – ведение сокращенного графика исполненного движения, поездное положение на полигоне дороги и прилегающих участках, обмен по междорожным стыковым пунктам;

второй очереди – прогноз поездного положения на 4, 6, 12 ч вперед, выявление затруднений в пропуске поездов, приеме их на станции, вывозе со станций готовых к отправлению поездов, в своевременном обеспечении составов локомотивами и бригадами;

третьей очереди – выдачу рекомендаций по распределению поездопотоков на разветвленных полигонах в соответствии с пропускной способностью участков, по регулированию парком локомотивов и локомотивных бригад, регулирующим мерам для недопущения или ликвидации затруднений в поездной и грузовой работе.

Информационно-справочный этап реализует первоначальную идею создания диспетчерских центров управления – концентрацию диспетчерского управления перевозочным процессом, автоматизацию рутинных операций, т.е. освобождение диспетчеров от сбора и фиксирования информации, повышение оперативности и достоверности предоставляемой диспетчерскому аппарату информации.

Этот этап наиболее трудоемкий и капиталоемкий. Специальное помещение диспетчерского центра оборудуется рабочими местами, административными и специальными помещениями, техническими средствами, вычислительной техникой, коммуникациями, различными средствами связи. Другими словами, создается фундамент новой системы оперативного управления перевозками. Создаются автоматизированные рабочие места, программно-технический комплекс, информационные технологии. На этом фундаменте еще предстоит построить стены и крышу, чтобы был полноценный дом. К сожалению, на многих дорогах после строительства «фундамента» объявляют о создании диспетчерского центра и удивляются, почему эксплуатационные показатели не улучшаются, а некоторые еще и ухудшаются. Прежде чем делать такие заявления, надо вспомнить, что первый этап – это, прежде всего, автоматизация сбора информации и некоторое облегчение работы диспетчера. За счет чего должны улучшиться показатели? На этом этапе пока ничего не

оптимизируется, не предвидятся затруднения, и тем более они заранее не ликвидируются. Нет никаких рычагов для улучшения работы и показателей. Соответственно, на этом этапе не окупаются вложенные в создание диспетчерского центра средства. Тогда становится очевидным, что на информационно-справочном этапе нельзя останавливаться. К сожалению, на момент издания этой книги существует общепризнанное мнение, что на всех 17 железных дорогах и в ОАО «РЖД» уже созданы диспетчерские центры. Мы с вами видим, что диспетчерские центры еще не созданы, а только начали создаваться. Окупиться вложенные в диспетчерские центры средства смогут только на прогнозном и управляющем этапах.

Прогнозный этап предусматривает моделирование эксплуатационной работы на несколько часов вперед. К чему приводит отсутствие такого прогноза, рассмотрим на примере дорожного диспетчера. До появления ЕДЦУ дорожный диспетчер отставал от реальной поездной работы на 2–3 часа и в сокращенном графике исполненного движения и в поездном положении фиксировал прошедшие события. С переводом в ЕДЦУ он стал получать информацию в режиме реального времени, хотя, как и прежде, совершенно недостаточно принимает участие в управлении перевозочным процессом. Причина этого парадокса заключается в том, что **управлять можно только предстоящими событиями, прошедшие и происходящие в настоящее время события можно лишь фиксировать или анализировать.** Отсюда видно, что информации в реальном времени для управления недостаточно. Нет предмета для управления, нечем управлять. Таким предметом для управления могут стать предстоящие события. Следовательно, для того чтобы дорожные диспетчеры включились в более активное участие управления перевозочным процессом, их надо поставить на несколько часов впереди событий. Попросту говоря, чтобы у них появился «предмет» управления.

Как показывает практика, прогноз «вручную» носит приблизительный вероятностный характер. Объясняется это просто. Например, у поездного диспетчера на участке действует большое число сверхграфиковых предупреждений об ограничении скорости. Как они влияют на изменение времени хода поездов? Вручную диспетчер не в состоянии определить. Как повлияют на пропуск грузовых поездов опаздывающие пассажирские поезда? Какие резервы увеличения скорости

грузовых поездов появляются при фактическом весе меньше нормативного? В настоящее время поездной диспетчер ответить на эти вопросы не в состоянии. Это только три влияющих фактора. А на скорость движения поездов действуют и много других влияющих факторов, которые диспетчер в настоящее время не может учесть.

Важной составляющей планирования является прогнозирование. Если уровень прогнозирования невысокий, то, что можно сказать о планировании, например, пропуска поездов. Вот почему движение грузовых поездов происходит в условиях неопределенности, когда грузовой поезд отправляется с начальной станции по графику, а на конечную станцию участка он прибывает в некотором диапазоне времени. Вот почему фактическое время прибытия поездов на сортировочные станции значительно отличается от компьютерного прогноза по нормативам графика. Из-за этого машинный план составления на сортировочных станциях без ручной корректировки сильно отличается от фактического.

Перевозочный процесс железнодорожного транспорта – одна из наиболее сложных систем. Сложность определяется совокупностью огромного числа железнодорожных объектов, функционирующих вместе и взаимодействующих непростым способом на большом пространстве. Поведение одного или нескольких объектов влияет на поведение других. Сложность зависит не только от взаимозависимости, но и от числа взаимодействующих объектов. Сложные системы можно рассматривать, концентрируя внимание либо на объектах, либо на процессах. Железнодорожный транспорт представляет собой упорядоченную совокупность объектов, которые в процессе перевозок взаимодействуют друг с другом и обеспечивают функционирование транспортной системы как единого целого. Для таких сложных систем, как железнодорожный транспорт, невозможно организовать оптимальное управление, не имея адекватной математической модели. С использованием на основе моделей отображения работы станций, перегонов, участков, линий, направлений можно планировать предстоящую работу, заблаговременно выявлять затруднения и несоответствия, регулировочными мерами устранять препятствия и вырабатывать управляющие решения.

Для автоматизации управления технологическими процессами железных дорог целесообразно построить следующие прогнозные и управляющие модели: накопления составов, регулирования локомотивным

парком, движения поездов на участке, поездопотоков на разветвленных полигонах, планирования пропуска поездов, организации выгрузки, управления вагонным парком, работы транспортных узлов и некоторые другие. При организации взаимодействия этих моделей можно будет моделировать весь перевозочный процесс. Для создания программ имитационных моделей могут быть использованы как более 700 специализированных языков имитационного моделирования, так и более простые возможности.

Если на прогнозном этапе моделируются предстоящие события, выявляются различные несоответствия, возможные затруднения, то с реализацией управляющего этапа развития диспетчерских центров должны появиться методы и средства для отыскания и использования сложных и эффективных стратегий управления. Или, проще говоря, диспетчеру должны быть предложены меры по приведению в соответствие потребностей и возможностей, недопущению или ликвидации затруднений в работе.

Например, если заблаговременно известно, что на станции будет сформировано 18 составов, а локомотивами обеспечены 17, локомотивными бригадами – 16, «нитками» графика движения – 19, то должны быть предложены меры по приведению их в соответствие либо за счет изыскания возможности увеличения числа локомотивов и локомотивных бригад, либо за счет временного уменьшения числа формируемых составов с помощью корректировки плана формирования. Аналогично, если предстоящие размеры движения поездов превышают пропускную способность участка, то предлагаются меры по отклонению избыточного поездопотока.

Оперативное управление движением поездов возможно только при наличии прогноза предстоящей работы. Это требование сформулируем в первом принципе: *управлять можно только предстоящими событиями* (рис. 4.4).

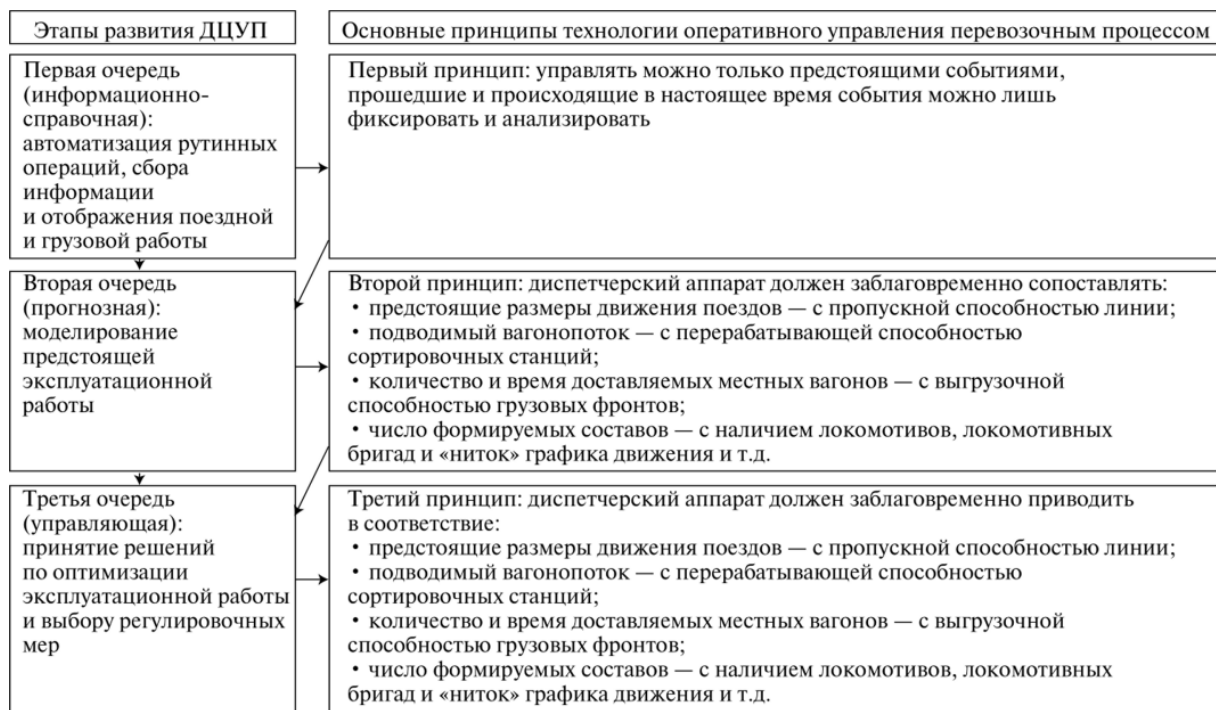


Рис. 4.4. Связь между развитием ДЦУП и технологией оперативного управления перевозками

Второй этап развития центров управления призван обеспечить диспетчеров прогнозом развития эксплуатационной работы на несколько часов вперед. Тогда станет возможным:

- изменить характер работы диспетчерского аппарата: вместо фиксирования прошедшей работы – планировать и управлять предстоящей эксплуатационной работой;
- перейти от управления поездной работой на отдельных участках к управлению на разветвленных полигонах и направлениях;
- регулировать насыщением участков поездами и станций вагонным парком;
- заблаговременно «развязывать» узлы;
- при необходимости перераспределять сортировочную работу между станциями;
- обеспечить своевременное поступление местных вагонов на станции назначения и максимально использовать выгрузочные способности грузовых фронтов.

Следующая задача технологии оперативного планирования и управления – сделать все звенья перевозочного процесса управляемыми. Иначе нередко к участкам подводят больше поездов, чем позволяет пропустить максимальный график движения; на сортировочные станции поступает вагонов больше, чем она может переработать в оптимальном

режиме; на грузовые фронты подводят больше вагонов, чем позволяет выгрузочная способность; формируют составов больше, чем своевременно могут обеспечить локомотивами и локомотивными бригадами.

Например, управление формированием составов должно заблаговременно предусматривать возможности своевременного обеспечения их локомотивами и локомотивными бригадами. Отсутствие такого управления в настоящее время постоянно ставит диспетчеров перед фактом, что составов сформировано больше, чем возможность обеспечить их локомотивами и локомотивными бригадами, или при безвызывной системе на работу вышло локомотивных бригад больше, чем имеется составов и локомотивов, и т.д. Отсюда большие простои составов, готовых к отправлению, в ожидании локомотивов и локомотивных бригад и наоборот.

Второй принцип технологии планирования и управления перевозками: *диспетчерский аппарат должен заблаговременно сопоставлять и приводить в соответствие:*

- *предстоящие размеры движения поездов с пропускной способностью линий;*
- *подводимый вагонопоток с перерабатывающей способностью сортировочных станций;*
- *количество и время доставляемых местных вагонов с выгрузочной способностью грузовых фронтов;*
- *число формируемых составов с наличием локомотивов, локомотивных бригад и «ниток» графика движения и т.д.*

Второй принцип определяет основные технологические задачи диспетчерского аппарата. Очевидно, что вручную решить эти задачи диспетчеры не могут. Первая часть этого принципа – «сопоставление» – может быть реализована на втором (прогнозном) этапе развития центров управления, а задачи «по приведению в соответствие» – на третьем (управляющем) этапе развития.

Новая технология на основе рассмотренных принципов позволит поэтапно интегрировать разрозненные звенья диспетчерского руководства и отдельные элементы эксплуатационной работы в единую, сквозную технологию оперативного планирования и управления перевозочным процессом. Основной обязанностью более высоких уровней диспетчерского руководства будет создание на нижерасположенных уровнях оптимальных условий эксплуатационной работы, в которых

реализуются максимальные размеры количественных показателей и оптимальные величины качественных показателей, т.е. эффективное использование подвижного состава, пропускных, перерабатывающих и выгрузочных способностей.

### **4.3 Оперативное управление перевозочным процессом**

Ранее уже была речь о том, что перевозочному процессу на железнодорожном транспорте объективно присуща неравномерность. Каждое из десятков тысяч предприятий, отправляющих грузы по железной дороге, не может ежедневно отгружать одно и то же количество вагонов в строго определенное время в одни и те же адреса. Поэтому и поезда из погруженных вагонов образуются на станциях каждый день по разному, т.е. в разное время и в разных количествах. Следовательно, необходимо каждый раз находить такие управляющие решения, чтобы все вагоны при сложившихся обстоятельствах быстрее покидали станции, поезда быстрее продвигались к пунктам назначения, груженные вагоны без лишних задержек передавались получателям грузов, а порожние доставлялись в пункты новой погрузки. Поиск таких решений и составляет предмет оперативного управления.

Оперативное управление перевозочным процессом на железнодорожном транспорте заключается в разработке оперативных планов и организации контроля и регулирования их выполнения. Составная часть его – диспетчерское руководство, систематический учет и контроль за ходом выполнения оперативных планов и регулирование хода производства.

Система управления перевозочным процессом на железной дороге включает в себя: планирование перевозок и техническое нормирование; график движения и план формирования поездов; оперативное планирование поездной и грузовой работы; оперативное регулирование и диспетчерское руководство.

К оперативному управлению перевозками относятся оперативное планирование эксплуатационной работы, регулирование погрузки и выгрузки, движения поездов, парков вагонов и локомотивов, вагонопотоков и технических средств и диспетчерское руководство. Задача оперативного управления – обеспечить в конкретных условиях на каждом участке сети бесперебойное выполнение плана перевозок и наилучшее использование технических средств. Оно объединяет воедино все звенья



транспортного конвейера и обеспечивает его эффективную и бесперебойную работу.

Цель оперативного планирования поездной и грузовой работы железных дорог – обеспечить в конкретных условиях планируемого периода безусловное и качественное выполнение принятых железными дорогами заявок на перевозки грузов с минимальными эксплуатационными затратами.

Оперативное планирование включает в себя:

1. Суточное планирование поездной и грузовой работы, устанавливающее задание для каждой железной дороги и по сети в целом на предстоящие сутки;

2. Сменно-суточное планирование поездной и грузовой работы, устанавливающее задание для подразделений железной дороги (дорожных направлений, отделений железных дорог, диспетчерских участков) на предстоящие отчетные сутки и на 12-часовые периоды работы диспетчерских и станционных смен.

3. Текущее планирование поездной и грузовой работы на 4-6 часов, устанавливающее в зависимости от изменений в оперативной обстановке уточнение времени отправления грузовых поездов с пономерным прикреплением поездных локомотивов и назначением поездов локомотивных бригад.

Диспетчерское регулирование предназначено для реализации оперативного управления перевозочным процессом. Оно осуществляет контроль за выполнением оперативных планов, реализует ход перевозочного процесса по железнодорожным направлениям, участкам и станциям, обеспечивает компенсацию отклонений, возникающих в ходе реализации текущих планов.

Диспетчерская система позволяет сосредоточить оперативное руководство работой любого объекта в руках одного командира, который, располагая совершенными средствами связи и пользуясь систематически поступающими сведениями о ходе производственного процесса на всех участках, может своевременно, с полным знанием обстановки, принимать меры для обеспечения четкого хода производственного процесса. Такие качества делают диспетчерскую систему особенно ценной для управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте, в осуществлении которого участвуют многочисленные территориально

разобщенные производственные подразделения, а в движении находятся одновременно тысячи поездов.

Диспетчерский аппарат представлен сейчас на трех уровнях управления. На верхнем общесетевом уровне управления в центре управления перевозками (ЦУП) диспетчеры непосредственно и непрерывно регулируют ход перевозочного процесса на дорогах и их подразделениях, входящих в данное сетевое направление. Их работу возглавляет главный диспетчер ЦУП.

Эти функции на дорожном уровне выполняются дорожным диспетчерским центром. Эксплуатационную работу диспетчерских участков регулируют поездные диспетчеры, возглавляет смену старший дорожный диспетчер.

На крупных станциях регулирование станционных процессов осуществляет маневровый диспетчер, являющийся руководителем станционной смены. На станциях, где объем работы меньше и где в штате маневровые диспетчеры на предусмотрены, эксплуатационную работу регулирует дежурный по станции.

Структура построения диспетчерского аппарата, осуществляющего оперативное управление эксплуатационной деятельностью железных дорог и станций, обеспечивает непрерывный контроль за ходом перевозочного процесса на всем протяжении железнодорожной сети; непрерывную информацию вышестоящих подразделений о работе низовых подразделений и доведение до исполнителей оперативных указаний руководителей всех уровней. Это позволяет оперативно принимать необходимые меры для обеспечения выполнения перевозок, предотвращения возможных затруднений и оказания помощи тем участкам сети, на которых возникли трудности.

## **5 Управление местной работой на участках и направлениях**

### **5.1 Понятие о местной работе**

**Местная работа** – комплекс операций с вагонами, которые для данного железнодорожного подразделения (дороги, направления или участки) являются местными, то есть вагонами, с которыми выполняются грузовые операции в пределах данного подразделения.

Местная работа на железнодорожном транспорте начинает и завершает перевозочный процесс грузов, связывает магистральный и промышленный транспорт, определяет взаимодействие железных дорог с

другими видами транспорта, обуславливает характер и объем работы многих станций, составляет значительную долю в поездной, сортировочной и маневровой работе, влияет на использование вагонов, локомотивов и пропускной способности инфраструктуры.

Это развоз местного груза по станциям данного подразделения; передача местного груза на другие подразделения данной дороги; обеспечение станций погрузки порожними вагонами; выгрузка и погрузка вагонов; обеспечение своевременного отправления местных вагонов после завершения грузовых операций и т. д. Технология местной работы устанавливается на период действия плана формирования и графика движения местных поездов. Ее разработка включает: определение объемов местной работы и схемы питания погрузочных станций порожними вагонами; установление мощности погрузочно-выгрузочных фронтов и условий подачи груженых и порожних вагонов на станции данного подразделения; выбор способов маневрового обслуживания промежуточных станций, определение рационального количества маневровых локомотивов и режима их работы; выбор варианта организации местных вагонопотоков в поезда (род и назначения поездов и включаемых в них групп вагонов, число поездов каждого назначения); выбор схем прокладки местных поездов на графике и составление рационального графика движения местных поездов; установление системы оперативного планирования и контроля выполнения местной работы.

Объемы местной работы устанавливают на основе статистических данных о погрузке и выгрузке по каждому роду подвижного состава для каждой станции, а также предоставляемых системой фирменного транспортного обслуживания (СФТО) данных заключенных договоров на организацию перевозок, маркетинговых исследований и составление прогнозов. При этом для всех станций, выполняющих грузовые операции, определяют избытки и недостатки порожних вагонов каждого рода; рассчитывают породовой баланс порожних вагонов для участка и подразделения в целом. На основе указанных данных разрабатывают схему питания погрузочных станций порожними вагонами, исходя из достижения минимального суммарного пробега порожних вагонов с исключением встречных пробега взаимозаменяемого подвижного состава. Затем рассчитывают суточные размеры прибытия и отправления груженых и порожних вагонов для всех промежуточных станций по направлениям движения, определяют местные вагонопотоки по перегонам,

составляют таблицы («шахматки») и диаграммы местных вагонопотоков участков и направлений.

Организация местных вагонопотоков, не охваченных отправительскими маршрутами, предусматривает применение следующих родов местных поездов:

сборные для развоза и сбора вагонов по промежуточным станциям; участковые, следующие по одному участку без прицепки и отцепки вагонов;

вывозные – следующие с сортировочной или участковой до отдельных промежуточных (грузовых) станций примыкающего участка или обратно с отдельных промежуточных (грузовых) станций до ближайшей сортировочной или участковой станции;

передаточные – следующие между станциями, входящими в один узел, и обслуживаемые парком специальных передаточных локомотивов;

диспетчерские локомотивы – назначаются при незначительной погрузке и выгрузке на промежуточных станциях участка, а также в дополнение к сборным поездам.

Сборные поезда формируются с подборкой вагонов по станциям участка. Схема их формирования и порядок работы на промежуточных станциях устанавливается с учетом наименьшей маневровой работы на промежуточных станциях и дифференцированных перегонных весовых норм. Разновидностями сборных поездов являются:

зонные – с работой на части промежуточных станций одного участка;

удлиненные – с работой на промежуточных станциях двух смежных участков;

сборно-участковые – следующие по нескольким участкам, работающие на промежуточных станциях одних участков и проходящие транзитом другие участки.

Вывозные, передаточные и участковые поезда формируют по весу и длине в пределах минимальных и максимальных значений норм, которые должны обеспечивать своевременную доставку местных вагонов и снижение эксплуатационных расходов. Сборные поезда и диспетчерские локомотивы отправляются с начальных станций независимо от числа накопившихся вагонов: сборные поезда – по установленным ниткам графика; диспетчерские локомотивы – на основе минимального числа раз в

сутки (в смену), установленного для обслуживания промежуточных (грузовых) станций.

Рациональный вариант технологии местной работы определяется на основе расчета натуральных показателей и эксплуатационных расходов, связанных с парками местных и порожних вагонов на станциях и в пути следования при продвижении с местными поездами; с пробегами указанных вагонов; с пробегами и парками локомотивов (поездных, вывозных, диспетчерских, маневровых); штатом локомотивных бригад, составителей и кондукторов; расходом топливно-энергетических ресурсов. При этом учитывают ограничения по весу и длине поездов; по допустимому времени развоза местного груза, исходя из установленных сроков доставки; по продолжительности работы локомотивных и кондукторских бригад; по режиму работы персонала промежуточных станций и грузовых фронтов и др.

Число сборных поездов на участке устанавливается из условия обеспечения устойчивого развоза местного груза при существующей неравномерности местных вагонопотоков. Минимальное число указанных поездов для участка в целом устанавливают как наименьшее для всех перегонов, исходя из величины вагонопотока, допустимого веса и длины составов по перегону. Целесообразность увеличения числа сборных поездов обосновывают расчетами, сопоставляя эффект от ускорения продвижения вагонов с расходами на увеличение размеров движения. При значительном местном вагонопотоке участка рассматривают также варианты выделения участковых и вывозных поездов, позволяющих ускорить продвижение вагонов по участку по сравнению со сборными поездами и уменьшить число последних.

Взаимное расположение ниток сборных поездов на поле графика движения выбирают с учетом направлений прибытия и отправления преобладающего потока местных вагонов и интервалов времени, необходимых для выполнения грузовых операций на промежуточных станциях. При наличии нескольких конкурентоспособных вариантов составляют планы-графики местной работы участков, по которым подсчитывают простои местных вагонов на каждой промежуточной и участковой станции. Наиболее эффективный вариант принимают за основу для разработки графика движения поездов на направлении.

Маневровое обслуживание промежуточных станций может выполняться: поездным локомотивом сборного поезда; диспетчерским

локомотивом участка; маневровым локомотивом, прикрепленным к промежуточной станции; маневровым локомотивом опорной станции. В последнем случае сборные и вывозные поезда доставляют местные вагоны до опорных станций, откуда их подают на прикрепленные промежуточные станции разъездными маневровыми локомотивами.

В условиях рыночных отношений возросла динамичность транспортно-экономических связей и неравномерность местной работы, что обусловило увеличение числа промежуточных станций, прикрепляемых к опорной, с 1-2 до 10 и более. При этом за опорной станцией закрепляется 2-3 и более маневровых локомотивов. Они работают под единым оперативным руководством, обеспечивающим выполнение единой нормы простоя местных вагонов, установленной для всего линейного района управления опорной станции. При такой технологии затраты на дополнительные передвижения между станциями компенсируются снижением общего числа маневровых локомотивов, ускорением формирования подач, ликвидацией части остановок сборных поездов, снижением простоев местных вагонов в условиях более равномерной загрузки обслуживающих устройств.

Концентрация переработки местных вагонопотоков на меньшем числе сортировочных и участковых станций предусматривает ускорение доставки местного груза; удлинение участков обращения местных поездов при снижении числа станций, формирующих эти поезда; групповую подборку вагонов в составах сборных поездов не только по географическому расположению промежуточных станций, но и по подъездным путям, грузовым пунктам, вагоно-местам при снижении числа маневровых локомотивов на промежуточных и грузовых станциях. При этом применяют специальные алгоритмы и компьютерные программы расчета оптимальной последовательности маневровых операций по формированию многогруппных составов при ограниченном числе и вместимости сортировочных путей (свободных концов путей).

Оперативное управление местной работой направлено на обеспечение безусловного и качественного выполнения принятых дорогами заявок на перевозки грузов с минимальными эксплуатационными затратами. Сменно-суточное планирование предусматривает определение заданий по передаче и развозу местного груза, исходя из его наличия к началу планируемого периода и нормативов продвижения, установленных на основе технологии местной работы. Текущее (на 4-6 ч) планирование

местной работы осуществляется диспетчером-вагонораспорядителем и включает развоз местного груза по выделенным грузовым станциям и опорным станциям линейных районов, обеспечение порожними вагонами погрузки и сдачи их в регулировку, доставку вагонов на технические станции после выполнения грузовых операций. Текущий план предусматривает пономерное назначение местных поездов с указанием порядка их работы на станциях, планирование работы вывозных, передаточных и диспетчерских локомотивов (за исключением локомотивов, находящихся в ведении опорных станций линейных районов). План местной работы разрабатывается на основе утвержденной технологии и твердого графика движения местных поездов с учетом дислокации и состояния вагонов, локомотивов, рационального взаимодействия с подъездными путями и режимом работы грузовых фронтов. Маневровый диспетчер опорной станции при текущем планировании местной работы определяет время окончания формирования внутристанционных передач, очередность и сроки подачи и уборки вагонов с пунктов погрузки и выгрузки, порядок погрузки и формирования отправительских маршрутов, план работы закрепленных за опорной станцией вывозных и маневровых локомотивов, маневровое обслуживание прикрепленных промежуточных станций.

Реализация планов местной работы непрерывно контролируется оперативно-диспетчерским персоналом дорожного ЕЦДУ. При необходимости принимаются меры по ускорению развоза местного груза, обеспечению погрузки и выгрузки с применением различных регулировочных приемов – прицепки групп местных вагонов к транзитным поездам, отправления их с одиночными локомотивами и др.

## **5.2 Состояние местной работы**

Современная организация местной работы регламентируется большим числом нормативно-технологических документов (внутридорожный план формирования поездов, график движения местных поездов, техническое нормирование эксплуатационной работы дорог и станций, технологические процессы работы технических, грузовых и промежуточных станций, единый технологический процесс работы подъездных путей и станций примыкания, оперативное планирование поездной и грузовой работы), которые между собой не связаны,

разрабатываются изолированно друг от друга, разными работниками и на различные сроки.

Реальные ситуации и размеры местной работы часто значительно отличаются от условий нормативных документов, предусматривающих равномерную и среднесуточную работу. Минимальное число местных поездов в графике движения вызывает большие перерывы в подаче вагонов на грузовые фронты и сгущенное поступление вагонов на станции выгрузки. Способы организации местных вагонопотоков и прокладки местных поездов на графике движения никак не связаны с условиями работы грузовых фронтов.

Грузовая работа объективно выполняется неравномерно в течение суток. Поэтому от призывов и лозунгов организовывать местную работу ритмично, равномерно, ускоренно – необходимо перейти к учету неравномерности и стремиться к *своевременному* развозу местных вагонов, чтобы максимально использовать погрузочные и выгрузочные возможности грузовых фронтов.

В настоящее время сменно-суточное планирование местной работы не нацелено на получение высокого конечного результата (погрузки и выгрузки), не учитывает реальной ситуации на станциях назначения и грузовых фронтах, необоснованно устанавливает задания на развоз местных вагонов и выгрузку, не содержит технологии достижения задаваемых показателей.

Современное информационное обеспечение руководства местной работой характеризуется большим избытком информации и низким КПД ее использования. Поток информации продолжает возрастать. Качество информации определяется недостаточной достоверностью и своевременностью. Эффективность информационного обеспечения снижается из-за отсутствия связи с технологией местной работы.

Существенно затрудняет организацию местной работы на сети железных дорог распыленность грузовой работы на неоправданно большом числе станций. Больше половины станций, выполняющих грузовую работу, являются убыточными.

Создание рынка железнодорожных транспортных услуг, наряду с грузоотправителями и грузополучателями, связано с возникновением новых субъектов этого рынка: перевозчик, владелец инфраструктуры, экспедитор, оператор подвижного состава.



На ближайшие годы наиболее актуальными вопросами будут определение статуса и выработка технологической и экономической модели развития института частных перевозчиков.

Значительное число владельцев вагонов, низкая концентрация рынка, несовершенство принципов управления небольшими парками ухудшают показатели эффективности использования подвижного состава в целом и увеличивают нагрузку на инфраструктуру, что снижает возможности железнодорожного транспорта в удовлетворении спроса экономики на перевозки, создает дополнительные сложности в организации эксплуатационной работы сети железных дорог.

Эффективное планирование и управление местной работой немыслимо без сбалансированности потребности в перевозках и возможностей транспорта при максимальном использовании выгрузочной способности грузовых фронтов. Рассмотрение различных моделей поступления порожних вагонов для обеспечения погрузки и прибытия местных вагонов под выгрузку показали, что при проектировании грузовых фронтов потребный объем грузовой работы должен составлять не более 0,5–0,6 их возможностей.

В развитии информационного обеспечения местной работы важное место принадлежит внедрению автоматического считывания номеров вагонов. Автоматическая идентификация подвижного состава повышает достоверность информации о наличии местного груза и увеличивает развоз местных вагонов, упорядочивает взаимоотношения железной дороги с клиентами, автоматизирует составление ведомости подачи и уборки вагонов, пономерной контроль времени нахождения каждого вагона на подъездном пути, расчет платы за обслуживание. Появляется возможность организации непрерывного слежения за местоположением грузов и их сохранность на всем пути следования.

Развитие информационных технологий позволило перевести в практическую плоскость электронизацию документооборота и автоматизацию управления им. Уже действует автоматизированная система централизованной подготовки и оформления перевозочных документов (ЭТРАН), которая позволила через ЭВМ оформлять заявки на перевозку грузов, заполнять накладную грузоотправителем, визирование, осуществлять предварительный и окончательный расчет провозной платы за перевозку, ведение лицевых счетов плательщиков-экспедиторов, вести оперативную и статистическую отчетность на всех уровнях управления.

Информацию о местной работе для дежурно-диспетчерского аппарата обеспечивает АСУ МР во взаимодействии с базами данных систем АСОУП, «ГИД-Урал», ЭТРАН, АСУ СС. АСУ МР включает задачи планирования развоза местного груза, погрузки, выгрузки, подвода порожних вагонов; контроля выполнения планов; анализа местной и грузовой работы.

Существующий даже не очень достоверный прогноз поступления местных вагонов на станции выгрузки может быть использован для создания оптимальных условий работы станций и грузовых фронтов. Максимальное использование погрузочной и выгрузочной способности грузовых фронтов достигается, когда после окончания грузовых операций вагоны сразу убирают с грузовых фронтов и подают следующие группы вагонов. Своевременное наличие на станциях этих подач вагонов для грузовых фронтов и должно быть целью местной работы. Все нормативно-технологические документы, регламентирующие организацию местной работы, должны быть подчинены требованию грузовых фронтов по своевременному подводу вагонов к грузовым станциям. Поэтому планировать грузовую и местную работу целесообразно перед началом каждых суток.

Для этого математическая постановка сформулирована в терминах распределения потоков на графах. Алгоритм выполнения расчетов на основе сопоставления прогноза прибытия вагонов под выгрузку с расписанием подачи на грузовой фронт приводит к упорядочению поток прибытия вагонов на станцию, с тем, чтобы обеспечить максимально возможный размер выгрузки, и определяет требуемый для этого график их поступления (развоз местных вагонов). В результате автоматизации оперативного планирования местной и грузовой работы перед началом суток и смены разрабатывается оперативный план развоза местных вагонов по станциям и подачи их на грузовые фронты.

Такой план кроме планируемого размера выгрузки содержит и технологию (оперативную корректировку плана формирования и графика движения местных поездов) достижения этой выгрузки, что позволяет контролировать ход его выполнения.

Повышение эффективности перевозочного процесса, увеличение уровня маршрутизации перевозки грузов и транзитности вагонопотоков связано с автоматизацией календарного планирования погрузки и перевозки грузов. Разработка календарного плана заключается в

распределении погрузки по назначениям плана формирования и по дням календарного периода.

Неудачный опыт создания ЦУМР показал необходимость решения задачи взаимодействия и разграничения полномочий иерархических уровней управления местной работой. Использование информационной теории иерархических систем позволяет задачи оперативного планирования местной работы, в том числе технического нормирования, планирования развоза и обеспечения погрузки, свести к некоторым специальным задачам математического программирования. Это позволяет наиболее рационально организовать перевозочный процесс с максимальным учетом интересов ОАО «РЖД», региональных дирекций и предприятий.

Наиболее действенной частью оперативного управления перевозочным процессом являются регулировочные меры. В настоящее время существующий набор регулировочных мер не имеет технологической основы, т.е. в каких случаях целесообразно применять те или иные меры, что требуется сделать и какие результаты будут получены. Многие регулировочные меры носят характер лозунга.

Регулировочные меры должны стать инструментом в оптимизации издержек и рыночных требований к качеству перевозок. Эффективное применение регулировочных мер позволяет своевременно выявлять и использовать скрытые резервы в технологии перевозочного процесса. Важным предназначением оперативного регулирования является создание оптимальных условий работы станций, участков, грузовых фронтов. Только в оптимальных условиях можно достичь максимальных результатов перевозочной деятельности с минимальными эксплуатационными затратами, выполнить нормативы плана формирования, графика движения, технологических процессов, что обеспечит соблюдение сроков доставки грузов и безопасность движения.

В существующей классификации железнодорожных станций отсутствуют опорные станции. В результате в настоящее время нет типового технологического процесса их работы, отсутствуют правила и нормы проектирования опорных станций, методика расчета их пропускной способности и необходимого числа путей и оснащения.

На отечественных железных дорогах имеется опыт приспособления сортировочных станций к выполнению местной работы. На некоторых

сортировочных станциях для переработки местного вагонопотока используется парк местной работы.

Как показывает опыт отечественных и зарубежных сортировочных станций, местная работа должна быть изолирована от основной сортировки транзитных вагонов, следующих с переработкой. В этом случае эффект достигается за счет того, что горка и вытяжки лишь в незначительной степени занимаются сортировкой местных вагонов, а для основной подборки вагонов предусматривается вспомогательное сортировочное устройство.

В организации местных вагонопотоков наибольшее распространение получили групповые поезда. Тем не менее, в сетевом и внутридорожном плане формирования этой категории поездов недостаточно. Увеличение числа групповых поездов на дорогах сдерживается неприспособленностью станций к их формированию и обмену групп вагонов в пути следования. Ускорению формирования групповых поездов, улучшению использования сортировочных путей и повышению перерабатывающей способности станции может способствовать секционирование нескольких путей в сортировочном или в специально созданном парке. Другим способом ускорения подборки вагонов в групповых поездах является технология ускоренного формирования многогруппных составов за счет рациональной последовательности выполнения маневровых операций по сортировке и сборке групп вагонов на ограниченном числе сортировочных путей или на концах этих путей.

### **5.3 Обслуживание промежуточных станций сборными поездами**

Сборные поезда формируют на сортировочных и участковых станциях для прилегающих участков местной работы. Сборный поезд предназначен для развоза вагонов под погрузку и выгрузку на промежуточные станции прилегающих участков и сбора вагонов после выполнения грузовых операций. Вагоны подбирают группами для каждой станции отцепки и располагают в сборном поезде последовательно в соответствии с расположением станций на участке. Формирование составов сборных поездов производится по специальным схемам, предусматривающим размещение вагонов для каждой станции в одном месте, а групп вагонов в поезде – в зависимости от условий маневровой работы на промежуточных станциях. Обращаются сборные поезда в соответствии с графиком движения.

Для выполнения маневровой работы со сборными поездами на промежуточных станциях могут использоваться:

- поездные локомотивы, диспетчерские, передаточные;
- маневровые локомотивы, прикрепляемые к одной или нескольким станциям участка;
- разъездные маневровые локомотивы, обслуживающие промежуточные станции по определенному расписанию, согласованному с графиком движения сборных поездов;
- собственные локомотивы, примыкающих к станции подъездных путей.

До отправления сборного поезда с технической станции все станции участка получают информацию о его составе в виде телеграммы-натурного листа. На основании полученной информации на станциях составляется план работы со сборным поездом и готовятся вагоны для прицепки.

Обслуживание промежуточных станций сборными поездами наиболее распространено. На железнодорожном участке в зависимости от объема местной работы могут обращаться одна или более пар сборных поездов, а также разное их число по направлениям движения. Сборные поезда обращаются, как правило, ежедневно. При необходимости назначаются дополнительные сборные поезда или производится их отмена.

В процессе разработки технологии определяют необходимое количество сборных и вывозных поездов, схему их расположения на графике движения, выясняют возможность использования диспетчерских и маневровых локомотивов, устанавливая способ обслуживания каждой промежуточной станции: согласовывают расписания участковых и сборных поездов с целью ускорения доставки вагонов, учитывают нормы времени непрерывной работы локомотивных бригад.

Число сборных поездов по направлениям движения на каждом участке устанавливают в зависимости от размеров местных вагонопотоков, осваиваемых этими поездами, и дифференцированных норм массы и длины составов сборных поездов, устанавливаемых для каждого перегона. Вагонопотоки определяют по каждому перегону и направлению движения.

Число сборных поездов в каждом направлении

$$N_{сб} = \frac{U_{зр} q_{бр} + U_{нор} q_m}{Q_{бр}^Д}; N_{сб} = \frac{U_{зр} + U_{нор}}{m_Д}, \quad (5.1)$$

где  $U_{гр}$ ,  $U_{пор}$  – вагонопотоки соответственно в груженом и порожнем направлении по перегонам;

$q_{бр}$ ,  $q_m$  – соответственно масса брутто груженных вагонов и тары порожних вагонов, т;

$Q_{бр}^д$  – дифференцированная норма массы поезда, т;

$m_d$  – дифференцированная норма длины состава в вагонах.

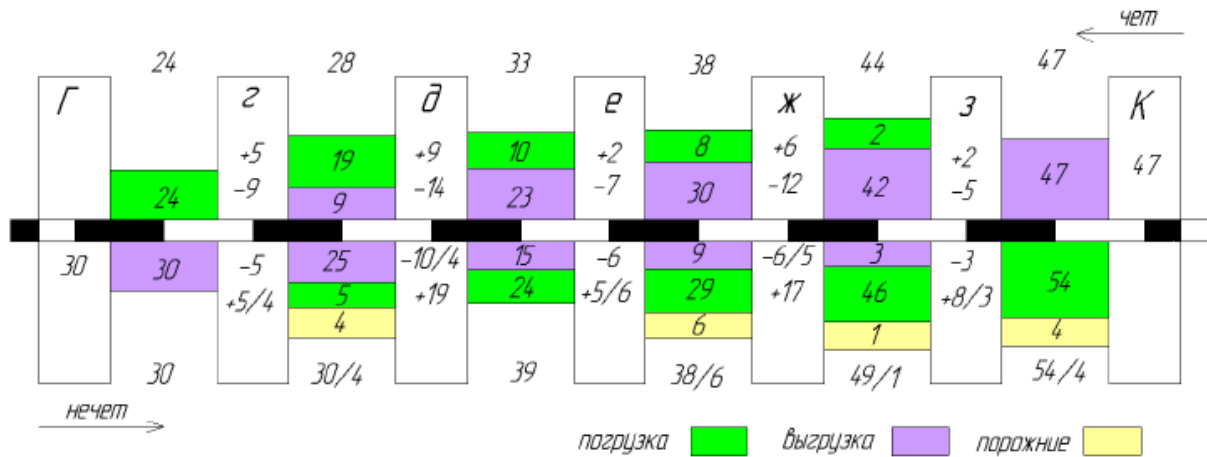


Рис. 5.1. Пример диаграммы сборного поезда

Для определения числа, категории и составов поездов, обслуживающих местную работу участка, составляется диаграмма (рис. 5.1). Состав сборного поезда по отправлению с начальной технической станции показывают дробью: в числителе – величина груженой части состава, которая равна выгрузке участка в данном направлении движения, т.е. сумме отцепляемых на участке груженных вагонов; в знаменателе – потребное количество порожних вагонов, размеры подсылки которых устанавливаются с учетом обеспечения погрузки участка за счет освобождающегося из-под выгрузки порожняка в попутном направлении следования сборного поезда. На каждой промежуточной станции состав сборного поезда уменьшается за счет отцепки-выгрузки и доставки порожних вагонов и увеличивается за счет прицепки-погрузки и уборки порожних вагонов. По прибытии на конечную техническую станцию состав сборного поезда будет следующий: числитель – погрузка участка, т.е. сумма прицепленных на участке груженных вагонов, следующих за его пределы; знаменатель – остаток порожних вагонов после обеспечения погрузки участка.

В том случае, когда полученное число сборных поездов больше единицы, необходимо использовать вывозные поезда для подачи-уборки

местных вагонов на ближайшие промежуточные станции вместо назначения в обращение дополнительного сборного поезда.

При недостатке местных вагонов сборные поезда могут пополняться вагонами участкового потока. При пропуске неполновесных сборных поездов используются дифференцированные перегонные времена хода.

Расписание и схема прокладки сборных поездов на участке устанавливаются по условию наименьшего простоя местных вагонов на станции их формирования и на промежуточных станциях.

При наличии двух и более сборных поездов в одном направлении они прокладываются на графике равномерно в течение суток. В соответствии с местными условиями возможна и другая схема, при которой первый сборный поезд развозит порожняк под погрузку, а второй собирает погруженные вагоны или, наоборот, первый поезд подает вагоны под выгрузку, а второй собирает порожние вагоны. При такой схеме интервал между сборными поездами устанавливается равным времени на расстановку и сборку групп вагонов по грузовым фронтам и на выполнение грузовых операций.

Максимальное время нахождения сборного поезда на участке определяется нормой непрерывной работы локомотивных бригад, обслуживающих сборные поезда, включая время на прием и сдачу локомотива бригадами.

Окончательное число поездов, обслуживающих местную работу на участке, устанавливается на основе итоговых результатов расчета с учетом выполнения основных требований к организации местной работы.

Организация местной работы на участке на направлении в целом должна обеспечить:

- ускорение развоза и сборки местных вагонов;
- минимальный простой местных вагонов на промежуточных и технических станциях;
- наиболее производительное использование вагонов и локомотивов;
- обязательное выполнение установленных норм продолжительности непрерывной работы локомотивных и поездных бригад;
- согласование в работе станций, смежных участков и подъездных путей.

Примерный график работы со сборным поездом при выполнении маневров поездным локомотивом показан на рис. 5.2.

Время на выполнение операций для конкретной станции устанавливается расчетом.

Операции	Время	Исполнители
1. Подготовка прицепляемой группы вагонов и документов на них	0	ДСП, приемосдатчик
2. Передача документов на отцепляемые вагоны.	2 мин	Локомотивная бригада, ДСП
3. Осмотр прицепляемых групп вагонов	4-8 мин	Локомотивная бригада, спец. работник
4. Отцепка и расстановка вагонов	20 - 22 мин	Локомотивная бригада, ДСП
5. Прицепка вагонов	5-10 мин	Локомотивная бригада, ДСП
6. Передача перевозочных документов	4	Приемосдатчик, ДСП
7. Сокращенное опробование тормозов и отправление	6 - 8	Локомотивная бригада
Общая продолжительность		

Рис. 5.2. Примерный технологический график работы со сборным поездом на промежуточной станции

Продвижение сборного поезда по участку производится на основе графика движения поездов в соответствии с приказом поездного диспетчера, который передается главному кондуктору (составителю) сборного поезда и дежурным по станциям отцепки и прицепки вагонов. В приказе указывается время прибытия на каждую станцию, число отцепляемых и прицепляемых вагонов и время отправления со станции.

При одной паре сборных поездов можно воспользоваться упрощенным способом выбора схемы (в соответствии с рис. 5.3).

При  $N_1 + N_4 > N_3 + N_2$  целесообразнее применить первую схему в соответствии с рис. 5.3, а.



При  $N_2 + N_3 > N_4 + N_1$  – вторую в соответствии с рис. 5.3, б.

Минимальный интервал между прибытием поезда на техническую станцию и отправлением встречного сборного определяется продолжительностью грузовых операций на ближайшей промежуточной станции.

При незначительной разнице сумм  $N_1 + N_4 > N_2 + N_3$  следует руководствоваться схемой расположения на участке пункта оборота локомотивов сборных поездов. При этом рациональнее принять ту схему, которая обеспечит использование локомотива, а следовательно, локомотивных и поездных бригад сборного поезда под сборный обратного направления. Это исключит необходимость резервной подсылки поездной бригады для поезда обратного направления, т.е. если пунктом оборота является ст. Д, то необходимо принять схему в соответствии с рис. 5.3, а, выполнив увязку локомотива в соответствии с нормой на отдых бригад.

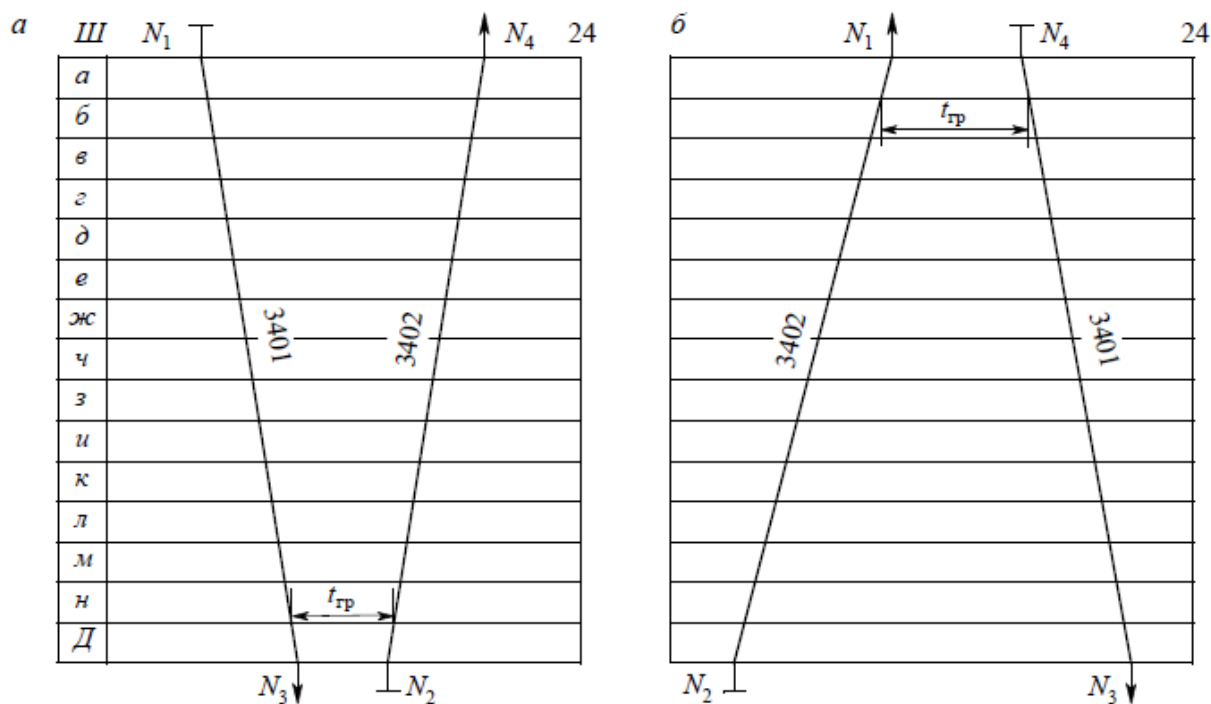


Рис. 5.3. Схемы расположения сборных поездов на участке

#### 5.4 Другие способы обслуживания промежуточных станций

Существуют следующие способы обслуживания промежуточных станций участка:

- сборными поездами с работой каждого поезда на всех промежуточных станциях (рис. 5.4, а);
- сборными поездами с работой на опорных промежуточных станциях в сочетании с маневровыми локомотивами (рис. 5.4. б);
- зонными сборными поездами (рис. 5.4, в);

- вывозными поездами;
- диспетчерскими локомотивами.

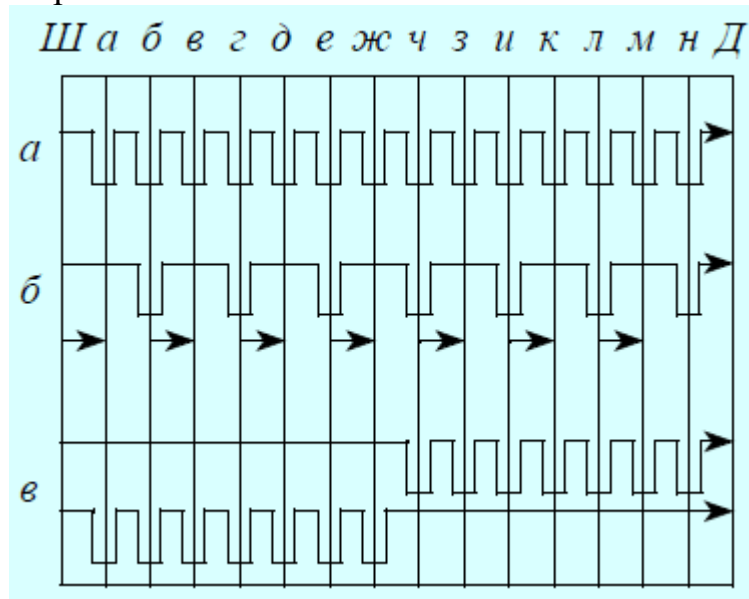


Рис. 5.4. Схемы работы сборных поездов и маневровых локомотивов на участке

В зависимости от местных условий (объема и характера вагонопотоков, числа вагонов, которые могут использоваться под сдвоенные операции, направления следования порожних вагонов, технологических особенностей станций и т. д.) могут быть разработаны комбинированные способы.

На коротких участках с небольшой местной работой самым распространенным способом обслуживания промежуточных станций является развоз и сборка вагонов сборными поездами.

Наиболее целесообразной схемой прокладки сборных поездов в этом случае является схема *а* на рис. 5.4.

На длинных участках при назначении двух сборных поездов целесообразно применить третью схему (в соответствии с рис. 5.4, *в*). По этой схеме один поезд проходит первую часть участка (зону) без работы, на второй зоне работает на всех станциях. Второй сборный поезд обслуживает первую зону, а вторую проходит без работы.

Такой способ позволяет сократить время нахождения сборного поезда на участке, ускорить продвижение местного груза по участку и сократить рабочее время нахождения на участке локомотивных и поездных бригад.

Схема вторая (в соответствии с рис. 5.4, *б*) способствует ускорению продвижения сборного поезда по участку, но требует значительных

дополнительных затрат на содержание маневровых локомотивов на опорных промежуточных станциях.

Взаимное расположение сборных поездов на графике зависит от числа вагонов, поступающих с каждого направления под выгрузку или порожних под погрузку, и числа погруженных вагонов, с подразделением на четное и нечетное направления.

### **5.5 План-график местной работы и его показатели**

Построение суточного плана-графика местной работы выполняется в соответствии со схемой взаимного расположения поездов, обслуживающих местную работу, и диаграммой местных вагонопотоков.

План-график местной работы участка должен предусматривать, по возможности, равномерное распределение погрузки и выгрузки в течение суток; наивыгоднейшие варианты организации отправительских и ступенчатых маршрутов на основе календарного и почасового (или по периодам суток) планирования погрузки по назначениям; наиболее рациональное породовое распределение порожних вагонов для погрузочных станций в соответствии с родом грузов и их назначением; возможно более широкое применение сдвоенных грузовых операций, использование одних и тех же вагонов несколько раз в течение суток (многократные грузовые операции); сокращение простоя вагонов на подъездных и станционных путях, особенно в ожидании подачи, уборки и отправления; наименьшие пробеги вагонов, освобождаемых из-под выгрузки и направляемых под погрузку на данном отделении, наилучшее использование локомотивов и соблюдение установленной продолжительности непрерывной работы локомотивных бригад.

К составлению плана-графика местной работы на участках привлекают работников транспортных цехов промышленных предприятий.

На плане-графике показывается движение сборных и вывозных поездов, число отцепленных вагонов под выгрузку и порожних под погрузку, время выполнения грузовых операций с вагонами и прицепка груженых и порожних из-под выгрузки к каждому поезду (рис. 5.5).

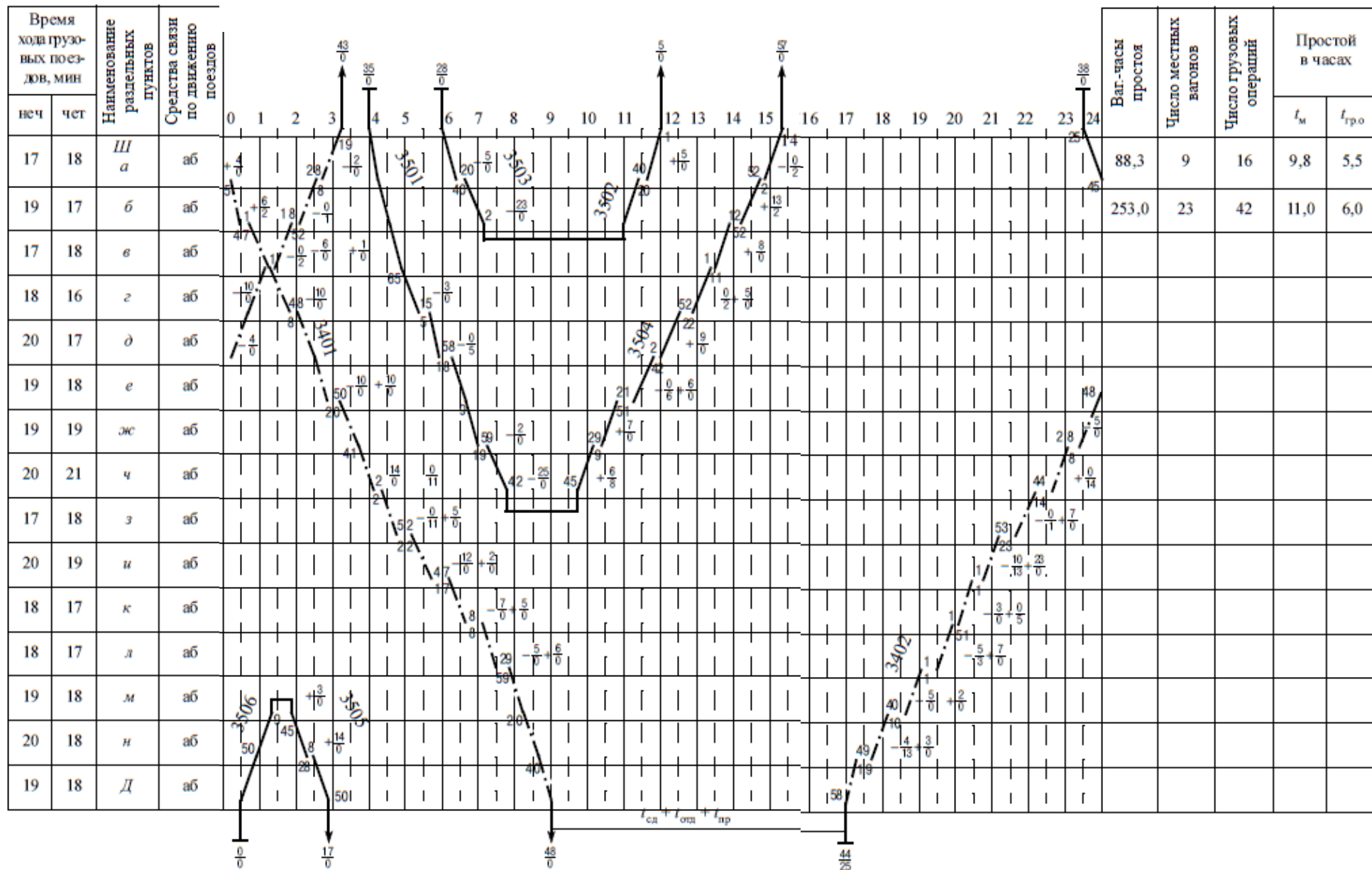


Рис. 5.5. – План-график местной работы участка III–Д

Из графика видно, что местная работа на участке Ш–Д выполняется одной парой сборных поездов и тремя вывозными. Сборные поезда проложены с увязкой локомотива в пункте оборота Д с учетом времени отдыха бригад и обеспечения минимальных простоев вагонов на промежуточных станциях. График движения сборных поездов согласован с графиком обращения вывозных поездов. Так, по станции *н* основная группа вагонов, прибывших с поездом № 3402, после окончания грузовых операций должна быть отправлена в нечетном направлении. Для этого через расчетное время на грузовые операции назначается вывозной поезд № 3506/3505 со ст. Д. Такое же согласование осуществлено и по ст. *м*. По другим станциям участка согласовано движение поездов № 3401 и № 3402 с поездами №№ 3501, 3502, 3503 и 3504.

### **Определение норм простоя местных вагонов**

На основании разработанного суточного плана-графика местной работы определяются нормы простоя вагонов по каждой станции и участку в целом, для чего составляется расчетная табл. 5.1.

Простой местного вагона исчисляется от момента прибытия его на станцию до момента отправления. Он определяется делением суммы вагоно-часов простоя на число местных вагонов:

$$t_m = \frac{\sum nt_m}{\sum n_m}, \quad (5.2)$$

где  $\sum nt_m$  – суммарные вагоно-часы простоя;

$\sum n_m$  – количество местных вагонов, определяемое как число (груженых и порожних) вагонов, отцепляемых (или прицепляемых) на станции (участке).

Средний простой, приходящийся на одну грузовую операцию  $t_{zp}$ , ч, определяется по формуле

$$t_{zp} = \frac{\sum nt_m}{U_n + U_в} \text{ или } t_{zp} = \frac{t_m}{K_{сдв}} \quad (5.3)$$

где  $K_{сдв}$  – коэффициент сдвоенных операций, определяемый по формуле

$$K_{сдв} = \frac{U_n + U_в}{\sum n_m}, \quad (5.4)$$

здесь  $U_n$  – число вагонов, погруженных на станции (участке) за сутки;

$U_в$  – число выгруженных вагонов.

Таблица 5.1

### Расчет простоя вагонов на промежуточных станциях участка

№ поезда	Время прибытия ч, мин	Число вагонов, $n_m$	Время отправления ч, мин	№ поезда	Простой группы $t$ , ч	Ваг.-ч простоя $\sum nt_m$	Число грузовых операций $U_{n+} + U_e$	Простой местного вагона $t_m$ , ч	Простой под грузовой операцией $t_{гр}$ , ч	Коэф. сдвоен. операций $K_{сдв}$
<i>Станция а</i>										
3402	2.38	2	11.40	3502	9,0	18,0	4			
3503	6.20	3	11.40	3502	5,3	15,9	6			
		2	0.05	3401	17,7	35,4	4			
3504	14.32	2	0.05	3401	9,5	19,0	2			
Итого		9				88,3	16	9,8	5,5	1,8
<i>Станция б</i>										
3402	1.58	1	14.12	3504	12,2	12,2	1			
3503	7.02	13	14.12	3504	7,1	91,3	26			
3503	7.02	1	14.12	3504	7,1	7,1	1			
3503	7.02	6	0.47	3401	17,8	106,8	12			
3503	7.02	2	0.47	3401	17,8	35,6	2			
Итого		23				253,0	42	11,0	6,0	1,83
и т.д.										
Всего		$\sum n_m$				$\sum nt_m$	$\sum U_{n+} + U_e$			

### 5.6 Основные задачи организации и управления местной работой

Основными задачами дирекции управления движением при организации местной работы является:

- выполнение плана погрузки грузов;
- организация, оперативное руководство и контроль передачи местных вагонов между районами управления, развоза местного груза, и выгрузки вагонов;
- обеспечение сроков доставки.

При организации местной работы дирекция управления движением взаимодействует:

– с территориальным центром фирменного транспортного обслуживания (ТЦФТО), который разрабатывает и предоставляет месячный наряд-заказ и суточный план на погрузку в соответствии с заявками формы ГУ-12, на отправление поездов по расписанию на

договорной основе (с согласованным временем отправления и прибытия), а также осуществляет контроль за их выполнением;

- с дирекцией тяги, осуществляющей обеспечение своевременной выдачи вывозных, передаточных и маневровых локомотивов;

- с Центром управления тяговыми ресурсами полигона (ЦУТР) в части согласования потребного количества локомотивов, задействованных в сборном, вывозном, передаточном видах движения и на маневровой работе;

- с дирекцией инфраструктуры (службой вагонного хозяйства), обеспечивающей технический осмотр, ремонт и подготовку вагонов под погрузку;

- с дирекцией по управлению терминально-складским комплексом, осуществляющей погрузо-разгрузочные работы на местах общего пользования;

- с дирекциями инфраструктуры, по ремонту пути, материально-технического снабжения, осуществляющими погрузку и выгрузку вагонов для нужд предприятий перевозчика;

- с представителями грузовладельцев по вопросам организации грузовой работы;

- с представителями владельцев и операторов подвижного состава по вопросам направления вагонов в отстой.

Управление местной работой осуществляется оперативным и диспетчерским персоналом по каждому району управления (РУ) и району местной работы (РМР).

Сменно-суточное планирование грузовой и местной работы включает в себя следующие основные функции:

- сменно-суточное планирование грузовой работы станций;

- планирование подвода порожних вагонов в соответствии с заявками на погрузку;

- планирование обеспечения оформленных к перевозке вагонов, в том числе в рамках договоров на организацию перевозок по расписанию, тяговыми ресурсами;

- планирование поездной работы на сутки и смену в части продвижения местных вагонопотоков (развоз, сбор, передача).

Сменно-суточное планирование грузовой и местной работы осуществляется под руководством заместителя начальника ДЦУП - начальником оперативно-распорядительного отдела при участии старшего

диспетчера (по управлению перевозками (по сменно-суточному планированию)), начальников районов управления, начальников железнодорожных станций, руководителей ТЦФТО в соответствии с Регламентом взаимодействия Территориального центра фирменного транспортного обслуживания и Дирекции управления движением - филиалов ОАО «РЖД».

Текущее планирование местной работы является уточнением сменного плана и включает в себя следующие основные функции:

- текущее планирование составообразования и отправления со станций грузовых поездов местных назначений;
- текущее планирование работы вывозных, передаточных, диспетчерских и маневровых локомотивов;
- текущее планирование развоза и сбора местных вагонов по прикрепленным станциям;
- увязку суточных и текущих планов поездной и грузовой работы станций.

Ответственным за текущее планирование является диспетчер по управлению перевозками района управления, при участии ДНЦ, ДНЦВ (вагонно-распорядительный диспетчер).

Диспетчерское регулирование местной работы предусматривает детализацию текущих планов под руководством ДНЦ, включая:

- мероприятия по обеспечению выполнения текущего плана работы;
- мероприятия по ускоренному продвижению вагонов с истекшим или истекающим сроком доставки;
- очередность подачи и уборки местных вагонов на станциях;
- планирование формирования многогруппных составов.
- мероприятия по организации переподачи вагонов на местах общего и необщего пользования в случаях сгущенного прибытия вагонов под выгрузку.

Контроль и анализ местной работы предусматривает:

- контроль и анализ выполнения сменно-суточного плана поездной (в части продвижения местных вагонопотоков) и грузовой работы;
- контроль (в т.ч. пониточный и почасовой) выполнения текущих планов;
- принятие решений по совершенствованию технологии организации местной работы.



Контроль и анализ местной работы осуществляется начальниками районов управления под общим руководством начальника ДЦУП.

### **5.6.1 Сменно-суточное планирование местной работы**

Цель сменно-суточного и текущего планирования местной работы – обеспечить в конкретных условиях планируемого периода безусловное и качественное выполнение принятых железной дорогой заявок на перевозки грузов с минимальными эксплуатационными затратами.

Задачами планирования местной работы на уровнях железных дорог, центров организации работы станций и станций являются организация:

- выполнения объемов погрузки и выгрузки в целом, по роду подвижного состава и по номенклатуре грузов;
- обеспечения порожними вагонами принадлежности ОАО «РЖД» заявок грузоотправителей на погрузку грузов, включая погрузку отправительских и ступенчатых маршрутов или порожними вагонами другой принадлежности – по указаниям собственников этих вагонов;
- работы локомотивов и локомотивных бригад для обеспечения установленных размеров движения местных грузовых поездов;
- передачи и развоза местного груза в заданных объемах;
- отправления местных поездов по твердым ниткам графика движения;
- рационального использования локомотивов и локомотивных бригад, задействованных в местной работе;
- ускорения оборота местного вагона.

Оперативное планирование и управление местной работой осуществляет дежурно-диспетчерский аппарат: ДЦУП, (дорожный уровень) → ДЦУП (районы управления) → станции. Структура диспетчерского руководства местной работой на всех уровнях управления должна обеспечивать взаимодействие и разграничение полномочий и ответственности.

Дорожный уровень ДЦУП, разрабатывает и реализует текущий план передачи местных вагонов между районами управления. Районы управления осуществляют текущее планирование формирования местных поездов и развоз местных вагонов. Станции разрабатывают текущий план подачи и уборки местных вагонов с грузовых фронтов и реализуют его.

## **Планирование выгрузки на смену и сутки**

Формирование плана выгрузки на смену и сутки включает следующие процессы, реализуемые последовательно:

- подготовка плана подвода местных вагонов к району управления и передача их между районами управления;
- подготовка плана развоза местных вагонов по станциям внутри района управления;
- подготовка проекта плана выгрузки диспетчером по регулированию вагонного парка (по организации местной работы) ДНЦВ;
- рассмотрение проекта плана выгрузки начальниками железнодорожных станций и предложения по его корректировке;
- окончательная корректировка плана выгрузки в ДЦУП контролируется заместителем начальника района управления (по организации местной работы);
- согласование и утверждение плана выгрузки и корректировка плана выгрузки по районам управления контролируется заместителем начальника службы движения (по грузовой работе).

До начала разработки проектов планов выгрузки на уровне районов управления в ДЦУП, исходя из наличия и прогнозируемого поступления местного груза и порожних вагонов в течение предплановых и плановых суток, с учетом работы в первую половину суток, разрабатывается проект заданий:

- ✓ по передаче местного груза между районами управления;
- ✓ по развозу местного груза поступающего в маршрутах до станций выгрузки или в поездах по плану формирования поездов - до технических станций районов управления.

Исходные данные для планирования, а также автоматически рассчитанный предварительный план развоза и выгрузки должны быть получены в Автоматизированной системе управления местной работой (АСУМР). ДНЦВ оценивает результаты автоматического расчета сменно-суточных планов, согласовывает их с поездными диспетчерами и выполняет итоговую корректировку непосредственно в автоматизированной системе. Анализ результатов автоматического планирования осуществляется не позднее 14 часов предплановых суток на основе следующих данных:

– ход выполнения плана выгрузки в предплановые сутки, наличие не выгруженных вагонов и вагонов, находящихся под выгрузкой на станциях дороги;

– подход вагонов под выгрузку к станциям района управления (из плана подвода, рассчитанного на региональном уровне);

– наличие вагонов под выгрузкой на станциях назначения и на других станциях этого района управления к развозу («косая» таблица местных вагонов);

– прогноз выгрузки, посчитанный на основании нормативно-справочной информации, содержащей данные для расчета прогноза развоза местного груза и временах на выполнение операций с вагонами на станциях.

– нормы перерабатывающей способности станций;

– среднесуточные значения показателей выгрузки и наличия.

Ознакомление и внесение изменений в предложенный план работы на линейном уровне выполняются через специализированные формы АСУМР по установленному регламенту не позднее 14 часов предплановых суток.

Начальники железнодорожных станций должны обеспечить ввод своих предложений для адресной корректировки варианта плана выгрузки ДНЦВ в Автоматизированную систему управления местной работой. Варианты предложений могут быть как по сокращению числа выгружаемых вагонов в плане (с обязательным указанием причины пономерной невыгрузки), так и по увеличению этого показателя.

Анализ предложенного плана работы станций выполняет начальник района управления или его заместитель. Начальник района управления, руководствуясь реальной оперативной обстановкой, нормами технического плана выгрузки, нормой выгрузки вагонов по обороту, производит следующие действия:

✓ принимает решения по спорным вопросам (между вариантами ДНЦВ и начальников станций или его заместителей);

✓ выдает дополнительные задания по ускорению развоза вагонов (для ДНЦВ) и выгрузке вагонов (для начальников станций);

✓ оформляет на своем АРМ принятые решения путем пономерного включения или исключения вагонов из плана выгрузки или дает указание диспетчеру по регулированию вагонными парками (по организации местной работы) на окончательную корректировку плана.

На плановом селекторном совещании, проводимом начальником ДЦУП или его заместителем с начальниками районов управления в 14 часов, предшествующих плановым, обсуждаются результаты планирования, введенные в автоматизированную систему управления местной работы. Результаты планирования сопоставляются с нормой технического плана выгрузки. Если наличие местных вагонов в адрес района управления недостаточно, на селекторном совещании начальник ДЦУП принимает решения по увеличению пономерного объема подводимого на районы управления местного груза за счет ускорения его продвижения по железной дороге. Начальник ДЦУП на основании принятых решений выдает задания начальникам районов управления на пономерное увеличение объемов выгрузки вагонов.

Согласованный и утвержденный план выгрузки становится доступен всем станциям района управления в автоматизированной системе управления местной работы сразу после утверждения.

Начальник района управления на основании полученного плана выгрузки и дополнительного задания проводит мероприятия, направленные на их выполнение. Для этого начальник района управления:

- при необходимости заказывает в локомотивном эксплуатационном депо по согласованию с диспетчером (локомотивным) дополнительное количество диспетчерских локомотивов и локомотивных бригад;
- формирует задания начальникам станций для организации ими работы с грузополучателями по обеспечению пономерной выгрузки вагонов;
- формирует пономерное задание по своевременному развозу вагонов под выгрузку на прикрепленные станции и подачу вагонов под выгрузку.

План выгрузки определяется как сумма плановых показателей выгрузки каждого района управления. Этот план уточняется в 15 часов предплановых суток.

Таким образом, составляется план развоза местного груза от технических станций до станций назначения, выгрузки вагонов. При этом на основе детализации вагонного парка формируются итоговые данные о размерах выгрузки в целом, по родам и выделенным типам подвижного состава с распределением по станциям.

После 16 часов в АСУМР становится доступен сменно-суточный план работы, учитывающий повышающие задания начальникам

железнодорожной станций, а также указания диспетчерам поездным (далее ДНЦ) и ДНЦВ по своевременному развозу вагонов под выгрузку на железнодорожные станции и подачу вагонов под выгрузку.

План выгрузки, откорректированный по указанию начальника района управления (НРУ), является окончательным вариантом сменного суточного плана выгрузки и обязательным для исполнения на железнодорожных станциях.

Корректировка суточного плана работы выполняется по итогам работы первой половины суток до 07:00, к началу селекторного совещания, проводимого в 8:00 заместителями начальников районов управления местной работы. Корректировка предполагает переоценку возможности станций по выполнению действующего плана работы с учетом оперативной обстановки и обновленного прогноза местной работы.

Если введенные в автоматизированную систему управления местной работой значения плана выгрузки ниже перерабатывающей способности станции, то должна быть введена причина занижения плана.

Откорректированный суточный план выгрузки по дирекции управления движением рассматривается на оперативном совещании, проводимом начальником службы движения дирекции управления движением в присутствии начальника ДЦУП или его заместителей, а также представителей ТЦФТО, отдела специальных перевозок дирекции управления движением.

После 9:00 уточненный суточный план выгрузки и развоза становится доступен всем причастным работникам в автоматизированной системе управления местной работой.

### **Планирование погрузки на смену и сутки**

Ежесуточно ТЦФТО формирует план погрузки на следующие железнодорожные сутки на основании календарного плана погрузки (заявок ГУ-12) с учетом:

- установленных техническим планом норм погрузки по родам грузов и направлениям следования;
- ограничений инфраструктуры по техническим и технологическим возможностям;
- возможности предъявления грузоотправителем груза к отправлению в плановые сутки;
- наличия дебиторской задолженности клиента.

Планирование и контроль обеспечения погрузки по всей вертикали управления ЦД производится с помощью АСУМР. С этой целью в АСУМР ежедневно до 12:30 должны поступать данные по заявкам на перевозку грузов (ГУ-12, ГУ-13, данные должны поступать в АСУМР в оперативном режиме), данные учетных карточек выполнения принятых заявок на перевозку грузов (ГУ-1, данные должны поступать в АСУМР в оперативном режиме), накладные на перевозку (данные должны поступать в АСУМР в оперативном режиме).

При планировании обеспечения и подачи порожних вагонов под погрузку учитывается планируемая погрузка по графику подач ГУ-12 на трое суток вперед (с учетом восполнения недогруза и отказа грузоотправителя от погрузки (данные ГУ-1)). Для вагонов в подходе и на станции погрузки в ожидании подачи определяется приоритет подвода под погрузку и подачи в соответствии с заявками и исключением ситуаций, связанных с необеспечением из-за несвоевременного подвода и/или подачи вагонов под погрузку. Определение, под какую заявку ГУ-12 следует вагон, производится на основе накладных на перевозку. АСУМР по полученным исходным данным автоматически рассчитывает прогноз обеспечения заявок ГУ-12 на следующие сутки, формирует предложение по плану подвода вагонов. Исходные данные по рассчитанному прогнозу используются при составлении сменно-суточного плана сбора-развоза, и уточнения плана погрузки на вторую половину суток.

Диспетчер по регулированию вагонного парка (по организации местной работы) ДНЦВ до 13:30 местного времени анализирует подход и наличие на станциях порожних вагонов различных операторов, заадресованных грузополучателям, и определяет порядок обеспечения под позиции плана погрузки.

На ежедневном плановом совещании, проводимом до 14 часов местного времени, начальник района управления или его заместитель по местной работе (при участии ДНЦВ) с начальниками станций планирует обеспечение плана погрузки с установленными для него приоритетами.

Начальники железнодорожных станций или их заместители докладывают о количестве:

- вагонов, годных под погрузку, на самой станции;
- порожних вагонов, которые не будут заняты под погрузку на станции выгрузки в плановые сутки;
- частных и находящихся в управлении ОАО «РЖД» вагонов.

Суточный план погрузки формируется с учетом возможности его обеспечения приватными порожними вагонами с назначением в адрес станций погрузки, вагонами в управлении перевозчика и принадлежности государств – участников Соглашения, из которых формируется погрузочный ресурс:

порожние вагоны рабочего парка, находящиеся на станциях погрузки и не задействованные в плане текущих суток;

порожние вагоны рабочего парка, находящиеся на других станциях дирекции управления движением;

вагоны, поступающие в порожнем состоянии с соседних дирекций управления движением и железнодорожных администраций других государств;

вагоны, выпускаемые из ремонта и пунктов подготовки под погрузку;

вагоны, временно не задействованные в перевозочном процессе и находящиеся в отстое и т.д.

В соответствии с планом погрузки НРУ с участием ДНЦВ проверяет на обеспеченность порожними вагонами соответствующего рода железнодорожной станции назначения и принадлежности, с учетом их дислокации и действующих технологических нормативов времени (на развоз порожних вагонов, их подачу и нахождение на пунктах погрузки), обеспечивающих прием погруженных вагонов к перевозке в планируемые сутки. По результатам проверки ДНЦВ готовит сменные задания для ДНЦ и диспетчеров маневровых железнодорожных станций соответственно на развоз и на подачу порожних вагонов.

В результате планирования формируется предварительный план погрузки района управления, который учитывает:

– выполнение норм месячного технического плана погрузки для района управления;

– возможности по обеспечению плана погрузки порожними вагонами исходя из их наличия в районе управления, подготовки вагонов на пунктах подготовки вагонов к перевозкам (ППВ) (промывочно-пропарочных станциях (ППС));

– прогноза обеспечения погрузки порожними вагонами с учетом своевременного их подвода на станции назначения.

К моменту начала ежесуточного планового селекторного совещания, проводимого начальником ДЦУП в 14 часов местного времени,

предшествующих плановым, начальниками районов управления сформирован план погрузки района управления.

На совещании начальник ДЦУП во взаимодействии с начальниками районов управления уточняет планы погрузки районов управления и планируемого порядка их обеспечения:

- количество вагонов и тонн грузов, планируемых к погрузке на станциях районов управления, объемы погрузки по родам вагонов и номенклатуре грузов, объемы погрузки крупных грузоотправителей;

- возможности районов управления по обеспечению своей погрузки порожними вагонами на основании данных об их наличии и техническом состоянии;

- подвод дополнительного количества заадресованных порожних вагонов в районы управления для обеспечения погрузки с соседних районов управления дирекции управления движением;

- отстановка в отстой на станциях районов управления излишнего количества заадресованных порожних вагонов для обеспечения погрузки района управления будущих периодов.

В результате планирования грузовой работы по каждому району управления путем корректировки планов погрузки районов управления и выдачи дополнительных заданий формируется план погрузки дирекции управления движением как сумма планов погрузки каждого района управления.

Погрузка отправительских и формирование ступенчатых маршрутов в суточном плане устанавливается на основе поступивших заявок грузоотправителей. На их основе разрабатывается на предстоящие сутки план-задание на погрузку грузов маршрутами и сдачу маршрутов по стыковым пунктам полигонов и соседних дирекций управления движением. В суточном плане поездной и грузовой работы районов управления устанавливается порядок и сроки обеспечения станций погрузки вагонами, вывоза груженых маршрутов, а также порядок объединения групп вагонов после их погрузки в ступенчатые маршруты.

Разработанный начальником ДЦУП план погрузки при необходимости корректируется и утверждается руководителем дирекции управления движением.

Согласованный и утвержденный план погрузки согласно Инструкции по оперативному планированию грузовой и поездной работы в ОАО



«РЖД» передается на станции района управления не позднее, чем за 3 часа до начала плановых суток.

Начальник района управления на основании полученного плана погрузки и дополнительного задания уточняет мероприятия, направленные на их выполнение и выдает в форме приказа соответствующие указания диспетчерам (по управлению перевозками района управления) и начальникам станций.

### **5.6.2 Текущее планирование местной работы в ДЦУП**

Текущий план местной работы является составной частью текущего плана поездной работы ДЦУП.

Цели текущего планирования:

- контроль выполнения сменно-суточного плана;
- внесение коррективов при отклонении от выполнения сменно-суточного плана;
- заблаговременное выявление несоответствия предстоящих размеров работы и возможностей ее выполнения;
- своевременное применение регулировочных мер;
- создание и поддержание оптимальных режимов работы.

Текущее планирование местной работы предусматривает конкретизацию заданий суточного и сменного плана на период 3-6 часов в зависимости от изменений в оперативной обстановке. Текущий план местной работы региона управления включает развоз местного груза и подвод порожних вагонов под погрузку по железнодорожным станциям, погрузку и выгрузку вагонов, сбор, отправление и доставку вагонов на технические железнодорожные станции после выполнения грузовых операций, в том числе для их сдачи. Указанный план предусматривает назначение местных поездов с указанием порядка их работы на железнодорожных станциях, планирование работы вывозных, передаточных и диспетчерских локомотивов. Текущее планирование местной работы осуществляется на основе утвержденной технологии и твердого графика движения местных поездов, с учетом дислокации и состояния вагонов, локомотивов, рационального взаимодействия с железнодорожными путями необщего пользования и режимом работы грузовых фронтов.

ДНЦВ в границах своего РМР ведет текущее планирование назначения местных поездов (сборных, вывозных, передаточных) по

ниткам графика движения поездов, планирует их работу по железнодорожным станциям участков и работу диспетчерских локомотивов на основании данных о подходе и наличии вагонов на технических железнодорожных станциях к развозу и к уборке и отправлению на железнодорожных станциях РУ. При планировании учитываются данные о планируемой передислокации порожних вагонов под свою погрузку; продвижение местных поездов, следующих по участкам разных ДНЦ; совместное использование локомотивов, обслуживающих местную работу на участках разных ДНЦ; передислокация порожних вагонов между участками разных ДНЦ.

Текущий план развоза местного груза в составе местных поездов и прицепных групп по опорным станциям должен отвечать следующим требованиям:

- выполнение сменно-суточного плана грузовой работы;
- обеспечение развоза всех (подлежащих развозу) вагонов по станциям назначения;
- выполнение графика движения и плана формирования местных поездов;
- обеспечение своевременной доставки вагонов на станции назначения с учетом выполнения сроков доставки грузов и возможности выполнения с ними грузовых операций с учетом режимов работы грузовых фронтов;
- обеспечение наименьшего простоя местных вагонов на технических и опорных станциях в ожидании развоза, на станциях выполнения грузовых операций в ожидании уборки и отправления;
- эффективное использование допустимых норм веса и длины поездов, силы тяги локомотивов.

Ответственным за текущее планирование является диспетчер по управлению перевозками района управления, при участии ДНЦ, ДНЦВ.

Автоматизация управления местной работой включает два направления: сквозной контроль состояния местной работы (административный контур управления) и информатизацию диспетчерского управления местной работой (технологический контур).

Первое направление реализуется в рамках системы СИРИУС и предусматривает выдачу в единых интерфейсах пользователей показателей, характеризующих состояние и итоги местной работы.

Второе направление реализуется в рамках специализированной системы АСУ МР и предусматривает создание информационно-управляющих технологий, обеспечивающих планирование и организацию собственно местной работы. Это назначение местных поездов, формирование заказ-нарядов для станций на прицепку вагонов к ним, согласование работы с каждым местным вагоном по всей цепочке операций, своевременное обеспечение каждой заявки годным для ее выполнения подвижным составом, организацию эффективной работы локомотивов, выделенных на местную работу и др.

### **5.7 Оперативное управление местной работой**

Управление местной работой предусматривает:

а) разграничение технологического процесса планирования и управления местной работой в дирекции управления движением – структурном подразделении ЦД по уровням иерархии и горизонтам времени:

– уровень диспетчерской смены района управления ДЦУП – планирование и управление продвижением местных вагонов в границах района в течение смены (ДНЦВ, ДНЦ);

– уровень руководства района управления ДЦУП – планирование грузовой работы железнодорожных станций района управления на сутки и смену (НРУ, зам. НРУ);

– уровень руководителя диспетчерской смены ДЦУП – координация работы районов управления по передаче груженых и порожних местных вагонов между районами управления в течение смены (ДГПС, ДГПМ, сменный инженер);

– уровень руководства ДЦУП – планирование местной и грузовой работы районов управления на сутки и смену (зам. ДЦУП по организации местной работы, зам. ДГ и старший диспетчер по планированию);

б) разделение функций управления местной работой в районе управления ДЦУП:

– контроль исполнения и подготовка плановых заданий (ДНЦВ);

– утверждение плановых заданий (уточнение сменного плана на ближайшие 3-6 часов) - диспетчер по управлению перевозками района управления;

– обеспечение выполнения плановых заданий с принятием регулировочных мер (ДНЦ).

в) распределение функций управления между диспетчерами, при котором достигается минимум затрат на согласования (наибольшая завершенность цепочек технологических и управляющих операций под руководством одного диспетчера) при соблюдении допустимой загрузки персонала.

При наличии специфики в организации местной работы в районе управления могут предусматриваться должности диспетчеров по регулированию вагонного парка (по организации перевозок выделенных родов грузов: наливных, рудно-металлургических, строительных, химических, угля, перевалки на водный транспорт и др.) при объеме перевозок одного груза свыше 30 тысяч тонн в сутки.

Наличие диспетчеров по организации перевозок выделенных грузов для планирования и управления приоритетными объектами и транспортными потоками (работой кольцевых и технологических маршрутов и др. при их значительных объемах).

Структура управления местной работой обеспечивает:

- соблюдение принципа единоначалия в оперативно-диспетчерской работе с местным грузом и порожними вагонами;

- оптимизацию управления в работе с груженными и порожними местными вагонами за счет выделения сфер ответственности и устранение дублирования функций;

- обеспечение взаимодействия ДНЦВ с ДНЦ на базе современных информационных технологий;

- своевременное перераспределение ресурсов, тяготеющих к сезонной работе при погрузке отдельных видов грузов (зерно, цемент, строительные грузы и т.д.) на уровне ДЦУП в ситуациях, когда собственных ресурсов района управления недостаточно для выполнения поставленных заданий;

- систему контроля местной работы с персональной ответственностью оперативно-диспетчерского персонала за выполнение сменного задания.

Основными задачами дирекции управления движением при организации местной работы является:

- выполнение плана погрузки грузов;

- организация, оперативное руководство и контроль передачи местных вагонов между районами управления, развоза местного груза, и выгрузки вагонов;

– обеспечение сроков доставки;

При организации местной работы дирекция управления движением взаимодействует:

- с территориальным центром фирменного транспортного обслуживания (ТЦФТО), который разрабатывает и предоставляет месячный наряд-заказ и суточный план на погрузку в соответствии с заявками формы ГУ-12, на отправление поездов по расписанию на договорной основе (с согласованным временем отправления и прибытия), а также осуществляет контроль за их выполнением;

- с дирекцией тяги, осуществляющей обеспечение своевременной выдачи вывозных, передаточных и маневровых локомотивов;

- с ЦУТР в части согласования потребного количества локомотивов, задействованных в сборном, вывозном, передаточном видах движения и на маневровой работе;

- с дирекцией инфраструктуры (службой вагонного хозяйства), обеспечивающей технический осмотр, ремонт и подготовку вагонов под погрузку;

- с дирекцией по управлению терминально-складским комплексом, осуществляющей погрузо-разгрузочные работы на местах общего пользования;

- с дирекциями инфраструктуры, по ремонту пути, материально-технического снабжения, осуществляющими погрузку и выгрузку вагонов для нужд предприятий перевозчика;

- с представителями грузовладельцев по вопросам организации грузовой работы;

- с представителями владельцев и операторов подвижного состава по вопросам направления вагонов в отстой.

Управление местной работой осуществляется оперативным и диспетчерским персоналом по каждому РУ и району местной работы (РМР).

Текущий план развоза местных вагонов по промежуточным прикрепленным станциям маневровыми локомотивами станций составляет ДНЦВ. План развоза вагонов на промежуточные станции ДНЦВ должен согласовать с диспетчерами поездными соответствующих участков и довести до ДСЦ/ДСП.

ДНЦВ согласовывает с ДНЦ диспетчерских участков на полигоне РМР, диспетчерами маневровыми (станционными) железнодорожных

станций формирования местных поездов проект текущего плана местной работы РМР и представляет его диспетчеру по управлению перевозками (по району управления).

Диспетчер по управлению перевозками (по району управления) проверяет согласованность решений в масштабах РУ с учетом текущей поездной обстановки. В необходимых случаях производится координация решений с участием ДНЦ в части:

планирования локомотивов под поезда;

времени отправления сформированных местных поездов со станций формирования и обмена групп;

продвижения местных поездов в узлах (как правило, по твердым ниткам графика движения), времени прибытия и отправления местных поездов на железнодорожные станции узла;

организации пропуска местных поездов в условиях «окон», различных затруднений и прочих ситуаций, требующих изменения графиковых ниток и принятия особых решений по организации пропуска поездов.

Диспетчер по управлению перевозками (по району управления) утверждает текущий план местной работы и не позднее, чем за 1 час до начала планируемого периода, объявляет приказ о назначении местных поездов в адрес диспетчеров поездных, локомотивных региона управления, ДНЦВ, диспетчеров маневровых (станционных) железнодорожных станций формирования местных поездов. В приказе указываются назначение поездов; время отправления с железнодорожных станций формирования и обмена групп; назначение, количество вагонов, вес брутто и условная длина поездных групп; номера локомотивов.

### **Контроль и анализ выполнения оперативных планов местной работы**

Ход выполнения сменно-суточного и текущего планов местной работы постоянно контролируется ДЦУП с использованием автоматизированных систем управления местной работой в режиме реального времени.

Почасовой контроль выполнения текущего плана, производимый ДНЦВ в отношении грузовой работы и работы с порожними вагонами, включает оценку:

хода выполнения грузовой работы, погрузки и выгрузки вагонов, подачи и уборки их с грузовых фронтов;

отправления порожних вагонов на станции назначения, сравнение запланированного и фактического числа собранных на технических железнодорожных станциях и отправленных порожних вагонов;

контроль поступления порожних вагонов под погрузку.

Пониточный контроль выполнения текущего плана местной работы, производимый ДНЦВ в отношении развоза местного груза, включает:

сравнение времени отправления каждого местного поезда в плане и фактического времени, когда поезд был принят к отправлению поездным диспетчером, передан на участки других диспетчерских кругов, а также времена прибытия поезда на станции назначения и обмена групп вагонов;

число планируемых и фактически развезенных вагонов;

выполнение станциями заданий по отправлению вагонов в местных поездах и прицепными группами к транзитным поездам;

выполнение плана развоза местного груза и порожних вагонов на промежуточные станции - сравнение планируемого и фактического времени поступления вагонов на станции.

Итоги выполнения текущих планов и сменного задания в целом оформляются специальными табличными формами, содержащими данные о запланированной работе и фактическом ее выполнении с указанием причин допущенных срывов и нарушений. Результаты анализа выполнения планов местной работы используются руководством и специалистами службы движения, РУ, РМР и железнодорожных станций при решении вопросов корректировки технологии местной работы, ее экономической оценки, материального стимулирования работников диспетчерских и станционных смен.

## **6 Разработка графика движения поездов**

### **6.1 Принципы разработки графика движения поездов**

Поезда на графике прокладываются последовательно по их категориям: вначале – пассажирские в соответствии со схемой их обращения на данном направлении, после этого – ускоренные грузовые, далее – местные, а затем – остальные грузовые поезда.

Наиболее целесообразным необходимо считать следующий порядок составления графика:

1. на график накладываются пассажирские поезда;

2. составляется принципиальная схема графика движения поездов и оборота локомотивов для всего направления с учетом схемы графика местной работы участков;

3. на основе разработанной принципиальной схемы графика строятся подробные графики для каждого участка:

а) на однопутных линиях прокладка начинается с ограничивающего перегона, а затем график строится в обе стороны;

б) выбираются нитки графика для тяжеловесных поездов с учетом увязки их между участками и по обороту локомотивов.

Для дальних грузовых поездов график движения строится сквозным на всем пути их следования. Это обеспечивает согласованную работу смежных участков и повышает маршрутную скорость движения поездов. Сквозная прокладка также позволяет лучше увязать оборот поездных локомотивов.

Местные (сборные) поезда прокладываются на графике в соответствии с предварительно выбранными схемами их обращения. При этом должны быть обеспечены условия для наиболее рациональной организации грузовой работы на всех станциях участка.

Особо следует обращать внимание на подвод грузовых поездов к сортировочным, участковым и крупным грузовым станциям. Чтобы обеспечить пропуск сквозных поездов через эти станции с минимальными стоянками необходимо проверять в процессе составления графика загрузку их путей.

Если к станции примыкают однопутные и двухпутные участки с взаимно пересекающимися сквозными поездотоками, то целесообразно начинать разработку графика с однопутных участков. Отработав график на однопутных участках, выбирают линии хода для поездов, переходящих на двухпутные участки.

При наличии участков с большой местной работой разработку графика начинают с них. Для согласования местной работы смежных участков и станций линии хода местных поездов (сборных, сборно-участковых, сборно-удлиненных) на этих участках должны быть взаимно увязаны во времени их прибытия с одного участка и времени отправления на смежный.

После составления графика проверяется:

1. Соответствие количества проложенных поездов потребному;
2. Соблюдение норм станционных интервалов;



3. Соблюдение норм времени хода по перегонам;
4. Времени стоянок грузовых и пассажирских поездов по станциям участка;
5. Выполнение установленной продолжительности непрерывной работы локомотивных бригад и времени нахождения локомотива на станциях основных и оборотных депо;
6. Правильность присвоения номеров поездам;
7. Соответствие числа поездов, одновременно находящихся по графику на каждом раздельном пункте, имеющемуся на них количеству приемоотправочных путей.

Инженер, составляющий график движения, должен знать схемы станций (их путевое развитие), участки и четко представлять порядок производства на них маневровой работы. Например, возможно ли параллельное выполнение операций по приему и отправлению поездов во время работы на станции со сборными поездами; на каких станциях маневровая работа выполняется с обгоном локомотива, сколько времени тратится на маневровую работу и ряд других особенностей.

## **6.2 Выделение «окон» в графике**

Работы по ремонту сооружений и устройств в соответствии с Правилами технической эксплуатации железных дорог РФ являются составной частью технологии перевозочного процесса работы участка.

График движения должен предусматривать свободные от пропуска поездов промежутки времени, так называемые «окна», для выполнения работ по реконструкции, капитальному, среднему и подъемочному ремонту пути, для электрификации, а также для осмотра и текущего ремонта устройств пути, контактной сети, СЦБ и связи (технологические окна). Предоставляют их, как правило, в светлое время суток и лишь на пригородных участках – в ночное время.

Для выполнения работ по текущему содержанию пути, искусственных сооружений, контактной сети и устройств СЦБ в соответствии с ПТЭ должны предоставляться технологические окна продолжительностью не менее одного часа – на однопутных и не менее двух часов – на двухпутных участках.

На направлениях, где предусматривается выполнение ремонтно-строительных работ, разработка графика движения поездов должна осуществляться таким образом, чтобы предоставляемые в определенные дни недели окна вызвали минимальные задержки пассажирских поездов.

В этих целях на двухпутных линиях должны быть выделены две зоны в четном и нечетном направлениях продолжительностью 4,5-5 ч с интервалом между ними 7-7,5 часов.

Для корректировки расписаний следования пассажирских поездов по ремонтуемому двухпутному участку без изменения времени входа на участок и выхода поезда с участка следует предусматривать резерв, равный расчетному времени хода по максимальному перегону. Этот резерв должны иметь только пассажирские поезда обоих направлений, которые проложены в выделенных зонах. Резерв следует закладывать в стоянки на промежуточных станциях, расположенных на конце ремонтуемого участка по направлению движения поезда. Для тех поездов, которые не имеют остановок на промежуточных станциях, резерв целесообразно закладывать в стоянки на станциях, которые предусмотрены для выполнения технических операций или операций по посадке и высадке пассажиров.

Согласование окон заключается в максимальном использовании перерывов в движении поездов, возникших из-за окна на первом участке, для предоставления окон на последующих участках. При этом должны обеспечиваться минимально возможные задержки грузовых поездов. Для наилучшего использования пропускной способности окна согласовываются следующим образом:

- если время хода грузового поезда, установленное по участковой скорости, между ремонтуемыми участками менее 6 ч, то начало окна на втором участке по ходу поезда должно быть смещено на это время от начала окна на первом участке;

- если между ремонтуемыми участками время хода грузового поезда составляет 6-20 ч, то «окна» на таких участках целесообразно предоставлять в один и тот же день с одновременным их началом;

- если время хода между ремонтуемыми участками составляет свыше 20 ч, то «окна» на следующем участке необходимо предоставлять в то же время на вторые сутки.

Согласование окон на смежных направлениях, разделенных сортировочной станцией, целесообразно осуществлять в том случае, если одновременно ремонтируются перегоны, непосредственно примыкающие к сортировочной станции.

На сутки предоставления «окна» для ремонтно-строительных работ разрабатывается вариантный график движения поездов, в котором предусматриваются:

✓ возможность закрытия движения поездов для производства работ;

✓ пропуск пассажирских поездов дальнего следования постоянного обращения без существенных изменений расписаний и сдача их без опоздания на соседние участки; - усиление пропуска грузовых поездов в предоконный период за счет максимального использования пропускной способности, сдвигания поездов и т.п. мероприятий;

✓ своевременный подвод к фронту работ всех хозяйственных поездов с техникой и материалами и своевременный вывод их из зоны работ после окна;

✓ пропуск поездов после «окна» с ограничениями скорости, предусмотренными Инструкцией.

Вариантные графики для участков направлений с интенсивной технологией перевозочного процесса и линий скоростного пассажирского движения подлежат утверждению в Центральных дирекциях ОАО "РЖД".

При организации механизированного содержания пути в соответствии с ПТЭ необходимо предусматривать технологические окна, по продолжительности и периодичности соответствующие разработанной на дороге технологии по текущему содержанию пути и других технических устройств.

Основная задача организации движения поездов при выполнении работ, связанных с предоставлением «окон», – пропуск плановых вагонопотоков с высокими показателями эксплуатационной работы и эффективное использование машин и механизмов.

Продолжительность «окна» и их количество определяются его назначением, числом главных путей, системой механизации и принятой технологией производства работ, пропускной способностью и грузонапряженностью линии, объемом и сроками выполнения работ.

Количество окон, требующихся для выполнения заданного объема работ, может быть определено по следующей формуле:

$$K_{ок} = \frac{1000 \cdot L}{l_{np} (T_{ок} - R) \cdot П}, \quad (6.1)$$

где  $L$  – объем работ, требующих предоставления окон, км;

$l_{np}$  – средняя производительность работы одной путевой машинной станции (ПМС) за один час полезного времени окна, м;

$T_{ок}$  – продолжительность окна, ч;

$R$  – затраты времени во действия время окна на подготовительно-заключительные операции, ч;

$(T_{ок} - R)$  – полезное время окна, ч;

$P$  – число ПМС, одновременно работающих во время окна.

Продолжительность окна определяется на основании технико-экономических расчетов по установлению минимума эксплуатационных расходов на один километр отремонтированного пути, связанных с доставкой и развертыванием машин и механизмов  $\mathcal{E}_{д.м.}$ , их использованием,  $\mathcal{E}_{и.м.}$ , свертыванием и возвращением в места дислокации  $\mathcal{E}_{с.м.}$  и с задержками поездов и локомотивов  $\mathcal{E}_{з.п.}$  в тыс. руб./км:

$$\mathcal{E}_{уд} = \mathcal{E}_{д.м.} + \mathcal{E}_{и.м.} + \mathcal{E}_{с.м.} + \mathcal{E}_{з.п.} \quad (6.2)$$

Для усиленного капитального, капитального и усиленного среднего ремонтов продолжительность «окон» составляет:

на 2-путных линиях – 6...8 ч,

на 1-путных линиях – до 6 ч.

Если эти виды ремонтов ведутся с глубокой очисткой щебня, то закрытие одного из путей 2-путного перегона допускается на 10...15 ч и более.

Для среднего ремонта предусматриваются окна продолжительностью до 5 ч, подъемочного – до 4 ч.

При электрификации линии продолжительность окна для работы котлованокопателя и установочного поезда 2–2,5 ч, но не более 3 ч по условию работы установочного поезда. С поля без предоставления окна устанавливается не более 10% опор.

Производство крупных по объему работ планируется комплексно по всем видам устройств широким фронтом, с концентрацией средств, машин, механизмов и рабочих бригад на закрытых перегонах в многосуточные окна.

Движение поездов в таких случаях осуществляется по заранее разработанным вариантным графикам с некоторым отклонением поездопотоков на параллельные хода.

Нельзя планировать «окна» одновременно на двух и более параллельных ходах, а также на нескольких подходах к узлам.

При капитальном ремонте и работах с использованием комплекта машин (щебнеочистительной машины ЩОМ-4, путеразборщика, путеукладчика, балластировочных поездов, выправочно-подбивочно-отделочной машины ВПО-3000), а также при пропуске соединенных

поездов оптимальная продолжительность окна составляет: на однопутных линиях 4–5 ч (при размерах движения грузовых и пассажирских поездов до 30 пар в сутки), на двухпутных линиях – 5–6 ч (при размерах движения 60 поездов в сутки и менее).

На грузонапряженных линиях при капитальном ремонте используются окна большой продолжительности (6–9 ч) с работой трех комплектов машин на двух перегонах. Большое окно позволяет эффективно использовать тяжелые путевые машины и механизмы, сократить общее время закрытия перегонов для движения поездов, повысить производительность труда и снизить себестоимость ремонта.

На грузонапряженных линиях предоставляются одно или два окна в течение недели. По окончании ремонта в течение 2–3 ч происходит стабилизация пути с постепенным повышением скорости с 15 до 30, 45, 60 км/ч и более.

Движение поездов в период окна на временно-однопутном перегоне двухпутного участка может быть следующее: при величине окна  $T_{ок} = 2$  ч – одностороннее с пропуском только тех поездов, для которых незакрытый путь является правильным; при  $T_{ок} = 2 - 3$  ч – двустороннее с переменной направления движения после каждого поезда; при большой продолжительности окна  $T_{ок} = 4$  ч – двустороннее с переменной направления поездов, следующих пакетами до 5–6 и более поездов в пакете; и, наконец, обращение соединенных поездов с локомотивами в голове и середине состава.

Движение поездов по неправильному пути может производиться: с использованием «живой» блокировки, при которой сигналисты, расставленные у километровых столбов через 2–5 км и обеспеченные телефонной связью между собой, подают ручные сигналы в зависимости от места расположения поездов; с использованием устройств переносной системы автоблокировки; по показаниям приборов автоматической локомотивной сигнализации; по телефонному способу связи.

На однопутных участках предоставление окон приводит к полному прекращению движения. Увеличение пропускной способности однопутного участка в период «окна» достигается: прокладкой дополнительного числа поездов в окно с задержкой их на промежуточных станциях (штриховые линии) и даже на ремонтируемом перегоне в направлении следования путевых машин; пропуском соединенных поездов в период до и особенно после «окна»; применением пакетного движения

на участках, оборудованных полуавтоматической блокировкой, в течение 2–2,5ч до и после окна с использованием переносной автоблокировки или временных блокпостов.

Технологические окна для текущего содержания пути, контактной сети, устройств СЦБ и связи предоставляются в светлое время суток. Эти «окна» называют скользящими, так как время их начала различно на отдельных перегонах.

Если в действующем графике движения поездов технологические перерывы не предусмотрены, то «окна» предоставляются в оперативном порядке, с выдачей разрешения на них не позднее, чем за сутки до начала работ.

### **6.2.1 Вариантные графики в период предоставления «окон»**

На время предоставления «окна» для ремонтных и строительных работ разрабатывается вариантный график движения поездов, в котором предусматривается:

- возможность закрытия движения поездов для производства работ;
- пропуск пассажирских поездов дальнего следования постоянного обращения без существенных изменений расписаний и сдачу их без опоздания на соседние участки;
- усиление пропуска грузовых поездов до начала предоставления «окна» за счет максимального использования пропускной способности, сдваивания поездов и т.п.;
- своевременный подвод к фронту работ всех хозяйственных поездов с техникой и материалами и своевременный вывод их из зоны работ после предоставления «окна»;
- пропуск поездов до и после предоставления «окна» с ограничением скорости, предусмотренной проектом организации работ.

Вариантный график, разрабатываемый при предоставлении «окон» обеспечивает максимальные размеры грузового движения при минимальных задержках пассажирских поездов. Вариантные графики для участков направлений с интенсивной технологией перевозочного процесса и скоростного пассажирского движения поездов утверждаются ОАО «РЖД».

Для определения реальных размеров движения в сутки предоставления «окон» необходимо произвести расчеты суточной пропускной способности участка с учетом влияния перерывов движения. При этом сутки условно делятся на три периода: время от 18 ч до начала

предоставления «окна», время предоставления «окна» и время после предоставления «окна», которое может совпадать с окончанием суток или перейти на следующие сутки. Во втором случае расчет пропускной способности следует производить за двое суток одновременно.

Пропускная способность участка на период времени предоставления «окна» определяется в двух случаях:

- движение поездов закрывается на однопутном или обоих путях двухпутного участка;
- движение поездов прекращается по одному из путей двухпутного или многопутного участка.

Для разработки вариантного графика движения поездов при предоставлении «окна» руководителем ремонтных или строительных работ в службу перевозок железной дороги должны представляться следующие исходные данные:

- вид работ (при ремонте пути указывается: усиленный капитальный, капитальный, усиленный средний, средний и т.д.);
- календарный план для каждого вида работ с указанием даты, продолжительности и объема работ;
- конкретный перечень участков работ (по километрам «от» и «до», перегоны, четный-нечетный путь) с указанием сроков начала и окончания работ;
- перечень, скорости и маршруты следования рабочих поездов и путевых машин, связанных с ремонтными и строительными работами, и объекты доставки стройматериалов;
- расчет продолжительности и периодичности предоставления «окон»;
- ограничения скорости движения поездов, связанные с предоставлением «окна» (протяженность участка, на котором снижается скорость, величины снижения, время действия ограничения);
- отмена действующих на участке ограничений скорости, не заложенных в график движения поездов;
- требования к смежным службам по обеспечению производства работ;
- необходимость отключения и включения устройств СЦБ и энергоснабжения;
- предложения по организации временных устройств для увеличения пропускной способности участка;

- фамилия и должность руководителя работ.

Вариантные графики движения поездов на период предоставления «окна» разрабатываются инженерами-графистами железных дорог с использованием программно-технологических комплексов. Результатом автоматизированной разработки вариантного графика являются следующие выходные документы:

- фрагмент графика движения поездов с предоставляемым «окном» на бумажном носителе в графическом виде;
- телеграмма на предоставление «окна» по установленной форме с указанием отмененных и вновь назначенных поездов, поездов с измененным расписанием, рабочих поездов;
- вывод на АРМ поездного диспетчера разработанного вариантного графика;
- возможность корректировки вариантного графика при изменении оперативной обстановки.

Ремонтные работы на перегоне должны выполняться с применением выправочно-подбивочно-отделочных машин и динамических стабилизаторов пути и готовиться таким образом, чтобы после выполнения комплекса работ в «окно» состояние пути обеспечивало пропуск одного-двух поездов сразу после «окна» со скоростью 25 км/ч, а последующих – со скоростью не менее 60 км/ч.

При выполнении работ по усиленному капитальному ремонту или капитальному ремонту пути с укладкой деревянных шпал, среднему или подъемочному ремонтам пути предупреждения должны быть отменены к концу рабочего дня следующего «окна» и должна быть восстановлена скорость следования поездов на данном участке, установленная приказом начальником железной дороги, но не более 100 км/ч.

Скорость более 100 км/ч устанавливается после стабилизации пути, период которой зависит от глубины очистки щебня или замены балласта, применяемых стабилизирующих машин, но во всех случаях не ранее пропуска по отремонтированному пути 350 тыс. т груза брутто. При выполнении усиленного капитального и капитального ремонтов пути с укладкой железобетонных шпал на инвентарных рельсах нормальная скорость движения поездов должна быть восстановлена после замены инвентарных рельсов на сварные рельсовые плети.

В период предоставления «окна» применяются следующие способы пропуска поездов:



- односторонний;
- двусторонний непакетный;
- двумя равными пакетами;
- эффективными пакетами;
- двумя пакетами, один из которых максимальный;
- максимальными пакетами;
- соединенными поездами.

На двухпутных перегонах при ремонте, как правило, закрывают для движения один путь. По соседнему пути в период предоставления «окон» осуществляют:

- двустороннее движение с переменной направления после пропуска группы поездов (пакетное движение);
- двустороннее непакетное и пакетное движение с организацией соединения поездов в сдвоенные и строенные поезда.

Организация двух равных пакетов поездов заключается в образовании первого пакета в результате безостановочного следования поездов одного направления по графику со средним интервалом, второго (обратного направления) – в результате накопления поездов перед перегонном с «окном» и последующего их пропуска по временно однопутному перегону с минимальным интервалом между ними. Для образования пакетов с равным числом поездов по временно однопутному перегону сначала в одном направлении со средним интервалом между поездами пропускают регулировочный пакет (один или два поезда), что дает возможность накопить поезда для пакета противоположного направления. Поезда в пакете пропускают с минимальным интервалом до тех пор, пока этот интервал может быть обеспечен (до снятия подпора поездов), затем в обратном направлении пропускают такой же пакет поездов и т.д. При использовании схемы двух пакетов, из которых второй – максимальный, достигается пропуск большего числа поездов, чем при организации движения по схеме двух равных пакетов.

В период предоставления «окна» может осуществляться организация движения соединенных поездов. Если предусматривается следование соединенных поездов по всему направлению, то соединять поезда целесообразно на станции формирования поездов или при выполнении технических операций с ними.

Использование пропускной и провозной способности при различной структуре и плотности потока поездов для каждого конкретного участка

зависит от длины участка, числа блок-участков, станций и приемоотправочных путей на них, профиля пути, норм длины и веса поездов, мощности эксплуатируемых локомотивов и других показателей. Учитывая, что на каждом участке сочетания значений этих факторов различны, влияние вождения соединенных поездов на пропускную и провозную способность устанавливается отдельно для каждого конкретного участка.

### **6.3 Автоматизация построения графика движения поездов**

Разработка графика движения поездов на сети железных дорог РФ осуществляется с помощью автоматизированной системы на основе специальных программ для ПЭВМ.

Главный вычислительный центр МПС РФ разработал Методические указания для инженера-графиста, в которых описан комплекс программ, составляющий «Автоматизированное рабочее место графиста». Эти программы позволяют решать задачи ввода в ПЭВМ исходной информации по составлению графика движения, выполнять построение графика по участкам, формировать лист графика, вычерчивать график и т. д.

Разработка графика движения поездов на ПЭВМ представляет собой комплекс ряда взаимосвязанных операций по использованию нормативно-справочной информации (НСИ), содержащей сведения о отдельных пунктах, технических стоянках, временах хода поездов, станционных и межпоездных интервалах, о технологических «окнах», враждебностях в горловинах станций и в ряде случаев – о расписаниях движения пассажирских поездов.

Прокладка поездов по участку выполняется в графическом режиме и с использованием минимального набора клавиш. Возникающие ситуации при построении графика графист вводит в программу дополнительно.

Формирование листа графика заключается в определении его размера, отображении на нем фрагментов (раздельных пунктов, числа главных путей, средств связи по движению поездов и т.д.) и другую информацию из базы данных.

В комплексе программ имеется раздел «Развязка поездов по путям станций», очень важный для реального обеспечения устойчивой работы станции.

Разработка графика в автоматическом режиме сопровождается расчетом показателей графика движения (участковой и технической

скоростей движения, поездо-километров и поездо-часов) и печатью выходных документов: расписания движения поездов, ведомости оборота локомотивов, протокола передачи поездов и вагонов по стыкам.

После составления графика движения выполняется его проверка, т.е. осуществляется контроль всех поездов на соответствие нормативам (времени хода, интервалов, числа занятых путей). В случае обнаружения какого-либо отклонения от норматива выдается сообщение, описывающее выявленное отклонение. Результаты проверки графика могут быть просмотрены на экране и распечатаны на бумаге.

Вместе с положительными моментами следует иметь в виду, что применение существующих программ автоматизированного расчета графика движения поездов без участия пользователя в ряде случаев приводит к значительной последующей доработке графика. Поэтому ГВЦ ОАО «РЖД» предлагает дополнительно программу «пониточной» прокладки поездов. В основу этой программы положен принцип, приближенный к технологии работы графиста в традиционном, неавтоматическом режиме. В этом случае графисту предоставляется возможность прокладывать единичный поезд. В результате «нитка» каждого поезда будет сразу получена в том виде и взаимном расположении с другими «нитками», какой необходим графисту. При этом часть работы (проверка правильности времени хода, соблюдение интервалов, стирание поезда, перенос его на новое место в графике и т.д.) выполняет программа, освобождая графиста от рутинной работы для принятия решений.

Программа пониточного построения позволяет иметь несколько вариантов по каждому участку.

#### **Автоматизированное рабочее место инженера – графиста**

Автоматизированная разработка графиков движения поездов на сети железных дорог централизована в ГВЦ ОАО «РЖД» и организована с помощью АРМ инженера-графиста в Дирекциях управления движением железных дорог. Программный модуль комплекса на ПЭВМ обеспечивает работу с базой данных, прокладку поездов на участке, просмотр, корректировку, копирование и удаление элементов данных, печать графика.

Начальное поле экрана (рис. 6.1) разделено на две области: слева – область данных, справа – меню работ по задаче «АРМ графиста». Левая область данных может быть развернута для выбора требуемой директории.

График движения поездов на ПЭВМ разрабатывается в следующей последовательности:

- работа с нормативно-справочной информацией, являющейся исходной для разработки графика;

- прокладка поездов по заданному участку;

- формирование листа графика и работа с ним;

- создание выходных форм по графику;

черчение листов графика движения поездов (при наличии графопостроителя фирмы GRAPHTEC или стандарта HPGL).

Прокладка поездов по участку выполняется в графическом режиме с использованием клавиш и мыши. Функции, заложенные в программу для построения ниток поездов, базируются на действиях графиста и дополнены анализом возникающих ситуаций и контролем принимаемых графистом решений.

Система предполагает построение различных вариантов графика для участка, графика с «окном» – для производства ремонтных работ и проектировочных графиков с изменением нормативов. Построение графика с учетом «окна» сопровождается формированием телеграммы в адрес причастных работников о предоставлении «окна». Вариант графика может быть немедленно отображен в соответствующем листе или сохранен.

Комплекс программ предоставляет широкий набор возможностей для оформления листов графика:

- задавать ниткам графика любой цвет, толщину и тип линии;

- показывать занятость путей на станциях;

- писать текст на нитке вместе с номером поезда;

- показывать «окно» и работу путевых машин на перегоне;

- оформлять в листе графика боковые таблицы, таблицы весовых норм, вносить в график текстовые примечания и пояснения;

- видоизменять лист графика (добавлять и удалять станции и фрагменты, изменять геометрические размеры, настраивать заголовки таблиц графика и т.д.);

- оперативно просматривать график на экране компьютера в любом масштабе и выводить листы графика на печатающие устройства;

- выводить на экран лист графика в том виде, как он будет напечатан на бумаге.

В ГВЦ ОАО «РЖД» разработан и эксплуатируется на сети железных дорог программный комплекс формирования и печати выходных документов, который позволяет формировать и печатать следующие документы:

- расписания поездов в различных формах;
- ведомость оборота локомотивов;
- нормы передачи поездов и вагонов по междорожным стыкам в нормативном графике;
- расчет скоростей в графике и печать отчета по скоростям;
- протокол согласования по междорожным стыкам.

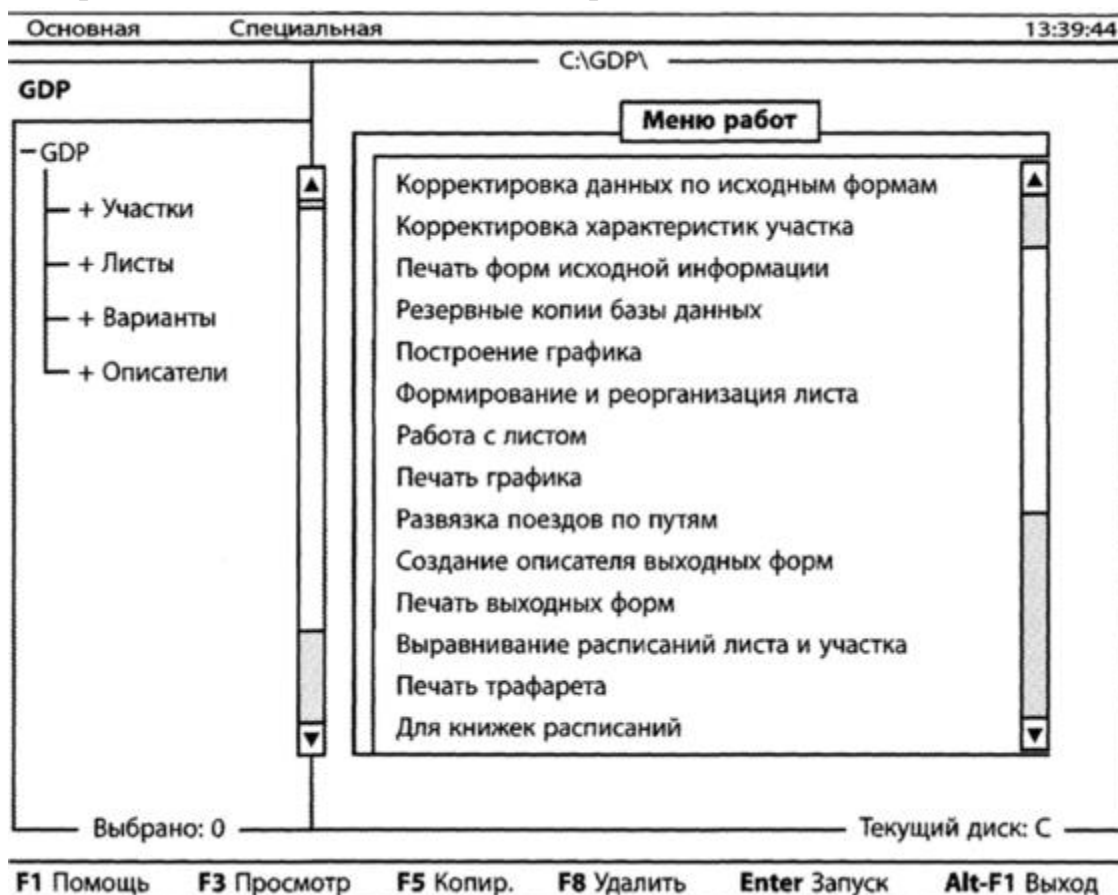


Рис. 6.1. Экран АРМ инженера-графиста

Функциональные возможности АРМа:

1. *Создание варианта графика* для пониточной прокладки на основе нормативной информации по заданному участку. Прежде чем приступить к работе с графиком, необходимо создать вариант графика. В режиме создания варианта из базового участка выбираются нормативные данные и, возможно, расписания поездов, хранящихся в базовом участке. При этом варианту присваивается номер от 0 до 9 (т.е. возможно иметь до 10-ти различных вариантов графика по одному участку). Каждый вариант

содержит в себе все необходимые для работы с прокладкой нормативные данные и нитки поездов. Варианты полностью независимы друг от друга. Поэтому в пределах одного варианта можно независимо изменять любые нормативные данные.

Расчет нормативных показателей из базового участка, принимаемых к рассмотрению при создании варианта графика.

*2. Сведения о отдельных пунктах и перегонах:*

- наименование и код отдельного пункта;
- длина впередилежащего перегона (в четном и нечетном направлениях);
- принадлежность отдельного пункта по видам движения: пассажирскому, грузовому, пригородному (в четном и нечетном направлениях);
- количество главных путей на впередилежащем перегоне (в четном и нечетном направлениях);
- количество приемоотправочных путей (в четном и нечетном направлениях).

*3. Межпоездные и станционные интервалы.* Для программы используются межпоездные и станционные интервалы (четная и нечетная горловины).

*4. Перегонные времена хода.* Для работы программы используется информация о перегонных временах хода пассажирских, грузовых и пригородных поездов (в четном и нечетном направлениях). Кроме нормативных времен хода, программа позволяет иметь еще два дополнительных набора времен хода для каждой из категорий поездов. Эти времена хода могут отличаться от нормативных и быть больше их. При прокладке нового поезда предоставляется возможность указать любой из трех комплектов времен хода, по которому будет строиться поезд. Возможность выбора времен хода может быть полезна при прокладке пригородных поездов, местных поездов и т.д. Контроль допустимости времени хода осуществляется только по нормативному времени хода, т.е. поезда не должны двигаться быстрее нормативного времени.

*5. Сведения о технических стоянках.* Для работы программы используется показатель «Общая продолжительность стоянки» для пассажирских и грузовых поездов (в четном и нечетном направлениях). При построении графика движения поездов на отдельных пунктах,

имеющих технические стоянки, время стоянки учитывается автоматически.

6. *Корректировка и прокладка поездов* - корректировка существующей нитки поезда. В режиме корректировки существующей нитки поезда можно производить следующие операции:

– осуществлять сдвиг точки на графике на 1 минуту влево или вправо, соответственно замедляя или ускоряя движение поезда на перегоне. Применяя эту операцию последовательно несколько раз, можно сдвинуть точку на любое число минут;

– осуществлять параллельный перенос нитки поезда или ее части на 1 минуту влево или вправо. Применяя эту операцию последовательно несколько раз, можно перенести нитку на любое число минут;

– удалить нитку поезда;

– изменить номер поезда;

– сделать точную (параллельную) копию нитки.

7. *Построение нового поезда*. Режим построения нового поезда предоставляет возможность проложить в графике новый поезд от заданной точки до указанного раздельного пункта. Осуществляется прокладка поездов всех категорий (пассажирские, грузовые, пригородные). Возможно построение поездов каждой категории по трем различным наборам времен хода (нормативный и два дополнительных). Для любого прокладываемого поезда, возможно, задавать положение и длительность дополнительных стоянок. Нормативные технические стоянки учитываются автоматически. Прокладка поездов ведется с учетом всех нормативов и под контролем и при участии графиста, т.е. при обнаружении конфликта во время построения поезда программа выдает графисту сообщение о возникшей проблеме и ждет указания графиста о способе ее преодоления (затянуть поезд, встать под обгон и т.д.).

8. *Работа с путями*. В режиме работы с путями программа предоставляет графисту возможность просмотреть информацию о занятости путей на указанной станции и назначить поездам номера путей для стоянки.

9. *Контроль изменений в графике*. При корректировке поезда, построении нового поезда, назначении поезду пути для стоянки и т.д. программа проверяет все действия по изменению графика на их допустимость и соответствие нормативам. При попытке произвести над

графиком действие, приводящее к нарушению нормативов, выдается диагностическое сообщение об ошибке и изменение не принимается.

*Основные операции, выполняемые над поездами при корректировке.*

В режиме корректировки существующего поезда над поездом можно произвести следующие операции:

а) сдвиг точки прибытия или отправления влево или вправо на 1 минуту. При выполнении этой операции проверяются следующие условия:

- ✓ измененное время хода не должно быть меньше норматива;
- ✓ сдвинутая точка не нарушает интервалы с соседними поездами;
- ✓ если сдвиг точки приводит к увеличению стоянки, то проверяется наличие свободного пути в данный момент.

При отсутствии нарушений изменение принимается.

б) параллельный перенос нитки поезда или ее части от текущей точки до конца нитки влево или вправо на 1 минуту. При выполнении этой операции нитка поезда передвигается на 1 минуту влево или вправо. При данной операции проверяются следующие условия:

- ✓ новое положение нитки не нарушает интервалов с соседними поездами;
- ✓ проверяется наличие свободного пути для каждой стоянки в нитке поезда в ее новом положении.

При отсутствии нарушений изменение принимается.

в) создание стоянки поезда на текущем отдельном пункте. Если на текущем отдельном пункте поезд двигался без остановки, то операция создания стоянки производит следующие изменения:

- ✓ к времени прибытия добавляется время на замедление;
- ✓ время отправления принимается на 1 минуту позже времени прибытия;
- ✓ время хода по перегону после отправления увеличивается на время разгона;
- ✓ точки поезда после остановки сдвигаются на величину: Замедление + стоянка + разгон. При выполнении этой операции проверяются следующие условия:

- новое положение нитки не нарушает интервалов с соседними поездами;
- проверяется наличие свободного пути для каждой стоянки в нитке поезда в ее новом положении.

При отсутствии нарушений изменение принимается.



10. Удаление поезда. Указанная нитка поезда удаляется из графика.

#### **6.4 Показатели графика движения поездов и его экономическая оценка**

Составленный график движения поездов характеризуется количественными и качественными показателями.

*Количественные показатели:*

- размеры движения пассажирских и грузовых поездов, а также число проложенных «ниток» с учетом необходимого резерва;
- размеры погрузки и выгрузки, которые могут быть освоены при данном участке;
- передача поездов и вагонов по стыкам с подразделением на груженные и порожние;
- вагонообороты технических станций;
- пробеги поездов, вагонов и грузов (поездо-км, вагоно-км, т · км).

Причем количество поездо-километров определяется:

- по пассажирскому движению: для каждого пассажирского поезда (кроме пригородных); дальних поездов постоянного обращения; местных поездов; туристско-экскурсионных; почтово-багажных; пригородных поездов; группы поездов разового назначения; всех дальних поездов постоянного обращения и местных поездов; всех пассажирских поездов;
- по грузовому движению: для поездов всех категорий;
  - то же без сборных, вывозных и передаточных.
  - пробеги локомотива (локомотиво-км) отдельно для пассажирского и грузового движения.
- количество поездо-часов. Количество затраченных поездо-часов определяется с той же разбивкой, что и количество поездо-километров.

*Качественные показатели*

*основные:*

- техническая скорость (км/ч) – средняя скорость движения поездов по участку с учетом чистого времени хода и времени на разгоны и замедления;
- участковая скорость (км/ч) – средняя скорость движения поездов по участку с учетом чистого времени хода, времени на разгоны и замедления, а также времени стоянок поездов на промежуточных станциях;
- ходовая скорость (км/ч) – средняя скорость движения поездов по участку с учетом только чистого времени хода;

- коэффициент скорости – отношение участковой скорости к технической;

- маршрутная скорость на направлении (км/сут.) – средняя скорость движения поездов по направлению с учетом чистого времени хода, времени на разгоны и замедления, времени стоянок поездов на промежуточных и всех технических станциях;

- среднесуточный пробег локомотивов (км/сут.) – среднее расстояние, которое прошел локомотив за сутки;

- средняя масса поезда (т);

- средняя длина поезда (ваг.);

*дополнительные:*

- средняя стоянка транзитных поездов на технических станциях (ч);

- средний простой локомотивов в пунктах оборота (ч);

- эксплуатационный и полный оборот локомотивов (ч).

*Эксплуатационный оборот* – это время, исчисляемое от момента выхода локомотива на контрольный пост основного депо под поезд до момента возвращения локомотива после поездки на тот же контрольный пост. За локомотив, находящийся в эксплуатационном обороте, служба перевозок платит локомотивному депо по предъявленным счетам.

*Полный оборот* – это время от момента выхода локомотива на контрольный пост основного депо под поезд до момента следующего его выхода на тот же контрольный пост под следующий поезд. Кроме эксплуатационного оборота, он учитывает и время нахождения локомотива в основном депо.

Все показатели сводятся в ведомости установленных форм и прилагаются к пояснительной записке к графику движения поездов по железной дороге. Данные ведомостей вводятся в компьютерную программу для автоматизированного расчета.

Для определения участковой или маршрутной скорости поездо-часы можно определять как суммированием времени нахождения поездов на участке.

Средние простои транзитных поездов и локомотивов определяют непосредственно по графику делением суммы простоев на число транзитных поездов или соответственно оборачивающихся локомотивов.

Общее сравнение и качественная оценка разных графиков движения заключаются в сопоставлении их натуральных и денежных показателей.

Средние скорости  $V$ , км/ч, движения поездов определяются по формуле:

$$V = \frac{\sum NL}{\sum NT}, \quad (6.3)$$

где  $\sum NL$  – сумма поездо-км (пробег всех поездов);

$\sum NT$  – сумма поездо-ч (время нахождения всех поездов на участке (направлении)).

Коэффициент скорости:

$$\beta = \frac{V_{уч}}{V_{тех}}, \quad (6.4)$$

где  $V_{уч}$  – средняя участковая скорость движения, км/ч;

$V_{тех}$  – средняя техническая скорость, км/ч.

Средний простой локомотива в пунктах оборота

$$t_{лок}^{об} = \frac{\sum MT_{об}}{N_{зр}^{нар}}, \quad (6.5)$$

где  $\sum MT_{об}$  – сумма локомотиво-ч простоя локомотивов в пунктах оборота;

$N_{зр}^{нар}$  – число пар грузовых поездов на графике за сутки.

Производительность локомотива

$$W_{лок} = \frac{Q_{бр} \cdot S_{лок}}{1 + \beta}, \quad (6.6)$$

где  $\beta$  – коэффициент вспомогательного пробега локомотивов.

$$\beta = \frac{\sum MS_{всп}}{\sum MS}, \quad (6.7)$$

где  $\sum MS_{всп}$  – суммарный резервный пробег всех локомотивов;

$\sum MS$  – суммарный суточный пробег всех локомотивов, включая резервные.

Средние *простои* транзитных поездов на *технических станциях* определяются делением суммы поездо-часов простоев на число транзитных поездов.

При разработке совмещенных вариантных графиков движения показатели рассчитываются отдельно для каждого варианта.

Общее сравнение и качественная оценка графиков движения заключается в сопоставлении их натуральных и денежных показателей.

Экономическая оценка графика делается на основе анализа качественных показателей и потребности в локомотивном и вагонном парках, бригадах, электроэнергии и топливе.

Сравнение полученных эксплуатационных и экономических показателей производится по вариантам с показателями предшествующего графика и с фактическими отчетными данными.

### **6.5 Особенности разработки графика на электрифицированных линиях**

На электрифицированных линиях локомотивы (электровозы, моторные вагоны электропоездов) получают энергию от тяговых подстанций по контактному проводу. На участке, питаемом одной или двумя смежными подстанциями, т.е. в пределах одной фидерной зоны, может находиться несколько локомотивов. Работая в режиме тяги, они влияют друг на друга, особенно при электрификации на постоянном токе, так как скорость движения поездов почти прямо пропорциональна напряжению на токоприемнике. Необходимо так организовать работу локомотивов, чтобы напряжение в контактной сети не падало ниже установленного ПТЭ уровня и не сказалось отрицательно на движении поездов.

Электровоз потребляет энергию неравномерно: при трогании с места, движении на подъем, следовании с тяжеловесным составом потребление энергии возрастает. Если у большинства локомотивов, находящихся в пределах одной фидерной зоны, одновременно увеличится потребление электроэнергии, то тяговая подстанция может оказаться перегруженной, напряжение в контактном проводе упадет и, как следствие, уменьшится скорость движения поездов.

На участках, электрифицированных на постоянном токе, необходимо учитывать, что напряжение в контактной сети зависит от профиля пути, массы поезда, потребляемого локомотивом тока, мощности тяговых подстанций, схемы питания участка, сечения проводов контактной сети, а также от наличия и расположения в фидерной зоне других поездов. *Фидерной зоной* называется часть участка, которую питает током одна питающая линия (фидер) при одностороннем электроснабжении или два фидера смежных тяговых подстанций при двустороннем электроснабжении. Наиболее благоприятные условия для работы устройств электроснабжения - чередование на графике: тяжеловесных поездов, идущих двойной тягой, и легковесных (маршрутов из порожних

вагонов и др.); грузовых поездов с пассажирскими и ускоренными, имеющими меньшую массу, чем грузовые (особенно в периоды сгущенного движения). При большом сгущении поездов в отдельные часы или периоды суток необходимо проверять время хода поездов по перегону в зависимости от потери напряжения в контактной сети. Следует избегать скрещений поездов в конце фидерной зоны (при одностороннем питании), в т.ч. и на двухпутных участках. Скрещение поездов, особенно на участках с равнинным профилем, рекомендуется осуществлять в зоне, прилегающей к тяговой подстанции. При неизбежности скрещения не надо задерживать поезд, следующий на подъем.

Составленный на заданные размеры движения поездов график должен обеспечивать равномерную нагрузку на тяговые подстанции и наименьшее падение напряжения на токоприемнике каждого пропускаемого по участку поезда. При обращении однотипных поездов это требование сводится к обеспечению равномерной их прокладки с равными интервалами. Кроме того, при прокладке линий хода поездов на графике следует учитывать также профиль пути, стремясь располагать эти линии так, чтобы при следовании одного поезда на подъем одновременно другой поезд следовал под уклон. Такое расположение поездов особенно эффективно на участках, где применяется рекуперативное торможение. В этом случае повышенное потребление энергии поездом, следующим на подъем, в известной мере компенсируется энергией, возвращаемой поездом, следующим под уклон с торможением.

На участках, электрифицированных на переменном токе, благодаря более высокому уровню напряжения расположение поездов между подстанциями существенно не влияет на их скорость.

Некоторые особенности прокладки поездов на графике при электрической тяге связаны с зависимостью реализуемой мощности локомотива от числа и взаимного расположения поездов на графике, степени равномерности их прокладки и чередования по массе и скорости.

Влияние этих факторов сказывается на общей нагрузке тяговой сети, уровне напряжения на токоприемнике локомотива и, следовательно, на скорости движения поездов.

Основой для установления зависимостей, позволяющих корректировать времена хода и межпоездные интервалы с учетом, действительного падения напряжения на участке, должны быть тяговые расчеты, учитывающие профиль пути (рис. 6.2).

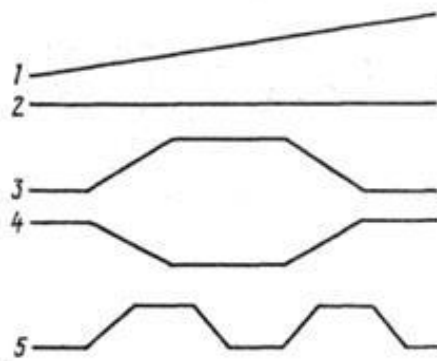


Рис. 6.2. Характерные типы профиля пути на фидерных зонах:  
 1 – в одном направлении сплошной подъем, в обратном спуск; 2 –  
 равнинный; 3 – с горбом; 4 – с ямой; 5 – пилообразный

При одновременном обращении поездов разных весовых категорий (тяжеловесные и соединенные, порожние) следует избегать концентрации на графике «ниток» для тяжеловесных и соединенных.

Перед составлением графика для электрифицированных линий на перегонах и блок участках с наибольшим расходом электроэнергии должен быть проанализирован продольный профиль и в зависимости от него с учетом схемы питания участка осуществлена прокладка поездов. Наиболее характерные типы профилей приведены на рис. 6.2. При профилях первого типа расположение на графике поездов одного направления, следующих на подъем, как правило, не зависит от расположения поездов обратного направления, следующих по спуску в большинстве случаев без тока.

При втором типе профиля поездами, как правило, потребляется значительное количество энергии и при прокладке их на графике следует стремиться к тому, чтобы поезда противоположных направлений располагались относительно друг друга по схеме, приведенной на рис. 6.3. Наибольшее потребление тока происходит в сравнительно непродолжительные интервалы времени  $t_1$  и  $t_2$ , а поезда при этом располагаются вблизи тяговых подстанций, что создает условия для меньшей потери напряжения в тяговой сети.

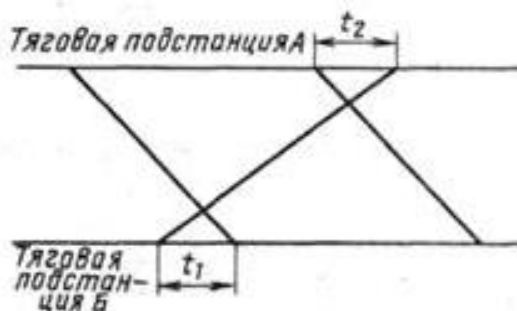


Рис. 6.3. Расположение поездов в фидерной зоне при равнинном профиле

При профилях третьего и четвертого типов поезда одну часть участка проходят без тока, другую – под током. Составляя график, следует стремиться к такому расположению поездов, при котором максимально бы сокращалось одновременное следование их под током. На этих типах профиля большое значение для поддержания нормального уровня напряжения в контактной сети имеет рекуперация электроэнергии электровозами поездов, следующих под уклон.

При профилях пятого типа наиболее выгодное расположение поездов на графике (особенно при значительных размерах движения) установить трудно. Целесообразно намечаемое расположение поездов на графике сравнивать с другими вариантами по значению среднего падения напряжения и выбирать наилучший. В ряде случаев в период сгущенного следования поездов одного направления целесообразно ослаблять встречный поток.

На линиях с безостановочными скрещениями длину двухпутных вставок устанавливают с учетом некоторого резерва для компенсации возможной неодновременности прибытия поездов противоположных направлений на вставку. Кроме того, по условиям профиля и плана пути, а также расположения существующих отдельных пунктов фактическая длина вставок в ряде случаев оказывается длиннее расчетной. В связи с этим ось безостановочного скрещения на вставке может изменять свое положение (рис. 6.4). Крайние положения I и III оси безостановочного скрещения определяются минимальными интервалами  $\tau_{bc}^{min}$  по соответствующим расчетным осям, при которых еще возможно безостановочное скрещение.

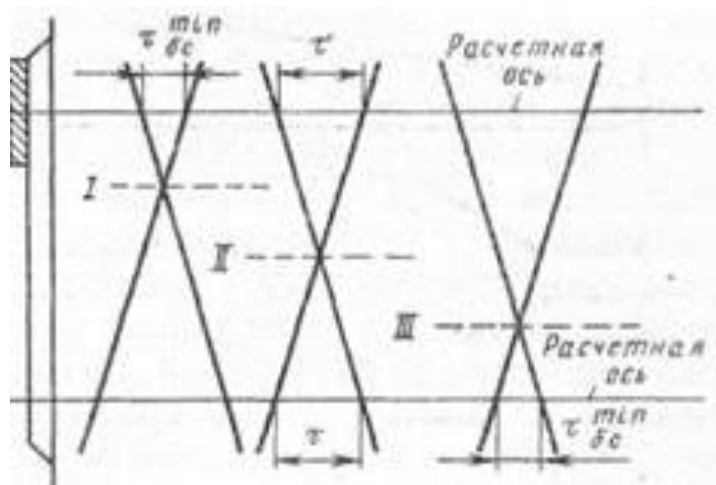


Рис. 6.4. Схема изменения положения осей безостановочного скрещения на двухпутной вставке

Если время подхода поездов противоположного направления к вставке таково, что интервал  $\tau_{bc}^{\min}$  нарушается (в меньшую сторону), то безостановочное скрещение не состоится. Положение II-промежуточное, при нем  $\tau_c > \tau_{bc}^{\min}$ , т.е. в фактических интервалах скрещения есть определенный запас против минимально допустимых. Чем длиннее двухпутная вставка, тем больше возможностей изменять положение оси безостановочного скрещения. Используя это обстоятельство при построении графика, следует стремиться предусматривать определенный запас времени сверх минимальных интервалов  $\tau_{bc}^{\min}$  с тем, чтобы обеспечить более устойчивое осуществление безостановочных скрещений при возможных отклонениях поездов от графика.

## **7 Пропускная и провозная способность железнодорожных линий**

### **7.1 Основные понятия. Пропускная и провозная способность железнодорожных линий**

*Пропускной способностью железнодорожной линии называется максимальное число поездов или пар поездов установленной массы и длины, которое может быть пропущено по данной линии в единицу времени (сутки, час) при имеющейся технической оснащенности, принятом типе графика и заданном числе пассажирских поездов.*

Пропускная способность линий, специализированных для пассажирского движения, рассчитывается в пассажирских поездах в сутки, на пригородных участках – в поездах в 1 час.

*Провозной способностью линии называется максимальный объем перевозок, который может быть освоен при данной пропускной способности, имеющемся числе локомотивов, вагонов, обеспеченности электроэнергией, топливом, кадрами и другими ресурсами.*

Для проверки соответствия пропускной и провозной способностей необходимо для размеров движения, определяющих пропускную способность, рассчитать потребные вагонный и локомотивный парки, число локомотивных бригад и т.д.

Различают понятия наличной, проектной и потребной пропускной способности.



*Наличная* – это пропускная способность, которая может быть реализована при существующей технической оснащённости линии.

*Потребной* называется пропускная способность, которая должна быть обеспечена при заданных размерах пассажирского и грузового движения с резервом, определённым на направлении.

*Проектная* – это та пропускная способность, которая может быть достигнута при осуществлении реконструктивных мер по условиям технической оснащённости.

Пропускная способность линии определяется по ее элементам: перегонам, станциям, устройствам электроснабжения, средствам связи по движению поездов, устройствам локомотивного и вагонного хозяйства и т.д.

Поскольку указанные технические устройства работают в едином комплексе, необходимо рассчитать пропускную способность каждого из них. Результативной пропускной способностью для всей линии будет та, которая окажется наименьшей.

Диспропорции в пропускной способности элементов быть не должно. При выявлении ограничивающего элемента решается вопрос усиления его за счет технического переоснащения или проведения организационных мер (изменение типа графика, внедрение передовых приемов труда и т. д.).

Пропускную способность по основным элементам изображают в виде *диаграммы*, на которой по горизонтали отображают элементы (перегоны, станции, депо, устройства электроснабжения), по вертикали – пропускную способность каждого из них.

Диаграмма пропускной способности разрабатывается для расчета числа поездов, которое может быть пропущено по направлению, и для выявления «узких» мест в пропускной способности.

Суточную наличную пропускную способность определяют с учетом технологических перерывов в движении для работ по текущему содержанию и ремонту технических средств и коэффициента их надежности.

Для обеспечения устойчивой работы на линии при расчетах обязательно проектируется резерв в размере 10–20 %.

Пропускную способность определяют на всем протяжении участков с одинаковым техническим оснащением.

Перегоны участка могут иметь различную пропускную способность из-за схемы прокладки, перегонных времен хода поездов, величин станционных и межпоездных интервалов.

Для определения пропускной способности участка (линии) по перегонам берется в расчет перегон с наименьшей пропускной способностью. Такой перегон называется *ограничивающим*. На нем период графика является максимальным.

*Ограничивающий* перегон, как правило, *совпадает с труднейшим*, на котором сумма перегонных времен хода в четном и нечетном направлениях наибольшая.

В общем виде формула для расчета пропускной способности перегона имеет вид

$$N_{\max} = \frac{(1440 - t_{\text{тех}}) \cdot \alpha_n \cdot K}{T}, \quad (7.1)$$

где  $t_{\text{тех}}$  – продолжительность технологического «окна», мин, которая принимается на однопутных участках с годовой грузонапряженностью в одном направлении до 30 млн т·км брутто на 1 км – 60 мин, более 30 млн т·км брутто – 90 мин; на двухпутных с грузонапряженностью до 130 млн т·км брутто на 1 км – 120 мин, более 130 млн т·км – 180 мин;

$\alpha_n$  – нормативный коэффициент надежности с учетом отказов в работе постоянных устройств (пути, СЦБ и связи, электроснабжения) принимается равным на двухпутных линиях – 0,97; на однопутных – 0,98; а с учетом отказов подвижного состава его надо принимать по табл. 7.1 [9];

$T$  – период графика, мин;

$K$  – число поездов (или пар поездов) в периоде.

Таблица 7.1

**Значения нормативных коэффициентов надежности и расчетных интервалов между поездами**

Период, мин	Значения $\alpha_n$ для однопутного участка	Расчетный интервал, мин, при автоблокировке	Значения $\alpha_n$ для однопутного-двухпутного и двухпутного участков
30	0,94	6	0,90/0,91
40	0,95	8	0,92/0,93
50	0,96	10	0,93/0,94

*Примечание.* В числителе – при тепловозной тяге, в знаменателе – при электровозной.

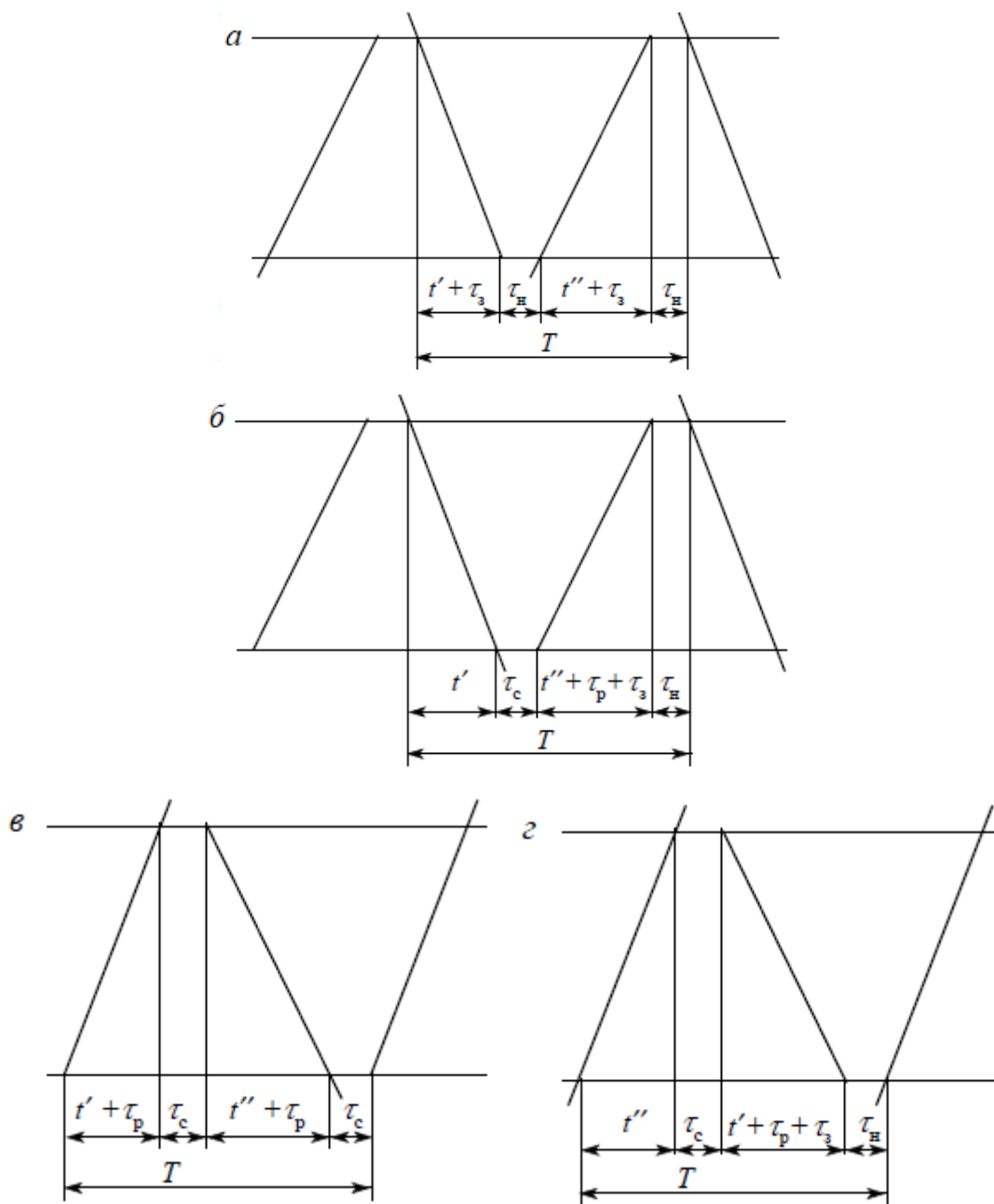


Рис. 7.1. Схемы пропуска поездов через ограничивающий перегон:  
 а – с ходу на ограничивающий перегон; б – нечетные поезда без остановок  
 через ограничивающий перегон; в – с ходу с ограничивающего перегона; г  
 – четные поезда без остановок через ограничивающий перегон

*Периодом графика* называется время, занимаемое на графике повторяющейся группой поездов, характерной для данного типа графика.

Из формулы (7.1) видно, что пропускная способность обратно пропорциональна периоду графика. Поэтому перегон, имеющий наибольший период графика, является ограничивающим, т. е. определяющим пропускную способность участка в целом.

В зависимости от порядка следования поездов через ограничивающий перегон период графика может принимать различные значения.

Существуют четыре возможные схемы пропуска поездов через ограничивающий перегон (рис. 7.1). Оптимальной из них будет схема с наименьшим периодом графика.

## 7.2 Расчет пропускной способности по перегонам и участкам при параллельном графике движения поездов

*Наличная пропускная способность однопутных перегонов при парном непакетном параллельном графике* (рис. 7.2) определяется по формуле

$$N_{\max} = \frac{(1440 - t_{\text{тех}}) \cdot \alpha_n}{t' + t'' + \tau_b + \tau_a}, \quad (7.2)$$

где  $t'$ ,  $t''$  – время хода по ограничивающему перегону соответственно в нечетном и четном направлениях с учетом разгонов и замедлений, мин;

$\tau_b$ ,  $\tau_a$  – соответственно станционные интервалы скрещения по станциям  $b$  и  $a$ ;

$\alpha_n$  – коэффициент надежности технических средств;

$t_{\text{тех}}$  – продолжительность технологических «окон» для текущего содержания пути, контактной сети и других устройств.

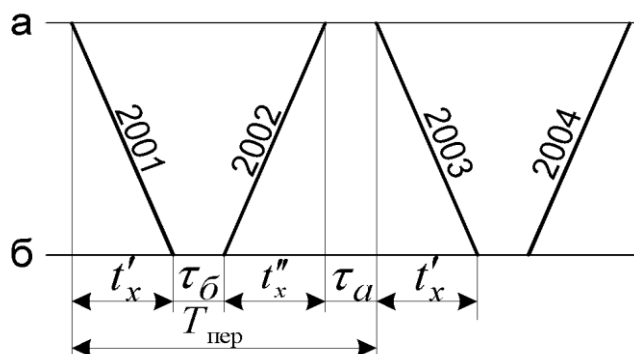


Рис. 7.2. Период однопутного парного непакетного графика

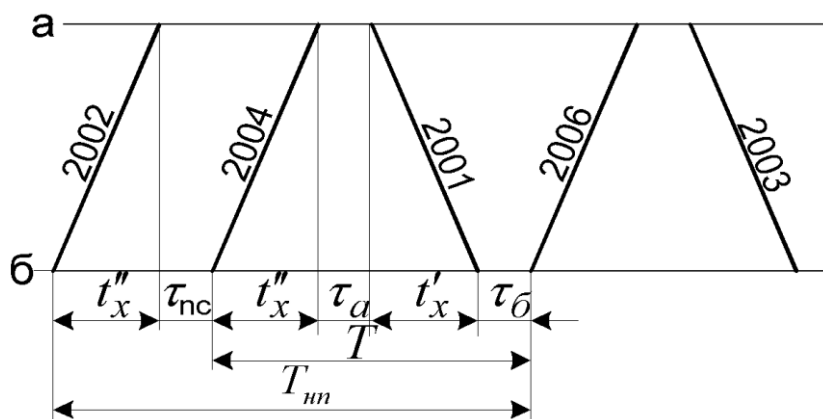


Рис. 7.3. Период однопутного непарного непакетного графика

На однопутных участках, имеющих устойчивую непарность размеров движения, когда число грузовых поездов в одном направлении составляет менее 90 % числа поездов в другом, *пропускная способность определяется как при непарном непакетном графике* (рис. 7.3).

Пропускная способность для направления с большими размерами движения определяется по формуле

$$N''_{\max} = \frac{(1440 - t_{\text{mex}}) \cdot \alpha_n}{t'' + \beta_n \cdot (t' + \tau_{\text{б}} + \tau_a) + (1 - \beta_n) \cdot \tau_{\text{nc}}}, \quad (7.3)$$

для обратного направления с меньшими размерами движения

$$N'_{\max} = N''_{\max} \cdot \beta_n, \quad (7.4)$$

где  $\beta_n$  – коэффициент непарности, равный отношению числа грузовых поездов в направлении с меньшими размерами движения к числу поездов обратного направления;

$\tau_{\text{п.с}}$  – интервал попутного следования поездов, мин.

Общее число поездов для обоих направлений

$$N''_{\max} = \frac{(1440 - t_{\text{mex}}) \cdot \alpha_n \cdot (\beta_n + 1)}{t'' + \beta_n \cdot (t' + \tau_{\text{б}} + \tau_a) + (1 - \beta_n) \cdot \tau_{\text{nc}}}, \quad (7.5)$$

**Пропускная способность при парном частично-пакетном графике** при двух поездах в пакете (рис. 7.4). При частично-пакетном графике величина пропускной способности существенно зависит от коэффициента пакетности, представляющего собой отношение числа поездов, пропускаемых в пакетах, к общему числу поездов, а также от количества поездов, пропускаемых в одном пакете, « $K$ ». Оба параметра существенно зависят от количества приемоотправочных путей на каждом промежуточном отдельном пункте. Так, например, реализация графика

движения с коэффициентом  $\alpha_n = 1$  возможна только при наличии на каждом раздельном пункте не менее четырех путей.

При определении пропускной способности коэффициент пакетности принимается  $\alpha_n = 0,6$  при двух поездах в пакете.

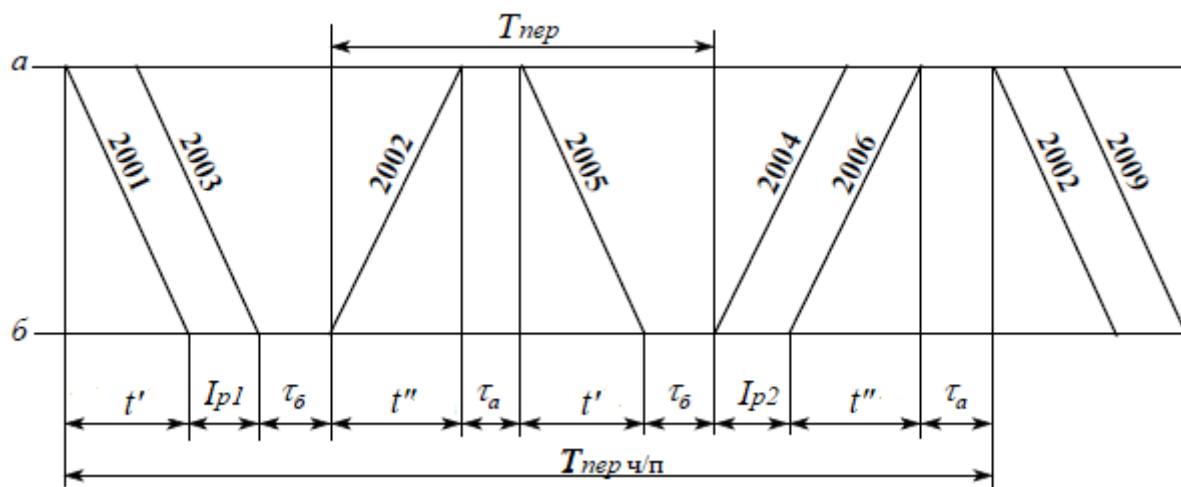


Рис. 7.4. Период парного частично-пакетного графика

$$N_{ч/н} = \frac{2 \cdot (1440 - t_{max}) \cdot \alpha_n}{(2 - \alpha_n) \cdot (t'' + t' + \tau_{\delta} + \tau_a) + (I_{p1} + I_{p2}) \cdot \alpha_n}, \quad (7.6)$$

где  $\alpha_n$  – коэффициент пакетности, равный отношению числа поездов, следующих пакетами к общему числу поездов;

$I_{p1}, I_{p2}$  – интервал между поездами в пакете соответственно в нечетном и четном направлениях, мин.

**Пропускная способность при непарном частично-пакетном графике** (рис. 7.5) определяется по каждому направлению (2 поезда в пакете).

В грузовом направлении

$$N_{ч/н} = \frac{2 \cdot (1440 - t_{max}) \cdot \alpha_n}{(2 - \alpha_n) \cdot T_{неп ч/н} + \alpha_n \cdot (I_{p1} + I_{p2}) - (1 - \beta_n) \cdot 2I_{p1}}, \quad (7.7)$$

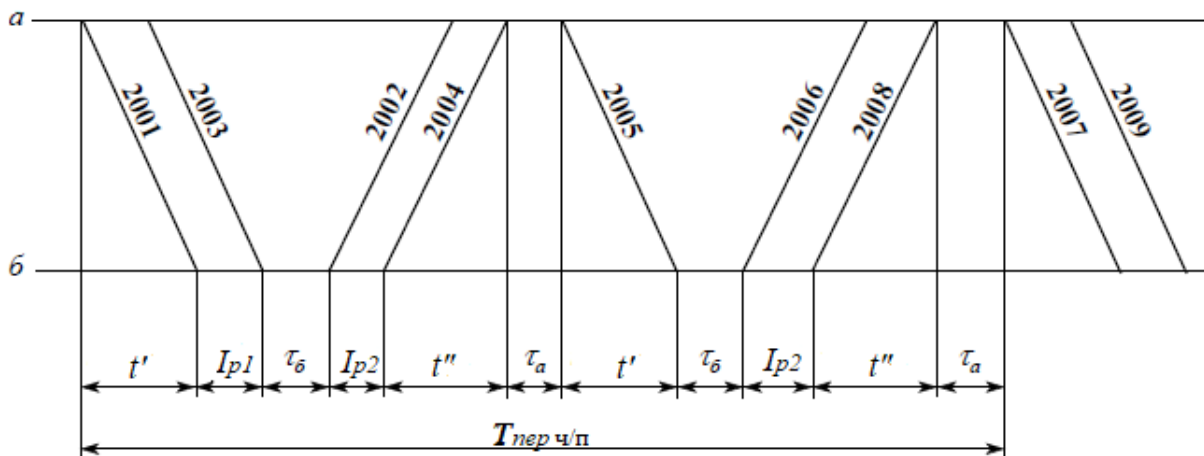


Рис. 7.5. Период непарного частично-пакетного графика

В оперативных условиях для целей возможного освоения перевозок в отдельные периоды года допускается расчет пропускной способности с увеличением количества поездов в пакете.

В этом случае наличная пропускная способность подсчитывается по формуле:

$$N_{ч/п} = \frac{K \cdot (1440 - t_{mex}) \cdot \alpha_n}{[K - (K - 1) - \alpha_n](t' + t'' + \tau_a + \tau_{\sigma}) + (K - 1)(I_{p1} + I_{p2})\alpha_n}, \quad (7.8)$$

где  $K$  – количество поездов в пакете.

Максимальная величина коэффициента пакетности  $\alpha_n$  зависит от путевого развития промежуточных раздельных пунктов. При расчете пропускной способности в условиях текущей эксплуатации величина  $\alpha_n$  принимается в соответствии с данными, приведенными в таблице 7.2.

Таблица 7.2

### Величина коэффициента пакетности

№ п/п	Число приемоотправочных путей на раздельных пунктах ограничивающих перегон (включая главный)	Величина $\alpha_n$
1.	На обоих раздельных пунктах по четыре пути	1
2.	На одном три, на другом четыре	0,7
3.	На обоих раздельных пунктах по три пути	0,6
4.	На одном три, а на втором два	0,5
5.	На обоих по два пути в случае, если соседние станции имеют большее количество путей	0,4

В других случаях расчета пропускной способности однопутных перегонов (при полуавтоматической блокировке, при наличии путевых

постов, двухпутных вставок, позволяющих производить безостановочные скрещения) следует пользоваться [9].

### **Пропускная способность двухпутных перегонов**

Наличная пропускная способность двухпутного перегона определяется отдельно по каждому пути при одностороннем и безостановочном проследовании поездов по промежуточным отдельным пунктам:

при автоматической блокировке и диспетчерской централизации (рис. 7.6)

$$N_{нал} = \frac{(1440 - t_{мех}) \cdot \alpha_n}{I_p}, \quad (7.9)$$

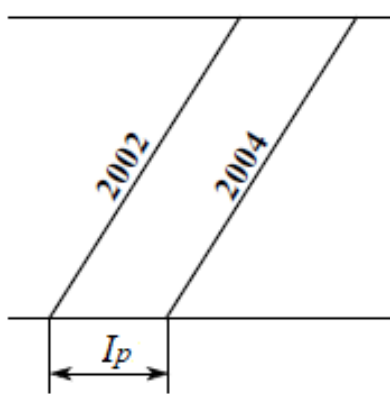


Рис. 7.6. Интервал между поездами в пакете

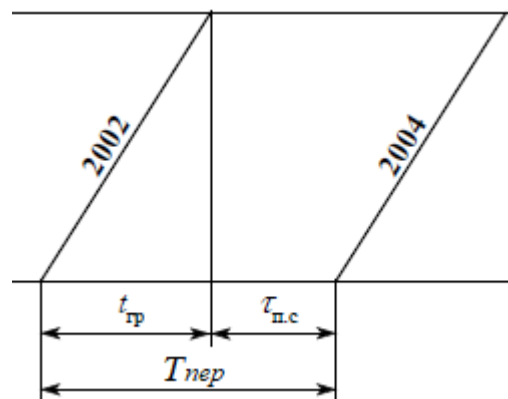


Рис. 7.7. Интервал попутного следования

при полуавтоматической блокировке (рис. 7.7)

$$N_{нал} = \frac{(1440 - t_{мех}) \cdot \alpha_n}{t_{гр} + \tau_{п.с}}, \quad (7.10)$$

где  $I_p$  – расчетный межпоездной интервал между поездами попутного направления, определяемый в соответствии с положениями Инструкции по определению станционных и межпоездных интервалов;

$t_{гр}$  – время хода грузового поезда по ограничивающему перегону, мин;

$\tau_{п.с}$  – станционный интервал попутного следования поездов, мин.

На двухпутных железнодорожных участках величина  $t_{мех}$  принимается равной 150 мин, величина  $\alpha_n$  – 0,96 при электрической тяге и 0,95 при тепловозной тяге.



### 7.3 Пропускная способность при непараллельном графике движения поездов

Расчет пропускной способности при непараллельном графике движения поездов заключается в распределении пропускной способности, установленной для параллельного графика движения поездов, между поездами различных категорий (пассажирских, в том числе скоростных, пригородных, грузовых, в том числе ускоренных, сборных, повышенной массы и длины) с помощью коэффициентов съема пропускной способности.

*Часть времени суток при непараллельном графике не может быть использована для прокладки обычных грузовых поездов из-за пропуска пассажирских, пригородных, ускоренных грузовых сборных и др. поездов.*

Это время называется *временем съёма*.

*Коэффициент съема* пропускной способности оценивает влияние пропуска поездов со скоростями следования, отличными от скорости движения поездов скоростной категории, по которой рассчитывается пропускная способность, и затем в определении числа грузовых поездов установленных массы и длины, которые могут быть пропущены при установленном количестве поездов других категорий.

*Коэффициентом съема  $\mathcal{E}_{нас}$  называется число, показывающее, сколько грузовых поездов (или пар поездов) снимается одним пассажирским поездом (или парой поездов).*

$\mathcal{E}_{нас}$  представляет собой отношение времени съема к времени занятия перегона грузовым поездом:

$$\mathcal{E}_{нас} = \frac{t_{съема}}{t_{зан}^{гр}} = \frac{t_{зан}^{нас}}{t_{зан}^{гр}} + \frac{t_{съем}^{доп}}{t_{зан}^{гр}} = \mathcal{E}_{осн} + \mathcal{E}_{доп}, \quad (7.11)$$

где  $t_{съема}$  – время съёма грузовых поездов пропуском пассажирского поезда;

$t_{зан}^{нас}$ ,  $t_{зан}^{гр}$  – время занятия перегона непосредственным пропуском пассажирского или грузового поезда;

$t_{съем}^{доп}$  – время, которое не может быть использовано для прокладки грузового поезда, так как оно не кратно времени хода грузового поезда или периоду графика (время дополнительного съёма);

$\mathcal{E}_{осн}$  – коэффициент основного съема (эквивалент пассажирских поездов);

$\varepsilon_{доп}$  – коэффициент дополнительного съема, определяемый по эмпирическим формулам (его величина колеблется в пределах 0,3...0,4).

На однопутных линиях время занятия перегона определяется для пары пассажирских и пары грузовых поездов (рис. 7.8, а), а на двухпутных для одного грузового и одного пассажирского поезда в каждом из направлений движения в отдельности (рис. 7.8, б).

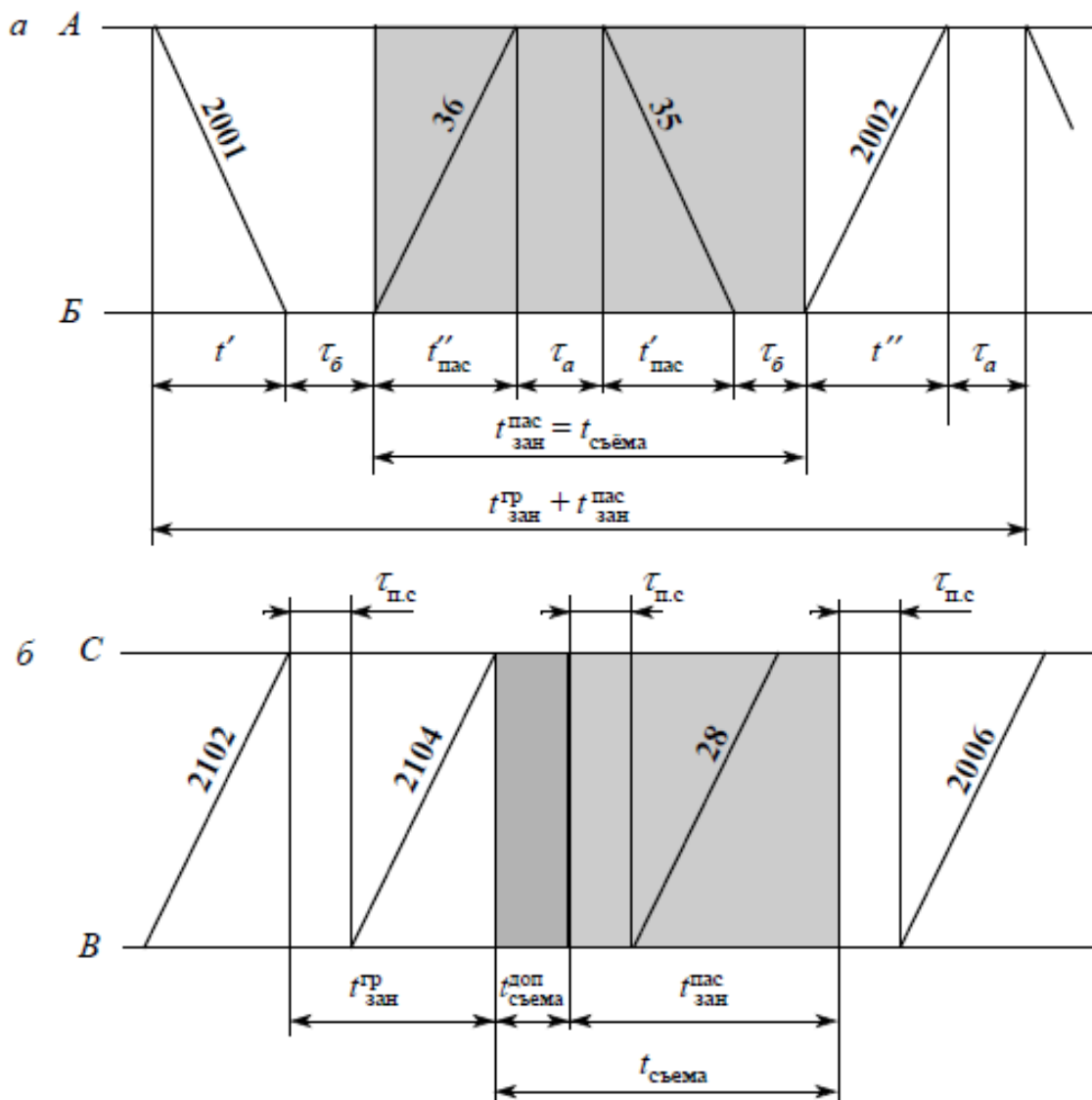


Рис. 7.8. Схемы занятия перегонов пассажирскими поездами и время съема грузовых поездов пропуском пассажирских:

а – на однопутной линии (основной съём); б – на двухпутной (дополнительный и основной съём)

Аналогично определяются коэффициенты съема и для других категорий поездов.

Коэффициенты съема принимаются с учетом числа главных железнодорожных путей, типа графика движения поездов, соотношения

ходовых скоростей движения грузовых поездов установленных массы и длины и поездов других категорий, не идентичности перегонов и путевого развития отдельных пунктов железнодорожного участка, числа и расположения поездов различных категорий в графике движения поездов, схем прокладки сборных поездов в графике движения поездов, ограниченных возможностей сдвижки линий хода поездов различных категорий в графике движения поездов.

Коэффициенты съёма колеблются

$\varepsilon_{нас} = 1...1,3$  для 1-путных линий;

$\varepsilon_{нас} = 1,3...1,7$  для 2-путных линий при полуавтоблокировке;

$\varepsilon_{нас} = 1,7...2,2$  для 2-путных линий при автоблокировке;

$\varepsilon_{сб} = 1...2,5$  для 1-путных и 2-путных линий (большее значение на 2-путных).

Для сокращения  $\varepsilon_{нас}$  пассажирские поезда можно прокладывать пачками, но не более трех поездов в пачке. Пачковая прокладка ведет к неравномерности расположения грузовых поездов на графике, что, в свою очередь, вызывает затруднения на станциях при обработке поездов, прибывших в пачке, и в ряде случаев, – к увеличению простоев локомотивов в пунктах оборота.

$\varepsilon_{сб}$  можно снизить сокращением числа стоянок поездов за счет концентрации грузовой работы на меньшем числе станций.

Максимально возможное число грузовых поездов, установленных массы и длины, которое может быть пропущено по железнодорожному участку в сутки при непараллельном графике движения поездов  $n_{зр}$  рассчитывается по формуле:

$$n_{зр} = N_{нал} - \varepsilon_{нас}^{сб} n_{нас}^{сб} - \varepsilon_{нас} n_{нас} - \varepsilon_{пр} n_{пр} - (\varepsilon_{уск} - 1) n_{уск} - (\varepsilon_{сб} - 1) n_{сб}, \quad (7.12)$$

где  $N_{нал}$  – наличная пропускная способность железнодорожного участка при параллельном графике движения поездов;

$\varepsilon_{нс}^{сб}$ ,  $\varepsilon_{нс}$ ,  $\varepsilon_{пр}$ ,  $\varepsilon_{уск}$ ,  $\varepsilon_{сб}$  – коэффициент съёма для скоростных пассажирских поездов, пассажирских, пригородных, ускоренных и сборных грузовых поездов соответственно;

$n_{нс}^{сб}$ ,  $n_{нс}$ ,  $n_{пр}$ ,  $n_{уск}$ ,  $n_{сб}$  – число поездов (пар поездов) скоростных пассажирских, пассажирских, пригородных, ускоренных и сборных грузовых поездов.

На железнодорожных участках с преимущественным пассажирским

движением число пассажирских поездов  $n_{nc}$  рассчитывается в парах поездов по формуле:

$$n_{nac} = N_{нал} - \varepsilon_{nac}^{ck} n_{nac}^{ck} - \varepsilon_{gp} n_{gp}^{np} - \varepsilon_{уск} n_{уск} - \varepsilon_{сб} n_{сб}, \quad (7.13)$$

где  $\varepsilon_{gp}$  – коэффициент съема грузовых поездов;

$n_{gp}^{np}$  – число грузовых поездов (без ускоренных и сборных).

#### 7.4 Провозная способность железнодорожных линий

Провозная способность зависит от пропускной способности линии, средней массы  $Q_{ср}^{бр}$  поезда на участке, соотношения массы нетто и брутто, числа сборных и ускоренных поездов. Определяется она в млн т нетто в год в каждом направлении отдельно:

$$Г = \frac{365(n_{gp} \cdot Q_{бр}^{ср} \cdot \psi_{gp} + n_{уск} \cdot Q_{бр}^{уск} \cdot \psi_{уск} + n_{сб} \cdot Q_{бр}^{сб} \cdot \psi_{сб})}{10^6 \cdot k_n}, \quad (7.14)$$

где  $n_{gp}$ ,  $n_{уск}$ ,  $n_{сб}$  – число грузовых поездов соответственно обычных, ускоренных и сборных;

$Q_{бр}^{ср}$ ,  $Q_{бр}^{уск}$ ,  $Q_{бр}^{сб}$  – средняя масса грузового поезда соответственно обычного, ускоренного и сборного;

$\psi_{gp}$ ,  $\psi_{уск}$ ,  $\psi_{сб}$  – отношение массы поезда нетто к массе поезда брутто соответствующих групп поездов;

$k_n$  – коэффициент месячной неравномерности перевозок (принимается 1,05...1,15).

Средняя масса  $Q_{бр}^{ср}$  поезда зависит от структуры поездопотока и нормы масс  $Q_{нетто}$  поезда.

Величина  $\psi$  для тяжеловесных грузов (руда, уголь, стройматериалы, металл) составляет 0,73...0,76; для легковесных  $\psi = 0,6...0,70$ .

В среднем по сети дорог  $\psi = 0,66...0,70$ .

Важнейшим условием увеличения провозной способности являются повышение грузоподъемности вагонов и улучшение ее использования, увеличение силы тяги локомотива и массы поезда.

## 7.5 Участковая скорость движения грузовых поездов при параллельном и непараллельном графике

*Участковая скорость* – учитывает все виды стоянок поездов (за исключением технических станций), а также время на их разгон и замедление.

Участковая скорость является одним из важнейших технико-экономических показателей качества перевозочного процесса. Она выражает среднюю скорость движения поездов между станциями технического осмотра составов и смены локомотивных бригад.

Участковая скорость зависит как от уровня ходовой и технической скоростей, так и от потерь времени на остановках в пределах участка. Потери времени вызываются скрещиваниями грузовых поездов между собой и с пассажирскими на однопутных линиях и обгонами грузовых поездов пассажирскими на однопутных и двухпутных линиях. Эти потери зависят, прежде всего, от качества построения графика движения. Важнейшим показателем, характеризующим качество составления графика движения поездов, является коэффициент скорости, представляющий собой отношение участковой скорости к технической:

$$\beta_m = \frac{V_{уч}}{V_m}, \quad (7.15)$$

или ходовой

$$\beta_x = \frac{V_{уч}}{V_x}, \quad (7.16)$$

где  $V_{уч}$ ,  $V_m$ ,  $V_x$  – участковая, техническая и ходовая скорости, км/ч.

Более полно качество составления графика характеризуется коэффициентом  $\beta_x$ , т.к. он отражает влияние на участковую скорость как общей продолжительности стоянок поездов на промежуточных станциях, так и времени, затрачиваемого на разгон и замедления, также зависящего от числа остановок поездов.

Коэффициент участковой скорости зависит от:

- размеров движения грузовых и пассажирских поездов, с увеличением которых число остановок и, следовательно, потери времени на них возрастают;
- соотношения скоростей движения грузовых и пассажирских поездов, оказывающих влияние на число обгонов;

➤ частоты расположения отдельных пунктов, позволяющих осуществлять скрещения и обгоны поездов (с увеличением числа отдельных пунктов на участках при тех же прочих условиях уменьшаются стоянки поездов при скрещениях и обгонах);

➤ станционных интервалов, непосредственно определяющих минимальную продолжительность стоянок поездов.

Участковая скорость существенно зависит от степени использования пропускной способности линии. Так, при полном ее заполнении, например, на одной линии все поезда, следующие по участку, имеют скрещения со встречными поездами на всех отдельных пунктах, при неполном – часть поездов проходит отдельные отдельные пункты без скрещения со встречными поездами.

Насыщенными могут быть только графики на участках с полной или близкой к ней идентичностью перегонов и при максимальном или близком к нему использовании пропускной способности.

Участковая скорость при насыщенном графике:

$$v_y = \frac{2NL}{24\Pi - \frac{\sum \tau_k N}{60}}, \quad (7.17)$$

где  $N$  – число пар грузовых поездов, пропускаемых по участку;

$L$  – длина участка, км;

$\Pi$  – число перегонов на участке;

$\sum \tau_k$  - сумма станционных интервалов по конечным станциям участков, ч.

Составление ненасыщенного графика, т.е. графика с возможно меньшим в данных условиях числом скрещений поездов, обеспечивается использованием резервов свободного (не занятого пропуском поездов) времени суток на всех или отдельных перегонах участка. Источниками образования свободного времени на графике являются:

✓ неполное использование пропускной способности, т.е. наличие на графике меньшего числа поездов, чем может быть освоено по условиям пропускной способности;

✓ неидентичность перегонов, при которой свободное время образуется на всех перегонах с периодом графика меньшим, чем на максимальном перегоне;

✓ некрatность времени суток периоду графика максимального перегона, что создает свободное время как на ограничивающем, так и на других перегонах;

✓ дополнительный съём обычных грузовых поездов пассажирскими и ускоренными грузовыми и часть съема сборными.

Свободное время при ненасыщенном графике позволяет не только сократить число остановок поездов на промежуточных станциях, но и уменьшить продолжительность стоянок поездов по скрещению и под обгоном путем некоторого смещения линий их хода на графике, т.е. изменения моментов отправления с отдельных станций.

По разрабатываемым и вводимым в действие графикам движения устанавливается *нормативная участковая скорость* грузовых поездов. По графикам исполненного движения определяется *выполненная участковая скорость*. В целях анализа качества разработки и выполнения графика движения, а также изучения влияния различных факторов на участковую скорость по эксплуатируемым железнодорожным линиям выполняется аналитический расчет участковой скорости.

Участковая скорость движения грузовых поездов зависит от ходовой скорости и потерь времени на остановках поездов. Из формулы (7.16):

$$v_{уч} = \beta_x v_x, \quad (7.18)$$

Коэффициент участковой скорости в зависимости от потерь времени на остановках:

$$\beta_x = 1 - \frac{T_{cm}}{T'_x + T''_x + T_{cm}}, \quad (7.19)$$

где  $T'_x, T''_x$  – время хода пары поездов по участку без остановок на промежуточных станциях (так называемое «чистое» время хода), мин;

$T_{cm}$  – общее время стоянок пары поездов на промежуточных станциях, включая время на разгон и замедление, мин.

Из формулы (7.19) видно, что для установления зависимости участковой скорости от определяющих ее факторов, необходимо найти зависимость  $T_{cm}$  от тех же факторов. Это время для грузовых поездов (без сборных и ускоренных) для однопутных участков может быть выражено суммой времени стоянок при скрещении и под обгоном:

$$T_{cm} = k_{ск} t_{ск} + k_{об} t_{об}, \quad (7.20)$$

где  $k_{ск}$  – общее число скрещений поездов, приходящихся на пару грузовых поездов;

$k_{об}$  – число обгонов грузовых поездов пассажирскими и ускоренными, приходящееся на пару грузовых поездов;

$t_{ск}, t_{об}$  – средняя продолжительность стоянки поезда соответственно при скрещении и под обгоном (включая разгон и замедление), мин.

При расчете  $T_{см}$  для двухпутных участков первое слагаемое в формуле (7.20) исключается.

Таким образом, для получения аналитической зависимости участковой скорости от влияющих на нее факторов, необходимо установить взаимосвязи этих факторов с числом скрещений и обгонов, а также с продолжительностью стоянок поездов при скрещении и обгонах для различных линий и типов графиков.

Число скрещений грузовых поездов с грузовыми, приходящееся на одну пару этих поездов, выразится зависимостью:

$$k_{ск}^{gp} = \frac{N_{gp} (T'_x + T''_x + T_{см})}{1440} - \delta_{\kappa}, \quad (7.21)$$

где  $N_{gp}$  – число грузовых поездов одного направления;

$\delta_{\kappa}$  – поправка, обуславливаемая некратностью времени  $T'_x + T''_x + T_{см}$  среднему интервалу между грузовыми поездами одного направления и заключающаяся в пределах от 0 до 1.

Так как при скрещении грузовых поездов между собой один из них, как правило, пропускается через отдельный пункт безостановочно, то выражаемое формулой (7.21) число скрещений определяет и число остановок, приходящееся на пару грузовых поездов.

Число скрещений грузовых поездов с парой пассажирских:

$$k_{ск}^{nac} = \frac{N_{gp} [(T'_x + T''_x)(1 + \Delta) + T_{см}]}{1440} - 2\delta_{\kappa}, \quad (7.22)$$

где  $\Delta$  – отношение времени хода пары пассажирских поездов к времени хода пары грузовых.

Подставляя зависимости (7.20-7.22) в формулу (7.19) получим развернутое выражение для определения коэффициента  $\beta_x$ :

$$\beta_x = 1 - \frac{N_{gp} t_{ск} + N_{nac} [(1 + \Delta) t_{ск} + (1 + \Delta) t_{об}]}{1440 - N_{nac} (t_{об} - t_{ск}) \Delta}, \quad (7.23)$$



Формула (7.23) лишь приближенно отражает зависимость коэффициента скорости от основных факторов, определяющих условия пропуска поездов по участку: размеров движения грузовых и пассажирских поездов и продолжительности стоянок поездов при скрещении и обгонах. Для получения из нее расчетной формулы необходимо учесть: совпадение скрещений с обгонами, интервалы времени между поездами по крайним перегонам участка, соотношение продолжительности стоянок под обгонами и при скрещении и некоторые другие условия и положения. Влияние всех факторов на коэффициент скорости может быть учтено соответствующим типом графика.

### 7.5.1 Расчет коэффициента скорости при непакетном графике

Коэффициент участковой скорости на однопутном участке при непакетном графике движения вытекает из формулы (7.23) с учетом того, что более точно число остановок поездов для скрещений определится из выражения:

$$k_{ск} = k_{ск}^{zp} + k_{ск}^{nac} + k_{см}, \quad (7.24)$$

где  $k_{см}$  – число скрещений, совмещаемых с обгонами.

Анализ графиков движения поездов показывает, что около 90% обгонов совмещается со скрещением поездов, т.е.  $k_{см} = 0,9k_{об}$ .

Обычно средние значения коэффициентов неидентичности перегонов и заполнения графика  $\gamma_3^{zp}$  составляют 0,7-0,8.

Подставив эти значения в формулу (7.23) и после преобразования имеем:

$$\beta_x = 1 - \frac{(N_{zp} + 1,2\Delta N_{nac})t_{ск} + (1 - 0,7\Delta)N_{nac}t_{об}}{1600}, \quad (7.25)$$

Расчеты по формуле (7.25) показывают, что наибольшее влияние на  $\beta_x$  оказывают размеры грузового движения и продолжительность стоянок поездов при скрещении. Каждый пассажирский поезд оказывает влияние на  $\beta_x$  примерно в 1,6-1,9 раза больше, чем грузовой.

Соотношение скоростей пассажирских и грузовых поездов  $\Delta$  не оказывает существенного влияния на  $\beta_x$ , что, как видно из формулы (7.25), объясняется противоположным влиянием  $\Delta$  на число скрещений грузовых поездов с пассажирскими и на число обгонов. Число скрещений с

повышением скорости движения пассажирских поездов уменьшается, а обгонов – увеличивается.

Введение автоблокировки (при непакетном графике) повышает  $\beta_x$  на 0,07-0,09, что соответствует повышению участковой скорости на 10-15%.

На двухпутных линиях грузовые поезда задерживаются только под обгоном. Для определения коэффициента скорости на этих линиях формула (7.25) преобразуется исключением слагаемого, зависящего от  $t_{ск}$ :

$$\beta_x = 1 - \frac{(1 - 0,7\Delta)N_{нас}t_{об}}{1600}, \quad (7.26)$$

При достаточно резервах пропускной способности на участках длиной порядка 100 км некоторые грузовые поезда можно прокладывать на графике без обгона на промежуточных отдельных пунктах, перенося обгон на участковые станции. В этом случае при определении  $\beta_x$  число пассажирских поездов в формуле (7.26) принимается за вычетом поездов, не обгоняющих грузовые.

Возможность такого построения графика движения зависит от числа поездов, которые должны быть проложены на графике, и пропускной способности участка при безобгонном пропуске поездов. Некоторое уменьшение влияния пассажирских поездов на коэффициент скорости достигается пачечной их прокладкой на графике. При этом число остановок поездов под обгоном уменьшается пропорционально числу поездов, отправляемых в пачке  $k_n$ , а простой под обгоном каждого поезда увеличивается на интервал времени между первым и последним поездами в пачке, т.е. на  $(k-1)I_{нас}$ , где  $I_{нас}$  – интервал между двумя пассажирскими поездами в пачке.

Пачечная прокладка на графике пассажирских поездов при  $k_n=2-3$  повышает участковую скорость на 10-20%. Эффективной мерой повышения средней участковой скорости является сокращение числа сборных поездов и числа остановок этих поездов путем концентрации грузовой работы на меньшем числе станций.

### **7.5.2 Расчет коэффициента скорости при пакетном и частично-пакетном графиках**

В случае расчета коэффициента участковой скорости при пакетном графике движения требуется определить не только общее число остановок грузовых поездов на участке, но и их распределение по продолжительности стоянок поездов на остановках. Разница в

продолжительности стоянок поездов при скрещениях и обгонах объясняется разнообразием сочетаний скрещений и обгонов одиночных поездов и пакетами.

Определяя общие потери времени на остановки, рассчитывают число стоянок:

при скрещениях одиночных поездов между собой и с пассажирскими  $k_{ск}^{од}$  ;

при скрещениях одиночных поездов с пакетами  $k_{ск}^{ч/п}$  ;

при скрещениях пакетов между собой и с пассажирскими поездами  $k_{ск}^{пак}$  ;

при обгонах пассажирскими поездами одиночных грузовых  $k_{об}^{од}$  ;

при обгонах пассажирскими поездами пакетов грузовых  $k_{об}^{пак}$  .

Число скрещений и обгонов различного типа рассчитывают по формулам (7.21-7.22), заменяя в них число грузовых поездов соответствующими числами одиночных поездов и пакетов. При коэффициенте пакетности графика  $\alpha_n$  число одиночных поездов и пакетов составит:

$$N_{од} = (1 - \alpha_n) N_{зр}, \quad (7.27)$$

$$N_{пак} = 0,5 N_{зр} \alpha_n, \quad (7.28)$$

где  $\alpha_n$  – коэффициент пакетности.

## 7.6 Увеличение пропускной способности линии

Провозную и пропускную способность линии можно увеличить как повышением массы поезда, так и увеличением размеров движения. Способы усиления выбирают, всесторонне оценивая технические, эксплуатационные и экономические показатели.

Мероприятия по овладению предстоящими грузовыми и пассажирскими перевозками выбирают, сопоставляя требуемую и наличную пропускную способность, а также оценивая эффективность различных видов и уровней технического оснащения дорог в зависимости от степени загрузки грузо- и пассажиропотоками.

Можно выделить три принципиальные группы мер увеличения пропускной способности:

✓ организационно-технические – лучшее использование действующих постоянных устройств линии с устранением в некоторых случаях «узких» мест при небольших капитальных вложениях;

✓ меры временного характера;

✓ реконструкция технического оснащения линии и новое строительство.

К числу основных *организационно-технических мер* относятся:

- сокращение станционных интервалов на станциях, прилегающих к перегонам, ограничивающим пропускную способность участка, оборудование его более совершенными средствами связи при движении поездов, увеличение допускаемых скоростей движения, ликвидация враждебности маршрутов, изменение существующей расстановки сигналов и др.;

- организация обращения соединенных грузовых поездов;

- увеличение массы поездов с подталкиванием или кратной тягой, установка дополнительных передвижных тяговых подстанций на электрифицированных участках;

- применение типов графиков, обеспечивающих более плотное использование перегонов: пакетного, частично-пакетного, непарного с устройством в необходимых случаях постов на перегонах;

- изменение порядка работы сборных поездов с остановками только на опорных станциях;

- интенсификация использования технических средств на сортировочных станциях (соединение составов перед надвигом на горку, параллельный роспуск двух составов и др.);

- сокращение технологических норм времени на обработку составов при максимальной параллельности всех операций;

- перераспределение сортировочной работы между станциями с разгрузкой тех, которые ограничивают пропускную способность и дополнительной загрузкой тех, которые недоиспользуются;

- перераспределение загрузки станционных путей;

- разгрузка депо, имеющих недостаточное оборудование, от ремонта локомотивов и загрузка более мощных депо;

- устройство дополнительных пунктов экипировки локомотивов;

- усиление механизмами и рабочей силой пунктов погрузки и выгрузки, использование дополнительных грузовых фронтов и др.

К мероприятиям временного характера относятся устройство временных постов на перегонах, в частности укладкой съездов между главными путями на двухпутных участках, одностороннее движение и др.

Реконструктивные меры технического оснащения линии, как правило, связаны со значительными капитальными вложениями и длительными сроками выполнения работ.

Меры реконструкции технического оснащения линии включают следующие основные группы мероприятий:

- реконструкция тяги – введение более мощных электровозов или тепловозов, электрификация линии с соответствующей реконструкцией тягового хозяйства;

- усиление путевого развития – строительство разъездов, двухпутных вставок, вторых и третьих главных путей на перегонах, развитие станций и узлов (удлинение путей, укладка дополнительных путей и парков, переустройство горловин, постройка дополнительных сортировочных и погрузочно-выгрузочных устройств, развязка подходов в разных уровнях и др.);

- усиление пути и искусственных сооружений – укладка щебеночного основания и более тяжелых типов рельсов, переустройство мостов, смягчение профиля пути и др.;

- реконструкция устройств сигнализации, централизации, блокировки и связи – автоблокировка, диспетчерская централизация, электрическая централизация стрелок и сигналов, устройства поездной и маневровой работы;

- механизация и автоматизация поездной и маневровой работы;

- строительство новых, разгружающих линий.

Приведенная группировка мер реконструктивного усиления пропускной способности в известной мере условна, т.к. реконструкция тяги, например, требует предварительного усиления путевого хозяйства, удлинения путей, переустройства средств связи при движении поездов (если эти работы ранее не выполнялись) и др.

Способ увеличения пропускной способности выбирают для каждой линии в зависимости от заданных размеров движения, местных условий и технико-экономической эффективности разных вариантов. Однако важнейшим требованием к плану реконструкции линии является комплексное ее развитие, предупреждающее какие-либо диспропорции при эксплуатации.

### **Увеличение пропускной способности линии за счет пакетного графика движения поездов**

Пакетный (частично-пакетный) график движения применяют на однопутных участках, оборудованных автоблокировкой.

Недостатками данного типа графика являются:

1. Большая продолжительность стоянок поездов на участке при скрещении пакетов между собой и при обгоне их пассажирскими.
  2. Требуется дополнительное число длина станционных путей на промежуточных станциях участка для остановок поездов в пакете.
  3. Дополнительные задержки поездов возникают при осмотре поездов в пакетах на технических станциях или требуется введение дополнительной бригады.
  4. Из-за неравномерности движения поездов появляются дополнительные простои в пунктах перехода на пакетный график.
  5. Требуется длина приемоотправочных путей равной длине поездов, следующих в пакете.
  6. Применение пакетного графика уменьшает участковую скорость.
- С другой стороны пакетный график позволяет значительно повысить пропускную способность.

### **Увеличение пропускной способности линии за счет уменьшения длины перегонов**

Длину перегонов уменьшают, открывая дополнительные разъезды, обгонные пункты и посты, удлиняя станционные пути в сторону ограничивающего перегона. Строительство дополнительных разъездов сокращает период графика за счет уменьшения времени хода по перегону.

При открытии разъездов между отдельными пунктами должна быть найдена площадка, профиль которой обеспечивал бы трогание с места. Поэтому разделение существующих перегонов на равные части является практически невозможным и рост пропускной способности составляет около 50%. Кроме того, пропускная способность при открытии разъездов, будет ограничиваться другим перегоном с близким к максимальному периодом графика. Следовательно, требуется последовательное открытие нескольких дополнительных разъездов.

Минимальную длину перегона определяют исходя, из фактической возможности организовать движение поездов с учетом безопасности.

$$L_{min} = L_{non} + L_{воспр} + L_{торм} + L_{вход} + L_{удал} \quad (7.29)$$

Открывать дополнительные разъезды эффективно при средней длине перегонов более 16 км. Строительство разъездов вызовет рост числа остановок поездов для скрещения, что приведет к падению участковой скорости, росту расхода топлива.

С целью увеличения пропускной способности на перегонах, оборудованных ПАБ, применяются блок-посты. Они позволяют сократить время следования по перегону попутных поездов.

Удлинение станционных путей в сторону ограничивающего перегона приводит к сдвигке осей отдельных пунктов и применяется при существенной не идентичности перегонов.

### **Увеличение пропускной способности линии за счет строительства второго пути**

Строительство второго сплошного пути нецелесообразно, т.к. капитальные затраты значительные, а получаемое при этом трехкратное увеличение пропускной способности не вызвано потребностями в перевозках. Более обосновано поэтапное строительство вторых путей, которые можно размещать поперегонно или двухпутными вставками. При этом условия организации движения приближаются к двухпутным линиям, т.к. поезда для скрещения не останавливаются, а капитальные затраты сокращаются значительно.

Двухпутные вставки имеют два основных эксплуатационных недостатка:

1. Трудность содержания стрелочных переводов на перегоне;
2. Жесткие требования к выполнению графика движения поездов.

Технико-экономическое обоснование состоит в определении длины каждой вставки и среднего расстояния между их осями, при выполнении требований по расположению их в плане и профиле.

## Заключение

Изучение лекционного материала по дисциплине «Организация движения поездов» является обязательной составной частью освоения дисциплины и служит базой для самостоятельной внеаудиторной работы и успешного освоения материала практических занятий по дисциплине.

Успешное освоение дисциплины позволит студенту в полном объеме освоить последующие дисциплины учебного плана:

Техническое нормирование эксплуатационной работы;

Правила технической эксплуатации и безопасность движения.

А так же выполнить выпускную квалификационную работу, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

1. Методы управления движением на железнодорожном транспорте;
2. Построение графика движения поездов;
3. Оперативное управление и анализ эксплуатационной работы железнодорожного транспорта;
4. Технологию контроля и управления системами организации движения на полигонах железных дорог Российской Федерации в современных условиях;
5. Структуру осуществления контроля и управления системами организации движения на полигонах железных дорог Российской Федерации в современных условиях;
6. Тенденции развития транспортных технологий;
7. Методы выполнения технико-экономических расчетов по выбору наиболее эффективных решений, методы увеличения пропускной и перерабатывающей способности станций и узлов;
8. Выбор массы и скорости движения поездов;
9. Расчет пропускной и провозной способности линий;
10. Показатели использования подвижного состава;
11. Технологию централизованного управления перевозками во взаимодействии с дирекциями ОАО «РЖД»;
12. Систему логического контроля работы поездного диспетчера;
13. Требования по обеспечению транспортной безопасности для различных категорий объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств железнодорожного транспорта.



## Список использованных информационных ресурсов

1. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте: Технология и управление работой железнодорожных участков и направлений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. Ю. Левин. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 368 с. – ISBN 978-5-16-103634-1. URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=348740> (дата обращения 05.02.2021). – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – Текст : электронный.
2. Информационные технологии на магистральном транспорте [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов железнодорожного транспорта / В. Н. Морозов, Э. К. Лецкий, И. Н. Шапкин [и др.] ; рецензенты : Р. Ю. Лыков, Ю. В. Пересветов. - Электрон. текстовые дан. - М. : УМЦ ЖДТ, 2018. - 405 с. – ISBN 978-5-906938-89-3. URL: <http://umczt.ru/books/42/225479/> (дата обращения 05.01.2021). – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – Текст : электронный.
3. Организация движения поездов [Электронный ресурс] : конспект лекций по дисциплине «Организация движения поездов» для студентов дневной и заочной форм обучения специальности «Эксплуатация железных дорог» / Иркутский государственный университет путей сообщения (Иркутск) ; сост. О. И. Залогова. – Электрон. текстовые дан. (780 Кб). – Иркутск : ИрГУПС, 2017. – 36 с. URL: [http://irbis.krsk.irkups.ru/cgi-bin/irbis64r\\_opak81/cgiirbis\\_64.exe?&C21COM=2&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&Image\\_file\\_name=%5Cful%5C509\\_yim.pdf&IMAGE\\_FILE\\_DOWNLOAD=1](http://irbis.krsk.irkups.ru/cgi-bin/irbis64r_opak81/cgiirbis_64.exe?&C21COM=2&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&Image_file_name=%5Cful%5C509_yim.pdf&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1) (дата обращения 17.02.2021). – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – Текст : электронный.
4. Организация перевозочного процесса на железнодорожном транспорте [Текст] : учеб. для ССУЗов / М. С. Боровикова. - М. : Автограф, 2014. - 412 с. - Библиогр.: с. 401-404. - ISBN 978-5-906088-10-9. Текст : непосредственный.
5. Организация движения на железнодорожном транспорте [Электронный ресурс] : учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта / М. С. Боровикова ; рецензент М. А. Голдовский. - Электрон. текстовые дан. - Москва : УМЦ ЖДТ, 2009. - 496 с. – ISBN 978-5-89035-564-5. URL: <http://umczt.ru/books/40/225781/> (дата

- обращения 10.02.2021). – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – Текст : электронный.
6. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте [Текст] : в 2-х т.: учебник / В. И. Ковалев [и др.] ; ред.: В. И. Ковалев, А. Т. Осьминин. - М. : ГОУ УМЦ по образованию на ж.д. трансп. Т.2 : Управление движением. - 2011. - 440 с. ISBN 978-5-9994-0069-7(т.2). Текст : непосредственный.
  7. Абрамов, А.А. Управление эксплуатационной работой: Ч. II. График движения поездов и пропускная способность: Учеб. пос./ А.А. –М.:РГОТУПС, 2002, – 171 с. ISBN 5-7473-0116-0. Текст : непосредственный.
  8. Распоряжение ОАО «РЖД» от 14.09.2005 № 1508р «Об утверждении Положения о диспетчерском управлении движением поездов в ОАО «РЖД» – Москва, 2005. – 43 с. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901972483> (дата обращения 10.02.2021).
  9. Приказ Минтранса России от 18.07.2018 № 266 «Об утверждении Методики определения пропускной и провозной способностей инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования» (Зарегистрировано в Минюсте России 09.08.2018 № 51837) – Москва, 2018. – 47 с. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542629643> (дата обращения 10.02.2021).
  10. Типовой технологический процесс управления местной работой. Утвержден распоряжением ОАО «РЖД» от 15 апреля 2016 г. № 684р. Москва, 2016. – 33 с.  
URL: <https://rly.su/ru/content/%D1%82%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9-%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81-%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F-%D0%BC%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B9-%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B9> (дата обращения 15.02.2021).
  11. Сиденко, А.Я. Инструкция по определению станционных и межпоездных интервалов. / А.Я. Сиденко. – Москва : МПС РФ, 1995. – 214 с. – Текст : непосредственный.

*Учебно-методическое издание*

Марина Валерьевна Фуфачева

**Организация движения поездов**

Учебное пособие

---

Подписано в печать «    »      2021 г.  
Формат бумаги 60×84/16  
7,46 авт. л. 11,2 печ. л.

экз.  
План издания 2021 г. № <sup>п/п</sup> КрИЖТ ИрГУПС  
Протокол №      от

Отпечатано в КрИЖТ ИрГУПС  
Красноярск, ул. Новая Заря, д. 2И,