

**РОСЖЕЛДОР**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Ростовский государственный университет путей сообщения»**  
**(ФГБОУ ВО РГУПС)**  
**Волгоградский техникум железнодорожного транспорта**  
**(ВТЖТ – филиал РГУПС)**

---

Т.В. Бахтина

**Общий курс железных дорог**

Учебное пособие для студентов 2-го курса специальности

Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство

Волгоград  
2017

Учебное пособие для студентов 2 курса по дисциплине Общий курс железных дорог. / Т.В. Бахтина; ВТЖТ – филиал ФГБОУ ВО РГУПС. – Волгоград, 2017. – 230с.

Предназначено для студентов специальности Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство

Рекомендовано УМО по среднему профессиональному образованию Волгоградской области к использованию в учебном процессе в качестве учебного пособия для учебных заведений СПО Волгоградской области.

Одобрено к изданию методическим советом ВТЖТ – филиал ФГБОУ ВО РГУПС.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
Раздел 1 Общие сведения о железнодорожном транспорте	8
1.1. Характеристика железнодорожного транспорта и его место в единой транспортной системе	8
1.1.1.Значение железнодорожного транспорта и основные показатели его работы	8
1.1.2.Виды транспорта и их особенности. Роль железных дорог в единой транспортной системе и ее краткая характеристика	10
1.1.3.Общие сведения о метрополитенах и городском электрическом транспорте	14
1.1.4.Стратегия развития железнодорожного транспорта	19
1.2.Основы возникновения и развития железнодорожного транспорта	23
1 2.1.Дороги дореволюционной России	23
1.2.2.Железнодорожный транспорт после революционной России и СССР	26
1.2.3.Железнодорожный транспорт Российской Федерации	29
1.2.4.Климатическое и сейсмическое районирование территории россии	30
1.2.5.Краткие сведения о зарубежных железных дорогах	32
1.3.Организация управления на железнодорожном транспорте	36
1.3.1.Понятия о комплексе сооружений и устройств и структуре управления на железнодорожном транспорте	36
1.3.2.Габариты на железных дорогах	39
1.3.3.Основные руководящие документы по обеспечению четкой работы железных дорог и безопасности движения	45
1.4.Основы проектирования и строительства железных дорог	48
1.4.1.Основные сведения о категориях железнодорожных линий, трассе, плане, и продольном профиле.	48
Раздел 2.Сооружения и устройства инфраструктуры железных дорог.	53
2.1.Элементы железнодорожного пути	53
2.1.1.Общие сведения о железнодорожном пути	53
2.1.2.Земляное полотно и его поперечные профили. Водоотводные устройства	54
2.1.3. Виды и назначение искусственных сооружений	59
2.1.4.Составные элементы и типы верхнего строения пути, и их назначение	65

2.1.5.Устройство рельсовой колеи	78
2.1.6.Соединения и пересечения путей	81
2.1.7.Переезды и путепроводы через железнодорожные пути	84
2.1.8.Задачи путевого хозяйства. Классификация и организация путевых работ	85
2.2.Устройства электроснабжения	92
2.2.1.Схемы электроснабжения. Комплекс устройств	92
2.2.2.Системы тока и величина напряжения в контактной сети. Тяговая сеть	94
2.2.3.Содержание устройств электроснабжения	97
2.3.Общие сведения о железнодорожном подвижном составе	98
2.3.1.Классификация и обозначение тягового подвижного состава	98
2.3.2.Электровозы и электропоезда, особенности устройства	100
2.3.3.Принципиальная схема тепловоза. Основные устройства дизеля	108
2.3.4.Классификация и основные типы вагонов, их маркировка	114
2.4.Техническая эксплуатация и ремонт железнодорожного подвижного состава	124
2.4.1.Обслуживание локомотивов и организация их работы	126
2.4.2.Экипировка локомотивов	127
2.4.3.Техническое обслуживание и ремонт локомотивов	128
2.4.4.Виды ремонта вагонов. Сооружения и устройства технического обслуживания	130
2.4.5.Текущее содержание вагонов	134
2.4.6.Восстановительные и пожарные поезда	135
2.5.Системы и устройства автоматики, телемеханики и связи	135
2.5.1.Общие сведения об автоматике, телемеханике и основах сигнализации на железных дорогах	135
2.5.2.Общие сведения о маневровых, переносных, ручных, поездных сигналах, сигнальных указателях и знаках	140
2.5.3.Устройства сигнализации, централизации и блокировки на перегонах и станциях	143
2.5.4.Виды технологической электросвязи на железнодорожном транспорте	149
2.6.Раздельные пункты и железнодорожные узлы	152
2.6.1.Назначение и классификация раздельных пунктов	152
2.6.2.Станционные пути и их назначение	153
2.6.3.Стрелочные переводы и посты	156
2.6.4.Продольный профиль и план путей на станциях	158
2.6.5.Маневровая работа на станциях	160

2.6.6. Технологический процесс работы станции. Техническо-распорядительный акт	161
2.6.7. Устройство и работа отдельных пунктов	162
2.7. Основные сведения о материально-техническом обеспечении железных дорог	167
2.7.1. Задачи и организационная структура материально технического обеспечения	167
2.7.2. Организация материально-технического обеспечения	169
2.7.3. Складское хозяйство	171
Раздел 3. Организация железнодорожных перевозок и управление движением поездов	173
3.1. Планирование и организация перевозок и коммерческой работы	173
3.1.1. Общие сведения. Основы планирования грузовых перевозок	173
3.1.2. Организация грузовой и коммерческой работы	175
3.1.3. Основы организации пассажирских перевозок	180
3.1.4. График движения поездов и пропускная способность железных дорог	183
3.2. Информационные технологии и системы автоматизированного управления	190
3.2.1. Становление современных железнодорожных информационных технологий	190
3.2.2. Обеспечение работы автоматизированных систем управления (АСУ)	193
3.2.3. Основные виды АСУ на железнодорожном транспорте	194
3.2.4. Представление информации для ввода в ЭВМ	202
3.3. Перспективы повышения качества и эффективности перевозочного процесса	205
3.3.1. Понятие о структурной реформе на железнодорожном транспорте	205
3.3.2. Реформирование системы управления перевозками. Система сбыта транспортных услуг	210
3.3.3. Перспективы развития скоростного и высокоскоростного движения	217
Приложение	221
Список рекомендуемых источников	228

## Введение

Ведущее место в транспортной системе Российской Федерации занимают железные дороги. Они имеют важнейшее государственное, народнохозяйственное и оборонное значение. От железных дорог требуется своевременное, качественное и полное удовлетворение потребностей населения и народного хозяйства, грузоотправителей и грузополучателей в перевозках. Любая (даже кратковременная) задержка выполнения заявки на перевозки наносит ущерб нормальной работе предприятий, подрывает договорные основы ведения хозяйства, снижает конкурентоспособность железнодорожного транспорта.

Железные дороги имеют различные инженерные сооружения, технические устройства и средства, основными из которых являются железнодорожный путь, подвижной состав (локомотивы и вагоны), локомотивное и вагонное хозяйства, сооружения и устройства сигнализации, связи и вычислительной техники, электро- и водоснабжения, железнодорожные станции и узлы.

Многоотраслевое хозяйство железнодорожного транспорта России представляет собой огромный, протянувшийся на многие десятки тысяч километров конвейер, бесперебойная и безаварийная работа которого требует взаимно увязанной и слаженной работы всех звеньев. Для того чтобы с наибольшей эффективностью направить свои усилия на совершенствование перевозочного процесса, каждому инженеру надо не только профессионально знать свою специальность, но и обладать необходимыми знаниями в других, смежных отраслях железнодорожного транспорта.

Для этой цели предназначена дисциплина «Общий курс железных дорог», в основе которой заложен принцип взаимодействия и слаженности работы всех хозяйств и подразделений железнодорожного транспорта.

Задачей «Общего курса железных дорог» является изучение комплекса устройств, технического оснащения, технико-экономических показателей, эксплуатации железных дорог и взаимодействия их с другими видами транспорта. В результате изучения этой комплексной дисциплины обучающиеся получают цельное представление о железнодорожном транспорте, взаимосвязи его отраслей и о роли избранной ими специальности в работе железных дорог.

В 2003 г. упразднено Министерство путей сообщения и создано открытое акционерное общество «Российские железные дороги»

(ОАО «РЖД»), которому переданы функции управления хозяйственной деятельностью железных дорог, которое состоит из отдельных структурных подразделений ОАО «РЖД», развитие независимых компаний-операторов владеющих примерно половиной всего вагонного парка страны.

В сфере грузовых перевозок создано ОАО «Первая грузовая компания», которому передано 50 % грузовых вагонов ОАО «РЖД», и завершается организация ОАО «Вторая грузовая компания».

Созданы Федеральная пассажирская дирекция для организации перевозок пассажиров в дальнем сообщении, Дирекция железнодорожных вокзалов и ряд региональных пригородных пассажирских компаний, на которые возложена организация перевозок пригородных пассажиров.

В 2008 г. утверждена «Стратегия развития железнодорожного транспорта Российской Федерации до 2030 года», целью которой является доведение технического и технологического уровня железных дорог нашей страны до лучших мировых стандартов.

В ОАО «РЖД» были созданы новые локомотивы и вагоны, устройства автоматики, телемеханики, связи, вычислительной техники, путевого хозяйства и электроснабжения, соответствующие мировому уровню.

Разработана и реализуется комплексная программа информатизации железнодорожного транспорта, основанная на применении высокоэффективных информационных технологий во всех сферах его деятельности, в управлении перевозочным процессом, маркетингом, экономикой, финансами, инфраструктурой, социальной сферой и работой персонала.

В подразделениях железнодорожного транспорта осуществляются меры по ресурсосбережению, сокращению эксплуатационных расходов, приведению их в соответствие с размерами перевозок, поувеличению доходов. Эти меры направлены на обеспечение рентабельной работы отрасли, получение средств для развития техники железных дорог и улучшения социально-бытовых условий работников железнодорожного транспорта.

## **Раздел 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

### **1.1. Характеристика железнодорожного транспорта и его место в единой транспортной системе**

#### **1.1.1. Значение железнодорожного транспорта и основные показатели его работы**

Транспорт (наряду с добывающей промышленностью, земледелием и обрабатывающей промышленностью) является сферой материального производства. В отличие от других отраслей промышленности, транспорт не производит новых продуктов. Продукцией транспорта является перевозка, то есть само перемещение пассажиров и грузов.

Транспорт является связующим звеном между производителями и потребителями товаров и услуг, без которого немислим рынок и рыночные отношения.

Ведущим видом транспорта в России являются железные дороги. Они связывают в единое целое все области и районы страны, обеспечивают потребности населения в перевозках и нормальный оборот продуктов промышленности и сельского хозяйства.

Железнодорожный транспорт в большой мере способствует освоению новых районов и их природных богатств, удовлетворению материальных и культурных потребностей населения и развитию связей России с другими странами; он имеет первостепенное значение и для обороны нашей страны.

Все виды транспорта взаимодействуют между собой, дополняют друг друга и составляют единую транспортную систему.

Для оценки перевозочной работы используется ряд показателей. В качестве основного установлен показатель  $p$  — объем перевозок (отправления) грузов, измеряемый в тоннах (т), обычно за год. Этот показатель обеспечивает лучшую сбалансированность (увязку) планов производства с планами перевозок единым измерением — тоннами — по сравнению с показателем грузооборота.

Грузооборот —  $\sum p l$ , в тонно-километрах (т-км), представляет собой сумму произведений массы перевезенных грузов на расстояние (дальность) перевозки. Для уменьшения расходов на перевозки и ускорения доставки грузов задания по грузообороту должны выполняться за счет роста

количества перевезенного груза, а не за счет увеличения дальности перевозки. Грузооборот является обобщающим показателем, используемым для определения потребности в подвижном составе и ремонтной базе, затратах труда, топлива, электроэнергии и т.д.

К числу важнейших показателей относится и количество перевезенных пассажиров — а, обычно за год.

Пассажиروоборот —  $\sum a_1$ , (пассажиры-км) представляет собой сумму произведений числа перевезенных пассажиров на расстояние перевозки.

Приведенная продукция транспорта в приведенных тонно-километрах:

$$\sum_{пр}^{pl} = \sum pl + k \sum a_1$$

где k — коэффициент перевода пассажиро-километров в тонно-километры.

Коэффициент перевода принимают равным 1 исходя из существовавшего в прошлом примерного равенства себестоимости 1 т-км и 1 пассажиро-км. В настоящее время себестоимость 1 пассажиро-км существенно выше себестоимости 1 т-км, однако во избежание нарушения сопоставимости отчетных цифр за прошлые годы значение коэффициента не меняется.

При определении же производительности труда на железнодорожном транспорте значение k в большинстве случаев принимают равным 2, что дает возможность более точно учесть затраты труда на выполнение перевозочной работы.

К числу важнейших показателей работы железных дорог относится грузонапряженность, характеризуемая средним количеством выполненных тонно-километров или приведенных тонно-километров, приходящихся на 1 км эксплуатационной длины.

Установлены также показатели использования вагонов и локомотивов. Важнейшим качественным показателем на железнодорожном транспорте, отражающим работу всех основных служб дорог, подразделений и предприятий, является оборот вагона. Оборотом вагона называют время от окончания погрузки вагона до окончания следующей его погрузки.

К основным экономическим показателям работы транспорта относятся производительность труда, себестоимость перевозок, а также доходность и прибыль.

Производительность труда определяется объемом выполненной продукции в приведенных тонно-километрах, пассажирокилометрах или тонно-километрах, приходящимся на одного работника эксплуатационного штата, а себестоимость перевозок — отношением эксплуатационных расходов по перевозке к объему выполненной продукции.

Прибыль представляет собой разность между суммарными доходами дороги, отделения и эксплуатационными расходами на выполнение перевозок.

### **1.1.2. Виды транспорта и их особенности. Роль железных дорог в единой транспортной системе и её краткая характеристика**

Перевозки пассажиров и грузов осуществляются различными, тесно связанными и взаимодействующими видами транспорта, образующими единую сеть путей сообщения страны.

В зависимости от функций в процессе производства транспорт подразделяют на: внутрипроизводственный, или промышленный, обеспечивающий в основном технологические нужды данного производства (перевозка грузов в пределах предприятия, доставка сырья, топлива, материалов с магистральной дороги и вывоз готовой продукции и порожняка в обратном направлении): внешний, или магистральный, обеспечивающий экономические связи между производителями и потребителями продукции, а также пассажирские перевозки.

Промышленный транспорт представляет собой сложный комплекс транспортных средств, механизмов, сооружений и путей. Виды промышленного транспорта весьма разнообразны: подъемники, подвесные канатные дороги, автотранспорт, железные дороги нормальной и узкой колеи. Протяженность железнодорожных подъездных путей в России составляет свыше 120 тыс. км. Из всего количества грузов, перевозимых магистральным транспортом, 95 % зарождается и более 80 % погашается на подъездных путях предприятий.

Современный магистральный транспорт подразделяется на железнодорожный, водный (речной и морской), автомобильный, воздушный и трубопроводный (нефте-, продукте- и газопроводы). Кроме того, в состав единой транспортной системы входят линии электропередачи. Распределение перевозок между этими видами транспорта зависит от наличия их в том или ином районе и технико-экономической эффективности каждого вида.

**Железнодорожный транспорт.** Этот вид транспорта наиболее приспособлен к массовым перевозкам, функционирует днем и ночью независимо от времени года и атмосферных условий, что особенно важно для России с ее разными климатическими зонами. Трудно переоценить роль стальных магистралей в освоении новых районов страны. Железные дороги приносят жизнь в труднодоступные местности, помогают освоить природные богатства.

По размерам грузооборота железнодорожный транспорт занимает ведущую роль, так как на железных дорогах сравнительно небольшая себестоимость перевозок и высокая скорость доставки грузов. За последние годы скорость движения грузовых и пассажирских поездов значительно увеличилась. Скорость экспрессов достигает 160 км/ч, поезд «Невский экспресс» развивает скорость до 200 км/ч, а высокоскоростной поезд «Сапсан» — до 250 км/ч.

Железные дороги являются универсальным видом транспорта для перевозок всех видов грузов в межрайонных и во внутрирайонных сообщениях. Однако постройка железных дорог требует больших капитальных вложений, зависящих от топографических, климатических и экологических условий.

Перевозка грузов по железной дороге на относительно большие расстояния экономически более выгодна, чем на малые, что объясняется высоким удельным весом расходов, не зависящих от дальности перевозок и удорожающих себестоимость их на коротких расстояниях.

Общепризнанными преимуществами железных дорог перед другими видами транспорта являются экономичность (низкая стоимость перевозок), ресурсосберегаемость, экологическая предпочтительность (по шуму, сохранности окружающей среды, землепользованию), высокая безопасность движения.

**Автомобильный транспорт.** Он обслуживает как междугородние, так и внутригородские перевозки. По объему перевозимых грузов в тоннах этот вид транспорта занимает первое место. Он обладает большой маневренностью, благодаря чему груз может быть доставлен от места погрузки отправителем до склада получателя, минуя перегрузочные операции, и с большей скоростью, чем водными и железнодорожными путями сообщения. При малых потоках пассажиров и грузов автомобильный транспорт требует меньших затрат, чем железнодорожный, так как в этом случае постройка автодороги может быть упрощена и удешевлена.

На короткопробежных перевозках автомобильный транспорт является наиболее экономичным благодаря значительно меньшим расходам по начальным и конечным операциям по сравнению с железнодорожным и водным транспортом. Автомобильный транспорт применяется главным образом для внутрирайонных перевозок пассажиров и грузов, а также для завоза и вывоза грузов с железнодорожных станций и портов.

Существенным недостатком автотранспорта являются худшие, чем при других видах транспорта, экологические показатели (загазованность, шум и т.д.).

**Водный транспорт.** Этот вид транспорта требует сравнительно небольших затрат на освоение путей сообщения. Средняя себестоимость перевозок по внутренним водным путям примерно такая же, как и на железных дорогах. По скорости доставки грузов речной транспорт уступает железнодорожному. Для повышения скоростей сообщения и экономических показателей на речном транспорте применяют новые суда и совершенствуют методы их эксплуатации. Используются суда на подводных крыльях и на воздушной подушке. Они имеют небольшую грузоподъемность и предназначены главным образом для перевозки пассажиров.

К недостаткам, ограничивающим использование речных путей, относится извилистость, увеличивающая их длину, мелководье некоторых рек в конце лета, прекращение судоходства в зимнее время. Навигационный период составляет на южных реках 240-270 дней, на северных — 120-150 дней в году. Этот период увеличивается при использовании ледоколов.

Речной транспорт применяют преимущественно для перевозок между пунктами, расположенными на речных путях, а также в смешанных железнодорожно-водных сообщениях и в последние годы в перевозках река—море. Перевозка водным транспортом массовых грузов (круглый лес, руда, уголь, соль, строительные материалы и др.) обходится дешевле, чем по железной дороге.

Морской транспорт имеет свои особенности. Скорость движения на морском транспорте выше, чем на речном. По регулярности перевозок морской транспорт уступает железным дорогам, так как некоторые порты замерзают в зимнее время.

Для транспортного обслуживания Арктики используются ледоколы и ледокольные транспортные суда. Морской транспорт является основным

видом путей сообщения в обеспечении торговых связей России со многими странами мира и в обслуживании приморских районов страны.

**Воздушный транспорт.** Это самый скоростной вид транспорта, обеспечивающий беспосадочные полеты на большие расстояния со скоростями до 1000 км/ч и более.

Важным преимуществом воздушных путей сообщения является возможность быстрой организации регулярной связи между любыми районами страны, где отсутствуют другие виды транспорта, притом по кратчайшим направлениям. Воздушные маршруты короче соответствующих маршрутов по железным и автомобильным дорогам примерно на 25—30 %, по морским и речным путям — почти на 50 %.

Воздушный транспорт требует меньших удельных (на 1 км линии) капиталовложений по сравнению с другими видами транспорта, но он уступает им по удельному расходу топлива и себестоимости перевозок. Регулярность воздушных сообщений зависит от метеорологических условий. Этот вид транспорта используется преимущественно для пассажирских перевозок и, кроме того, для перевозок почты, пушнины, живой рыбы, фруктов, цветов и т.д.

Широко применяется воздушный транспорт в сельском и лесном хозяйствах, а также для производства аэрофотосъемок при изыскании новых линий железнодорожного, автодорожного и трубопроводного транспорта. Помимо самолетов, в различных отраслях народного хозяйства используются вертолеты.

**Трубопроводный транспорт.** На трубопроводном транспорте самая низкая себестоимость перевозок. Транспортировка нефти по трубопроводам большого диаметра в среднем в 2—3 раза дешевле, чем по железным дорогам. По трубопроводам перемещается более 95 % добываемой нефти. Стоимость сооружения 1 км нефтепровода почти в 2 раза меньше стоимости строительства 1 км железнодорожной линии, причем нефтепровод может быть проложен повсеместно и по наиболее короткому направлению.

Методы взаимодействия различных видов транспорта могут быть успешно использованы и в условиях рыночных отношений на договорных началах. В настоящее время все большее применение находит система комбинированных железнодорожно-автомобильных перевозок по принципу «от двери до двери» — без перегрузки грузов

### **1.1.3. Общие сведения о метрополитенах и городском электрическом транспорте**

Метрополитен представляет собой электрическую железную дорогу, предназначенную обычно для перевозки пассажиров. Он является наиболее удобным, безопасным и экономичным видом внутри городского транспорта.

Линии метрополитена подразделяются на подземные (мелкого и глубокого заложения); наземные, размещаемые на поверхности земли; надземные, размещаемые на эстакадах.

Принципы устройства и эксплуатации метрополитенов и железных дорог во многом аналогичны. В метрополитенах такая же ширина колеи как и на магистральных железных дорогах. Работа метрополитенов выполняется в строгом соответствии с графиком движения поездов. Здесь также действуют Правила технической эксплуатации метрополитенов. Инструкция по сигнализации. Инструкция по движению поездов и маневровой работе. Для руководства отдельными отраслями хозяйства в метрополитенах имеются службы: перевозок, подвижного состава, пути, сигнализации и связи, электроподстанций и сетей, тоннельных сооружений, санитарно-техническая, эскалаторная, материально-технического снабжения. Вместе с тем, в метрополитенах по сравнению с железнодорожным транспортом имеются некоторые различия в расположении линий в плане и профиле, в длине перегонов (они незначительной длины), в габаритах, подвижном составе, устройствах пути, энергоснабжении и др. Так, габарит подвижного состава, за пределы которого не должна выходить ни одна часть его, имеет ширину 2700 мм и высоту 3700 мм.

Станции метрополитена размещают в местах образования пассажирских потоков - на площадях, пересечениях автомагистралей, у железнодорожных и речных вокзалов, стадионов и парков, крупных предприятий, на пересечениях линий метрополитенов между собой и с линиями железных дорог. Станции проектируют обычно с островными платформами длиной, превышающей расчетную длину поезда на 4 м. и шириной 8-12 м в зависимости от глубины заложения. Расстояние между осями путей метрополитена с учетом требований габаритов должно быть не менее: на перегонах двухпутных линий, на прямых участках: в тоннелях - 3400 мм., на мостах и эстакадах - 3700 мм., на наземных участках - 4000мм: в пунктах оборота вагонов - 4000 мм. На кривых участках по

условиям вписывания подвижного состава расстояние между осями смежных путей и между осью пути и габаритами приближения строений и оборудования устанавливается в зависимости от радиуса кривых и возвышения наружного рельса над внутренним.

**Краткие сведения о технических устройствах и сооружениях в метрополитенах.** На наземных и подземных линиях метрополитена, а также в местах расположения стрелочных переводов применяют пути на балластном основании: на подземных же линиях - на бетонном основании. На главных путях применяют рельсы типов Р50 и Р65. на остальных путях - Р43. На 1 км главного пути укладывается на прямых участках в тоннелях 1680 и на наземных участках - 1840 шпал, а в кривых - соответственно 1840 и 2000 шпал. Длина рельсов - 25 м. Скрепление рельсов - в основном раздельное. На метрополитенах применяют стрелочные переводы с марками крестовин не круче 1/9 на всех путях, кроме парковых и прочих, и не круче 1/5 - на парковых и прочих путях. У главных путей с правой стороны по направлению движения устанавливают постоянные путевые и сигнальные знаки.

Подвижной состав метрополитенов состоит из цельнометаллических моторных вагонов. Торможение в вагонах автоматическое.

Головные вагоны имеют дополнительное оборудование: устройства автоматического и резервного управления поездом, систему автоматического регулирования скорости его движения, радиостанцию для связи с диспетчером и др. Вагоны метрополитена оборудуют автосцепкой и устройствами электропневматического управления дверями поезда из любой кабины, а также кранами выключения пневматического управления дверями для возможности открытия их вручную. Во всех вагонах предусмотрены устройства громкоговорящего оповещения, а в головных и хвостовых вагонах, кроме того, устройства радиосвязи с поездным диспетчером.

Питание контактного рельса электрическим током производится по кабелям, идущих от шин постоянного тока тяговой подстанции (куда поступает трехфазный ток напряжением 6-10 кВ от электростанции). Обратным проводом служат ходовые рельсы, от которых ток по кабелю возвращается на тяговую подстанцию. Ток от контактного рельса через токоприемник вагона поступает к тяговым двигателям, превращающим электрическую энергию в механическую, которая через передачу приводит в движение колесные пары вагонов. Контактный рельс должен быть электрически изолирован от ходового рельса и конструкций тоннелей

Основными видами СЦБ на метрополитене являются автоблокировка, электрическая централизация стрелок и сигналов, диспетчерская централизация, системы автоведения и автоматического регулирования скорости движения. Применяются двухпутная односторонняя и однопутная двухсторонняя системы автоблокировки с нормально горящими огнями. Устанавливаемые у светофоров автостопы имеют путевые скобы, размещаемые с правой стороны пути.

В метрополитенах в качестве основных сигнальных показаний светофоров приняты: один зеленый, разрешающий движение с установленной скоростью; один желтый, разрешающий движение с готовностью остановиться, следующий сигнал закрыт; один желтый и один зеленый, разрешающие движение с уменьшенной скоростью (не более 60 км/ч); два желтых огня, разрешающие проследовать светофор с уменьшенной скоростью (не более 40 км/ч), поезд следует с отклонением по стрелочному переводу; один красный огонь, требующий остановки и запрещающий проезд сигнала и др.

На всех линиях метрополитена должны быть следующие виды связи; поездная диспетчерская, железнодорожная, эскалаторная, санитарно-техническая, тоннельная, стрелочная, поездная радиосвязь, оперативная, местная и административно-хозяйственная, также радиосвязь с восстановительными бригадами и дорожная связь оперативных совещаний.

**Электротранспорт**— вид транспорта, использующий в качестве источника энергии электричество, а в приводе используется—тяговый электродвигатель. Его основными преимуществами перед транспортом с двигателями внешнего или внутреннего сгорания являются более высокая производительность и экологичность.

Энергия, приводящая в движение транспортное средство, может быть получена из нескольких источников:

- из химической энергии бортовых и аккумуляторов (электромобиль, электробус и т. п.);
- совместно из бортового аккумулятора и топливной силовой установки (гибридный автомобиль);
- вырабатываться на борту, используя бензиновый двигатель или дизельный двигатель(тепловоз, карьерный самосвал и т. п.);
- вырабатываться на борту, используя топливные элементы;
- вырабатываться на борту, используя атомную энергию (атомная подводная лодка, авианосец);

-из более экзотических источников, таких как маховики, ветер и Солнце (гиробус, электромобили на солнечных батареях);

-путём прямого подключения к наземной электростанции через подстанции (трамвай, троллейбус, монорельс, метро, электропоезд, электровоз и т.п.).

В Российской империи первая линия трамвая была открыта в 1892 г. в Киеве. Высокие экономические и технические показатели трамвая выявились сразу же на первых линиях, и электротяга быстро вытеснила конную и паровую на городских железных дорогах. Были пущены трамвайные линии в Нижнем Новгороде (Горьком), Казани, Орле, Курске, Екатеринославе (Днепропетровске), Риге и ряде других городов. В Москве первая линия трамвая была открыта лишь в 1899 г., а в Петербурге в 1907 г., что было обусловлено противодействием акционерных обществ-владельцев конных железных дорог.

Система электроснабжения с двумя контактными проводами нашла применение для безрельсового электрического транспорта троллейбуса. В 1933 г. троллейбусное движение было открыто в Москве, а затем в Ленинграде, Киеве и других городах. Меньшие по сравнению с трамваем первоначальные затраты на сооружение троллейбусных линий, снижение уровня шума при движении позволили троллейбусному транспорту быстро обогнать трамвайный по темпам развития.

В СССР ежедневно трамваями и троллейбусами перевозится около 50 млн. пассажиров, причем объем этих перевозок с каждым годом увеличивается. В СССР к началу 1985 г. трамвай эксплуатировался в 10 городах, а троллейбус в 174 городах. Общая протяженность контактной сети трамвая в однопутном исчислении составляла более 9,5 тыс. км, а троллейбуса - около 16 тыс. км.

В современных условиях резко возрастает роль электротранспорта в транспортном обслуживании населения наших городов. Открывается троллейбусное и трамвайное движение в новых городах, расширяются транспортные существующие сети, прокладываются маршруты трамвая и троллейбуса в пригородные зоны, места отдыха. В ряде городов построены и успешно эксплуатируются скоростные линии трамвая, значительно сокращающие время нахождения пассажиров в пути. Все чаще применяется подземная прокладка таких линий в зонах густой застройки. Разновидность городского электротранспорта, промежуточная между трамваем и метрополитеном, получила название метротрам. Такие линии существуют в Волгограде, Киеве, Саратове.

Контактные сети трамвая и троллейбуса представляет собой сложное техническое сооружение.

Контактные сети подвержены, воздействию атмосферных явлений, связаны с работой расположенных рядом сооружений, принадлежащих разным организациям, нередко повреждаются при дорожно-транспортных происшествиях. Их обслуживание затруднено из-за больших потоков транспорта и пешеходов.

Безаварийная работа системы электроснабжения трамвая в первую очередь зависит от надежности контактной сети. Поэтому перед персоналом, обслуживающим контакты сети трамвая и троллейбуса, стоит ответственная задача постоянно содержать устройства контактной сети в исправном состоянии.

Подземный трамвай, также метротрам, преметро (premetro) — рельсовый городской транспорт подземного-надземного типа, разновидность скоростного трамвая (легкорельсовый транспорт), реже — обычного трамвая.

У метротрама пути частично проходят в тоннелях или на эстакадах (как правило, в городских центрах), частично — на улицах.

Метротрам совмещает преимущества метрополитена и трамвая, при этом он избавлен от некоторых их недостатков.

Преимущества подземных участков метротрама — абсолютно обособленное от прочих транспортных потоков движение (по отношению к обыкновенному трамваю), меньшая стоимость подвижного состава (по отношению к метро). Недостатки — меньшая вместимость, чем в поездах метро, гораздо более высокая стоимость строительства и эксплуатации тоннелей по сравнению с выделенной полосой для движения трамвая. (Этот последний недостаток нивелируется необходимостью сооружения тоннелей и/или эстакад лишь на отдельных участках линий метротрама, а не на всем их протяжении, как в случае с полноценным метрополитеном).

Часто подземный трамвай строили в том случае, когда на строительство настоящего метро не хватало средств. Таким образом создавалась сеть тоннелей, на основе которых позднее можно было бы создать полноценную систему метро (с более тяжёлым многовагонным подвижным составом). Таким образом возникло метро Брюсселя, хотя некоторые линии там так и не были переоборудованы под метро, и на них до сих пор эксплуатируется трамвайный подвижной состав.

Подземный трамвай действует в России в Волгограде с 1984, а также в Саратове, Барнауле, Вильнюсе Таллине, Туле проектируется метротрам, в ряде других городов — просто скоростной трамвай.

Волгоградский скоростной трамвай (метротрам)— трамвайная система с элементами метрополитена в городе Волгоград (Россия), насчитывающая 22 станции, расположенные на одной линии длиной 17,3 км. Из них участок длиной 7,1 километра в составе шести станций (Площадь Ленина, Комсомольская, Пионерская, Профсоюзная, ТЮЗ и Ельшанка) проложен под землёй по стандартам метрополитена, при этом станция Пионерская, в силу особенностей рельефа местности, расположена на эстакаде над поймой реки Царица. Наземный участок перестроен из обычной трамвайной линии для обеспечения больших скоростей движения и минимизации пересечений с другими видами транспорта.

Ежегодные перевозки составляют около 10 млн пассажиров.

#### **1.1.4. Стратегия развития железнодорожного транспорта**

На железнодорожном транспорте принята стратегия развития на период до 2030 года. Компанией «РЖД» принята модель развития на краткосрочную перспективу до 2015 года.

Эффективное функционирование железнодорожного транспорта Российской Федерации играет исключительную роль в создании условий для модернизации, перехода на инновационный путь развития и устойчивого роста национальной экономики, способствует созданию условий для обеспечения лидерства России в мировой экономической системе.

От состояния и качества работы железнодорожного транспорта зависят не только перспективы дальнейшего социально-экономического развития, но также возможности государства эффективно выполнять такие важнейшие функции, как защита национального суверенитета и безопасности страны, обеспечение потребности граждан в перевозках, создание условий для выравнивания социально-экономического развития регионов.

Кроме того, процессы глобализации, изменения традиционных мировых хозяйственных связей ставят перед Россией задачу рационального использования потенциала своего уникального экономико-географического положения. Эффективная реализация транзитного потенциала страны позволит не только получить экономический эффект от участия в международных перевозках, но и создаст новые инструменты влияния России на мировые экономические процессы (формирование

новых зон экономического притяжения, установление долгосрочных экономических связей).

По своему географическому положению российские железные дороги являются неотъемлемой частью евразийской железнодорожной сети, они непосредственно связаны с железнодорожными системами Европы и Восточной Азии. Кроме того, через порты может осуществляться взаимодействие с транспортными системами Северной Америки.

Железные дороги органично интегрированы в единую транспортную систему Российской Федерации. Во взаимодействии с другими видами транспорта они удовлетворяют потребности населения, экономики и государства в перевозках. При этом железнодорожный транспорт является ведущим элементом транспортной системы, его доля в обеспечении пассажирских и грузовых перевозок составляет более 40 процентов от всего транспорта страны.

Ведущее положение железных дорог определяется их возможностью осуществлять круглогодичное регулярное движение, перевозить основную часть потоков массовых грузов и обеспечивать мобильность трудовых ресурсов. Особое значение железных дорог определяется также большими расстояниями перевозок, слабым развитием коммуникаций других видов транспорта в регионах Сибири и Дальнего Востока, удаленностью мест производства основных сырьевых ресурсов от пунктов их потребления и морских портов. Анализ проблем, возникших в сфере железнодорожного транспорта, позволил выявить следующие ключевые моменты, являющиеся критическими для дальнейшего социально-экономического роста страны:

- необходимость ускоренного обновления основных фондов железнодорожного транспорта;

- преодоление технического и технологического отставания России от передовых стран мира по уровню железнодорожной техники;

- необходимость снижения территориальных диспропорций в развитии инфраструктуры железнодорожного транспорта, улучшения транспортной обеспеченности регионов и развития пропускных способностей железнодорожных линий;

- необходимость снятия ограничений для роста объемов транзитных грузовых перевозок;

- необходимость повышения безопасности функционирования железнодорожного транспорта;

- недостаточность инвестиционных ресурсов.

Необходимо в период до 2030 года реализовать Стратегию развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года (далее - Стратегия).

Стратегия должна обеспечить решение задачи эффективной реализации уникального географического потенциала страны на базе комплексного развития всех видов транспорта и связи в части, касающейся российских железных дорог.

Необходимость такого долгосрочного планирования при определении путей решения задач развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации определяется:

- необходимостью обеспечения опережающего развития сети железных дорог как основы

- долгосрочного развития отраслей экономики и регионов;

- значительной продолжительностью (порядка 20 лет) периода проектирования, строительства, ввода в эксплуатацию, выхода на проектную мощность и начала окупаемости объектов железнодорожной инфраструктуры;

- масштабностью работ по коренной модернизации железнодорожного машиностроения, необходимостью выхода российских предприятий на соответствие мировому уровню железнодорожной техники, обеспечивающей эффективность и конкурентоспособность российского железнодорожного транспорта.

Стратегия должна стать основой и одновременно инструментом объединения усилий государства и предпринимательского сообщества для решения перспективных экономических задач и достижения крупных социально значимых результатов.

Реализация Стратегии будет способствовать превращению железнодорожного транспорта Российской Федерации из фактора возможного риска ограничения роста российской экономики в источник ее устойчивого развития.

Стратегия направлена на решение следующих задач:

- формирование доступной и устойчивой транспортной системы как инфраструктурного базиса для обеспечения транспортной целостности, независимости, безопасности и обороноспособности страны, социально-экономического роста и обеспечения условий для реализации потребностей граждан в перевозках;

- осуществление мобилизационной подготовки на железнодорожном транспорте, выполнение воинских и специальных железнодорожных перевозок, повышение защищенности объектов железнодорожной

транспортной инфраструктуры от воздействия различного рода угроз, в том числе актов диверсионно-террористической деятельности;

-реализация транзитного потенциала России на базе интеграции железнодорожного транспорта в международные транспортные системы;

-создание условий для углубления экономической интеграции и повышения мобильности трудовых ресурсов;

-снижение совокупных транспортных издержек, в том числе за счет повышения эффективности функционирования железнодорожного транспорта;

-приведение уровня качества и безопасности перевозок в соответствие с требованиями населения и экономики и лучшими мировыми стандартами на основе технологического и технического развития железнодорожного транспорта;

-повышение инвестиционной привлекательности железнодорожного транспорта;

- обеспечение права граждан России на благоприятную окружающую среду.

Стратегия включает в себя 2 этапа.

Этап модернизации железнодорожного транспорта (2008 - 2015 годы) предусматривает обеспечение необходимых пропускных способностей на основных направлениях перевозок, коренную модернизацию существующих объектов инфраструктуры, обеспечение перевозок подвижным составом с исключением парков с истекшим сроком службы, разработку новых технических требований к технике и технологии, начало проектно-изыскательских работ и строительство новых железнодорожных линий, а также строительство первоочередных железнодорожных линий.

Этап динамичного расширения железнодорожной сети (2016 - 2030 годы) предусматривает создание инфраструктурных условий для развития новых точек экономического роста в стране, выход на мировой уровень технологического и технического развития железнодорожного транспорта и повышение глобальной конкурентоспособности российского железнодорожного транспорта.

В условиях использования железнодорожного транспорта в Российской Федерации как инструмента снижения транспортных издержек расширение сети железных дорог должно осуществляться за счет средств государства и частного капитала, что соответствует мировому опыту.

Модернизация действующих железнодорожных линий и строительство новых участков должны осуществляться на основе

расширения рыночных возможностей железнодорожной отрасли и прежде всего открытого акционерного общества «Российские железные дороги», а также с привлечением средств федерального бюджета и средств бюджетов субъектов Российской Федерации.

## **1.2. Основы возникновения и развития железнодорожного транспорта**

### **1.2.1. Дороги дореволюционной России**

Железные дороги нашей страны имеют богатую историю. Их прообразом явились заводские колейные лежневые пути.

В 1764 г. Кузьма Фролов применил на Колывано-Воскресенских заводах на Алтае механическую канатную тягу по рельсолежневым внутрицеховым путям, имевшим форму желоба: вагонетки, груженные рудой, перемещались по путям с помощью водяного колеса и канатов.

В 1788 г. А.С. Ярпевым в Петрозаводске на Александровском пушечном заводе была сооружена рельсовая дорога с чугунными рельсами протяженностью 174 м, а через 21 год горный инженер Петр Фролов (сын Кузьмы Фролова) закончил строительство на Алтае чугунной дороги с конной тягой.

В 1809 г. был создан Корпус инженеров путей сообщения для проектирования, строительства и эксплуатации дорог, гражданских и гидротехнических сооружений. В том же году образован институт Корпуса инженеров водяных и сухопутных путей сообщения (в дальнейшем — Петербургский институт инженеров путей сообщения, затем — Ленинградский институт инженеров железнодорожного транспорта (ЛИИЖТ), в настоящее время — Петербургский государственный университет путей сообщения — ПГУПС).

Первая в России железная дорога с паровой тягой построена на Урале в 1834 г. механиком Нижнетагильского завода Е.А. Черепановым и его сыном М.Е. Черепановым. Дорога протяженностью около 1 км соединяла рудник и завод. Они же создали и первый в России паровоз.

Первая в России железная дорога общего пользования протяженностью 27 км была построена в 1837 г. между Петербургом и Царским Селом (ныне г. Пушкин) с продолжением до Павловска.

Ширина колеи составляла 1829 мм (в 1904 г. было завершено строительство железнодорожной линии Царское село — Дно с

переустройством на колею 1524 мм). Дорога не имела существенного экономического значения, однако показала возможность и целесообразность применения в России нового для того времени вида транспорта — железнодорожного.

Крупнейшим достижением русского инженерного искусства явилась постройка в 1851 г. Петербург-Московской железной дороги. Двухпутная дорога протяженностью около 650 км строилась 8 лет одновременно с двух сторон. Сооружение этой магистрали послужило отечественной школой формирования талантливых строителей железных дорог. Особая роль в проектировании и сооружении дороги принадлежит инженеру, впоследствии академику П.П. Мельникову — автору первой в России книги о железных дорогах. Мосты на магистрали проектировались и сооружались под руководством инженера, в дальнейшем крупного ученого Д.И. Журавского. Подвижной состав для Петербург-Московской дороги был построен на отечественных заводах. Серийный выпуск паровозов начат в 1844 г. на Александровском заводе в Петербурге. Дорога имела большое экономическое значение. Богатый опыт ее постройки впоследствии использовали при сооружении железнодорожных линий. Ширина колеи 5 футов (1524 мм) приняли как нормальную для русских железных дорог. В 1860 г. в России были введены единые обязательные для всех линий габариты приближения строений и подвижного состава, разработанные профессором Н.И. Липиным.

Развитие капитализма в России после отмены крепостного права и увеличение экспорта хлеба вызвали значительное усиление строительства железных дорог, особенно в конце 1860-х, начале 1870-х и второй половине 1890-х годов. С 1865 по 1875 г. средний годовой прирост железных дорог России составлял 1,5 тыс. километров, а с 1893 по 1897 — около 2,5 тыс. километров. Были построены линии Москва—Курск (1868г.), Курск—Киев (1870 г.), Москва—Брест (1871 г.), Красноводск—Ташкент (1899 г.) и др. В 1891 г. начато строительство Великого Сибирского пути сразу с двух сторон: от Челябинска и от Владивостока. Великая Сибирская магистраль стала самой протяженной железной дорогой в мире (6503 км).

В конце 1870-х и начале 1880-х годов в России возникли первые сортировочные станции, предназначенные специально для формирования поездов. Этому способствовали рост грузовых перевозок и подписание соглашений о прямом бесперегрузочном сообщении по дорогам России.

Первой в России сортировочной станцией была станция Петербург-Сортировочный, построенная в 1879 г. Первая сортировочная горка

сооружена на станции Ргишево в 1899 г. К 1870—80-м годам относится также начало формирования железнодорожных узлов, объединивших станции, расположенные в крупных городах (Петербургский, Московский, Ростовский узлы).

В связи с развитием железнодорожного строительства возникла необходимость, в целях обеспечения безопасности движения, разработки нормативно-технических документов, устанавливающих жесткий порядок работы железных дорог, организации движения поездов, требования к сооружениям, устройствам и подвижному составу и их содержанию.

С первых лет существования железных дорог начали появляться крупные научные работы и изобретения русских ученых и инженеров, способствовавшие развитию железнодорожной техники. Так, в 1839 г. на промышленной выставке в Петербурге впервые демонстрировалось применение электрического двигателя на рельсовом транспорте: была показана действующая модель электрического локомотива, сконструированная выдающимся русским ученым и изобретателем Б.С. Якоби. Первые опыты по применению электрической тяги на железных дорогах были проведены в России инженером Ф.А. Пироцким.

Нашей стране принадлежит приоритет и в применении термической обработки рельсов: она была введена в 1864 г. К.П. Поленовым.

Важное значение для железнодорожного транспорта имел способ расчета прочности рельсов, разработанный выдающимся ученым Н.П. Петровым — автором гидродинамической теории трения.

На железных дорогах постепенно совершенствовались средства сигнализации и связи. В 1852 г. на Петербург-Московской магистрали была применена телеграфная связь. В конце 1880-х годов стали использовать телефонный способ регулирования движения поездов. Начало применения жезловой системы относится к концу 1870-х годов. Полуавтоматическая блокировка была введена на отдельных двухпутных линиях в конце XIX и начале XX вв. К этому же времени относится начало внедрения централизованного управления стрелками и сигналами из одного или нескольких постов. В 1885 г. по проекту проф. Я.Н. Гордеенко была оборудована устройствами взаимного замыкания стрелок и сигналов станция Саблино Петербург- Московской (Николаевской) железной дороги. Он же разработал систему механической централизации стрелок и сигналов.

## 1.2.2. Железнодорожный транспорт послереволюционной России и СССР

После Октябрьской революции казенные железные дороги перешли в ведение государства, а в 1918 г. были национализированы и частные дороги. Война 1914—1918 гг. привела транспорт России в состояние разрухи. Для восстановления путей, сооружений и подвижного состава, а также налаживания работы транспорта потребовались чрезвычайные меры. По завершении гражданской войны в числе первоочередных стояла задача быстрого восстановления транспорта. Пути восстановления и развития его на новой технической основе, на базе электрификации были намечены в плане ГОЭЛРО, утвержденном VIII Всероссийским съездом Советов в 1920 г. В этом плане предусматривалось превращение главнейших железнодорожных направлений в мощные электрифицированные магистрали, которые сочетали бы высокую провозную способность и дешевизну перевозок.

После образования СССР (30 декабря 1922 г.) вопросы технического развития железных дорог оставались в центре внимания правительственных органов, ученых и специалистов.

Начались работы по созданию новых видов тяги. 6 ноября 1924 г. первый тепловоз с электрической передачей, построенный по проекту проф. Я.М. Гаккеля, совершил рейс по железной дороге Петербург—Москва. Одновременно был построен и в дальнейшем введен в эксплуатацию тепловоз такого же типа по проекту профессора Ю.В. Ломоносова.

В 1926 г. открыт первый в стране электрифицированный железнодорожный участок Баку—Сабунчи—Сураханы.

Значительные успехи в реконструкции железных дорог и улучшении их работы достигнуты за годы довоенных пятилеток (1928—1941 гг.).

В 1930 г. была сдана в эксплуатацию Туркестано-Сибирская магистраль (Луговая-Алма-Ата-Семипалатинск) протяженностью 1442 км. В том же году вступил в эксплуатацию первый опытный участок автоблокировки Покровское-Стрешнево—Волоколамск длиной 114 км.

К 1931 г. относится начало внедрения селекторной связи на железных дорогах. В том же году был принят, как типовой, тормоз системы Матросова. До этого грузовые вагоны и локомотивы оборудовались тормозами системы Казанцева, которые выдержали в 1925 г. испытания на Сурамском перевале и превзошли немецкий тормоз Кунце—

Кнорре. В 1932 г. построен первый отечественный электровоз ВЛ19 мощностью 2700 л.с.

Важным событием в развитии технического оснащения станций явилась сдача в эксплуатацию в 1934 г. первой в стране механизированной сортировочной горки на станции Красный Лиман. В этот же период началось внедрение диспетчерской централизации в 1936 г. впервые оборудован участок Люберцы—Куровская протяженностью 65 км.

За годы предвоенных пятилеток железнодорожный транспорт получил около 12 тыс. новых паровозов, свыше 500 тыс. грузовых вагонов. При этом 3/4 вагонного парка было оборудовано автотормозами и около половины — автосцепкой. Было механизировано 35 сортировочных горок, построено 13,4 тыс. км новых линий, в том числе магистраль Москва—Донбасс, линии Горький—Котельнич, Магнитогорск—Карталы и др.

В годы пятилеток особенно широко велось строительство железных дорог в Сибири, Средней Азии и на севере страны.

К 1940 г. грузооборот железных дорог возрос в 5,6 раза по сравнению с 1913 г., а протяженность железнодорожной сети — в 1,5 раза, так как в больших объемах была произведена реконструкция и совершенствование эксплуатации существующих линий.

Нападение в 1941г. немецко-фашистских захватчиков на нашу страну потребовало от железнодорожников выполнения в кратчайшие сроки огромного объема перевозок по мобилизации и сосредоточению армии, эвакуации людей и промышленности из западных районов. Железные дороги были переведены на военное положение. Железнодорожникам приходилось работать в условиях воздушных налетов и затемнения. Несмотря на это, они своевременно доставляли на фронт поезда с войсками, боевой техникой, горючим, продовольствием. Благодаря технической реконструкции, осуществленной в период предвоенных пятилеток, самоотверженности, героизму и творческой инициативе железнодорожников транспорт нашей страны выдержал в годы Великой Отечественной войны 1941 — 1945 гг. такую нагрузку, с которой едва ли справился бы транспорт любой другой страны.

Всего было доставлено для нужд фронта более 443 тыс. поездов.

За годы войны фашистами было разрушено 65 тыс. км железнодорожного пути, 13 тыс. железнодорожных мостов, 4100 станций, 317 паровозных депо. Повреждено и увезено 15800 паровозов и мотовозов, 428 тыс. вагонов. Обстановка военного времени требовала проведения большого объема работ по восстановлению существующих и строительству новых железнодорожных линий. В годы войны было

построено около 5 тыс. км новых железных дорог, в том числе линия Акмолинск—Карталы, Печорская магистраль и др.

В послевоенной пятилетке железнодорожный транспорт не только залечил раны войны, но и начал продвигаться вперед в своем развитии. Однако большой рост грузооборота потребовал коренного переоснащения железных дорог, замены старой техники.

Техническая отсталость железных дорог проявлялась прежде всего в применении малоэкономичной паровозной тяги, имеющей крайне низкий коэффициент полезного действия.

В 1956 г. было принято решение «О Генеральном плане электрификации железных дорог».

Введение в 1956 г. в опытную эксплуатацию участка Ожерелье—Павелец явилось началом внедрения на железных дорогах страны прогрессивной системы однофазного тока промышленной частоты. В 1957г. был завершен перевод рабочего парка вагонов на автосцепку. Большие работы по технической реконструкции железных дорог осуществлялись в последующие годы.

На ряде грузонапряженных направлений были уложены вторые пути, что позволило резко увеличить их пропускную способность. Построены новые линии, в том числе Бейнеу—Кунград, Гурьев—Астрахань, Хребтовая—Усть-Илимская, Тюмень—Сургут—Нижевартовск и др.

В 1974 г. началось сооружение Байкало-Амурской магистрали протяженностью 3147 км для освоения природных богатств Сибири и Дальнего Востока и ускорения развития производительных сил в этих районах. Трасса является вторым железнодорожным выходом к тихоокеанским портам с сокращением длины перевозок в эти районы на 400-500 км.

В 1984 г. было открыто рабочее движение на всей протяженности БАМа. В последующие годы завершалось строительство тоннелей, продолжали расти грузовые и пассажирские перевозки.

Реконструкция железных дорог и прежде всего их электрификация потребовали новых методов эксплуатации. Введение обслуживания поездов локомотивами на удлинённых участках обращения и сосредоточение руководства эксплуатацией локомотивов в службе движения позволили значительно повысить их производительность. В результате электровозы и тепловозы могли следовать на расстояния 700—1000 км без отцепки от поездов, тогда как раньше локомотивы менялись через каждые 100—120 км.

Железнодорожный транспорт СССР выполнял 53 % мирового грузооборота и 25 % пассажирооборота . По длине электрифицированных линий Советский Союз занял первое место в мире.

В стране был завершен перевод железных дорог на прогрессивные виды тяги — электрическую и тепловозную. Усилено верхнее строение пути за счет укладки железобетонных шпал, бесстыкового пути и термически обработанных рельсов. Протяженность главных путей с рельсами тяжелых типов составила более 90 % всей длины линий. Подвижной состав пополнился новыми, в том числе 12-осными локомотивами и большегрузными вагонами.

Железные дороги были оборудованы автоматической и полуавтоматической блокировкой, автоблокировкой и диспетчерской централизацией.

Были введены новые подсистемы АСУЖТ, внедрялось автоматизированное управление перевозочным процессом.

### **1.2.3. Железнодорожный транспорт Российской Федерации**

После распада Советского Союза и образования Содружества независимых государств (СНГ) объем перевозок на железных дорогах Российской Федерации, естественно, уменьшился и продолжал падать из года в год из-за нарушения экономических связей с бывшими союзными республиками , в связи с этим был создан для образования нового единого экономического пространства стран Содружества, Совет по железнодорожному транспорту, в работе которого участвуют также страны Балтии.

Железнодорожная сеть стран Содружества работает по единому графику движения поездов, единому плану их формирования, единым правилам безопасности. Разработана и введена система взаиморасчетов стран СНГ за использование вагонов, не являющихся их собственностью.

После дефолта 1998 года экономика страны стала стабилизироваться и начался экономический рост. Одновременно увеличивались и объемы перевозочной работы, вплоть до 2008 года. Однако, глобальный экономический кризис вызвал спад перевозок в 2009г. (16.9% и грузооборота на 13.5 %), который будет преодолен по мере подъема экономики страны. В сочетании с высокой экологической чистотой при недостаточно развитой сети автодорог железнодорожный транспорт остается самым востребованным и ведущим в единой транспортной

системе страны, особенно если учесть ее огромную территорию — 17,8млн.км<sup>2</sup>.

В настоящее время компания ОАО «РЖД» является крупнейшей транспортной компанией в мире.

По эксплуатационной длине железные дороги России занимают 3-е место (после США и Китая); по протяженности электрифицированных железных дорог — 1-е место в мире. По перевозкам грузов (после Китая и США), грузообороту (после США и Китая), перевозкам пассажиров (после Японии и Индии) железные дороги России занимают 3- место.

Железнодорожный транспорт является важнейшим фактором обеспечения экономического роста России.

В последние годы создаются новые технические средства, в том числе локомотивы и вагоны для скоростного движения, устройства автоматики, телемеханики и связи, железнодорожного пути и др. Реализуется комплексная программа информатизации железнодорожного транспорта.

#### **1.2.4. Климатическое и сейсмическое районирование территории России**

Сейсмичность России Территория Российской Федерации, по сравнению с другими странами мира, расположенными в сейсмоактивных регионах, в целом характеризуется умеренной сейсмичностью. Исключение составляют регионы Северного Кавказа, юга Сибири и Дальнего Востока, где интенсивность сейсмических сотрясений достигает 8–9 и 9–10 баллов по 12-балльной макросейсмической шкале. Определенную угрозу представляют и 6–7-балльные зоны в густозаселенной Европейской части России. Первые сведения о сильных землетрясениях на территории России можно обнаружить в исторических документах XVII – XVIII веков. Планомерные же исследования гео-графии и природы землетрясений были начаты в конце XIX – начале XX веков. Они связаны с именами И.В. Мушкетова и А.Н. Орлова, составивших в 1893 г первый каталог землетрясений на территории страны и показавших, что сейсмичность и горообразующие процессы имеют одну и ту же геодинамическую природу. С работ академика князя Б.Б. Голицына, заложившего в 1902 г основы отечественной сейсмологии и мировой сейсмометрии, началась новая эра в изучении природы и причин землетрясений. Благодаря открытию первых сейсмических станций в

Пулкове, Баку, Иркутске, Макеевке, Ташкенте и Тифлисе (ныне Тбилиси), впервые стала поступать достоверная информация о сейсмических явлениях на территории Российской империи. Современный сейсмический мониторинг территории России и сопредельных регионов осуществляет Геофизическая служба Российской академии наук (ГС РАН), созданная в 1994 г и объединившая около 300 сейсмостанций страны. В сейсмическом отношении территория России принадлежит Северной Евразии, сейсмичность которой обусловлена интенсивным геодинамическим взаимодействием нескольких крупных литосферных плит — Евразийской, Африканской, Аравийской, Индо-Австралийской, Китайской, Тихоокеанской, Северо-Американской и Охотоморской. Наиболее подвижны и, следовательно, активны, границы плит, где формируются крупные сейсмогенерирующие орогенические пояса: Альпийско-Гималайский — на юго-западе, Трансзиатский — на юге, пояс Черского — на северо-востоке и Тихоокеанский пояс — на востоке Северной Евразии. Каждый из поясов неоднороден по строению, прочностным свойствам, сейсмогеодинамике и состоит из своеобразно структурированных сейсмоактивных регионов. В Европейской части России высокой сейсмичностью характеризуется Северный Кавказ, в Сибири — Алтай, Саяны, Байкал и Забайкалье, на Дальнем Востоке — Курило-Камчатский регион и остров Сахалин. Менее активны в сейсмическом отношении Верхояно-Колымский регион, районы Приамурья, Приморья, Корякии и Чукотки, хотя и здесь возникают достаточно сильные землетрясения. Относительно невысокая сейсмичность наблюдается на равнинах Восточно-Европейской, Скифской, Западно-Сибирской и Сибирской платформ. Наряду с местной сейсмичностью на территории России ощущаются также сильные землетрясения сопредельных зарубежных регионов (Восточные Карпаты, Крым, Кавказ, Центральная Азия и др.). Характерная особенность всех сейсмоактивных регионов — примерно одинаковая их протяженность (около 3000 км), обусловленная размерами древних и современных зон субдукции (погружение океанической литосферы в верхнюю мантию Земли), расположенных по периферии океанов, и их орогенических реликтов на континентах. Преобладающее число очагов землетрясений сосредоточено в верхней части земной коры на глубинах до 15–20 км. Самыми глубокими (до 650 км) очагами характеризуется Курило-Камчатская зона субдукции. Землетрясения с промежуточной глубиной залегания очагов (70–300 км) действуют в Восточных Карпатах (Румыния, зона Вранча, глубина до 150 км), в Центральной Азии (Афганистан, зона

Гиндукуша, глубина до 300 км ), а также под Большим Кавказом и в центральной части Каспийского моря (до 100 км и более). Наиболее сильные из них ощущаются на территории России. Каждому региону свойственны определенная периодичность возникновения землетрясений и миграция сейсмической активизации вдоль зон разломов. Размеры (протяженность) очагов обуславливают величину магнитуды землетрясений ( M по Ч. Рихтеру). Длина разрыва пород в очагах землетрясений с  $M=7,0$  и выше достигает десятков и сотен километров. Амплитуда смещений земной поверхности измеряется метрами. Сейсмичность территории России удобно рассматривать по регионам, расположенным в трех основных секторах — на Европейской части России, в Сибири и на Дальнем Востоке. В такой же последовательности представлена и степень изученности сейсмичности этих территорий, основанная не только на инструментальных, но и на исторических сведениях о землетрясениях. Более или менее сопоставимы и надежны результаты наблюдений, выполненные начиная с XIX века.

#### **1.2.5. Краткие сведения о зарубежных железных дорогах**

Состояние и работа зарубежных железных дорог имеют свои особенности.

Железные дороги стран Восточной и Центральной Европы, Китая и Монголии продолжают развиваться, что вызвано увеличением грузовых и пассажирских перевозок.

Наиболее густая сеть железных дорог в этом регионе в Словакии, Венгрии и Чешской республике, где на 1000 км<sup>2</sup> приходится соответственно 74, 85 и 121 км железнодорожных линий. В Китае густота сети составляет 6,5 км на 1000 км<sup>2</sup> территории.

Ширина колеи на европейских дорогах 1435 мм, в Монголии и части дорог Китая такая же, как в России. Вследствие того, что грузооборот в рассматриваемых странах растет быстрее, чем протяженность железных дорог, их грузонапряженность увеличивается; по ряду стран она составляет более 6 млн приведенных т-км/км.

Для обеспечения перевозок осуществляются реконструктивные мероприятия и, прежде всего, перевод новых участков на электрическую тягу. В Польше, Венгрии и других странах продолжается серийный выпуск электровозов, тепловозов и вагонов, в том числе на экспорт.

Среди рассматриваемых железных дорог наибольшая протяженность сети в Китае, эксплуатационная длина ее (по состоянию на начало 2011 г.) составляет 86 тыс. км, из них электрифицировано более 30,2 тыс. км. В 2010 г. объем перевозок грузов составил 2712 млн т (первое место в мире), грузооборот — 2250 млрд т-км. Было перевезено за год 1416 млн пассажиров, пассажирооборот составил 736,5 млрд пасс.-км.

К числу крупных железнодорожных систем Восточной Европы относятся железные дороги Польши. Эксплуатационная длина их составляет 19,4 тыс. км, из них 11,8 тыс. км электрифицированы. В 2007 г. железные дороги Польши перевезли 245,7 млн т, грузооборот составил 54,3 млрд т-км. Объем перевозок пассажиров составил 278,6 млн чел., пассажирооборот — 19,5 млрд пасс.-км.

На дорогах стран Восточной и Центральной Европы, Китая и Монголии одновременно с усилением тяговых средств реконструируются железнодорожный путь и вагонное хозяйство, внедряются средства автоматики и телемеханики. Для повышения рентабельности дорог осуществляется концентрация грузовой работы на меньшем числе станций с оборудованием их комплексной механизацией, развиваются также контейнерные перевозки.

Железнодорожная сеть Западной Европы, США, Канады и Японии размещена неравномерно, в промышленно развитых странах (Великобритания, Германия, Италия, Франция) она составляет от 53 до 98 км на 1000 км<sup>2</sup> территории, в Японии — 53,1 км, а в США и Канаде густота железнодорожных путей составляет 24 и 6 км соответственно на 1000 км<sup>2</sup> территории страны.

По характеру и объему перевозок и технической оснащенности железные дороги Западной Европы и некоторых стран Азии отличаются от дорог США. В этих странах значительно меньшая по сравнению с США протяженность железнодорожной сети.

Большинство дорог Западной Европы используется преимущественно для пассажирского движения. Пассажирооборот в среднем составляет более половины в структуре приведенной продукции.

Грузонапряженность находится в пределах 3—4 млн приведенных т-км/км. Перевозки грузов осуществляются на небольшие расстояния — в среднем на 140—300 км, в Германии — 333 км. Среднее расстояние перевозки одного пассажира — в основном в пределах 30—70 км. Свыше 100 км совершают поездки пассажиры в Греции и Швеции. Для ускорения доставки пассажиров и грузов на дорогах Западной Европы, Японии и

других стран формируются небольшие по массе и длине поезда, следующие с большой частотой.

В ряде европейских стран значительное развитие получила электрическая тяга. Это объясняется высокой стоимостью топлива, экологической чистотой электрической тяги, наличием ресурсов гидроэнергии (Швейцария, Швеция, Италия и др.), большой протяженностью горных участков и интенсивностью пассажирского движения, т.е. условиями, при которых электрификация железных дорог эффективна.

Почти на всех дорогах Европы, как и в США, ширина колеи 1435 мм; в Финляндии — 1524 мм. Японские дороги имеют колею шириной 1067 мм; колея 1435 мм принята на высокоскоростных линиях, на-пример на магистрали Токио—Осака.

В ряде стран Европы, Японии и в Китае продолжается работа по развитию высокоскоростных и скоростных сообщений. Она проводится в трех направлениях: создание специализированных железнодорожных линий, предназначенных только для пассажирских перевозок (Япония, Франция, Германия, Италия, Испания и др.); создание скоростных железнодорожных линий для смешанных перевозок с обращением по ним днем пассажирских, а ночью грузовых поездов, модернизация существующих линий с использованием специального подвижного состава (Великобритания, Швеция и др.).

Упомянув о зарубежном опыте, следует отметить, что французские поезда TGV последних поколений следуют со скоростью 300 км/ч и выше, в Германии поезда ICE следуют со скоростью до 280 км/ч,

Высокоскоростным принято считать движение со скоростью более 200 км/ч на специализированных линиях, а скоростным — со скоростями до 200 км/ч на существующих реконструированных линиях.

Хорошие показатели достигнуты и в Испании на высокоскоростной линии Мадрид—Севилья. В Китае открылась высокоскоростная линия железных дорог между городом Ухань в центральном Китае и Гуанчжоу на юге страны. На этой линии поезда могут развивать скорость в 350 километров в час, что является рекордным показателем в мире.

Дороги США используются преимущественно для грузового движения, на их долю приходится около 40 % грузооборота и 5 % пассажирооборота страны. В структуре приведенной продукции грузооборот составляет более 90 %. В США более 98 % перевозок и почти всю маневровую работу выполняют тепловозы; электрифицировано всего лишь около 1 % длины сети. Это объясняется тем, что электрификация требует больших первоначальных капитальных затрат и вследствие

слабого роста перевозок не обеспечивает железнодорожным монополиям быстрой окупаемости и больших прибылей.

Для американских дорог характерна большая дальность перевозок, составляющая в среднем около 1350 км. На линиях, где концентрируются значительные грузопотоки, укладываются тяжелые рельсы (массой 64,5—68,9 кг/пог.м) на щебеночном балласте, применяют большегрузные вагоны, оборудованные автосцепкой и автотормозами, что позволяет перевозить грузы поездами массой 6000—10 000 т. Конкурентная борьба вынуждает железнодорожные компании искать пути для снижения затрат на перевозки и повышения скоростей движения поездов, реконструировать отдельные линии, внедрять новую технику, автоматизированные системы управления.

В развивающихся странах Азии, Африки и Латинской Америки железные дороги в основном однопутные, причем некоторые из них узкоколейные (ширина колеи 1000, 750 мм и менее). На отдельных линиях еще используется паровая тяга. Подвижной состав технически устаревший, скорости поездов низкие.

Железные дороги развивающихся стран имеют небольшую протяженность. Исключение составляют лишь отдельные страны. В их числе Индия, где эксплуатационная длина железных дорог составляет 63,2 тыс. км, в том числе электрифицированных — 17,5 тыс. км. В Индии принята стандартная ширина колеи 1676 мм, в большинстве других развивающихся стран — 1435 мм.

За последние годы за рубежом, особенно в странах Европейского союза, происходит реформирование дорог, вызванное финансовыми и экономическими трудностями, убыточностью не только пассажирских, но зачастую и грузовых перевозок. В ряде стран (Германия, Италия, Финляндия и др.) государственные дороги преобразованы в акционерные общества с юридической и управленческой независимостью. Осуществлено отделение инфраструктуры железных дорог от их эксплуатационной деятельности. Часть местных и пригородных поездов передается в ведение регионов и городов.

В целях уменьшения эксплуатационных расходов производится сокращение персонала, закрываются или передаются в аренду транспортным компаниям-операторам малодеятельные участки.

Для увеличения доходов и прибыли осуществляются специальные программы по привлечению клиентуры и пассажиров на основе использования методов маркетинга, улучшения качества обслуживания,

ускорения движения поездов. Широко распространено вложение дорогами капитала в нетранспортные предприятия.

Акционеры, предприниматели, перевозчики, пользуясь допуском к пропускной способности железнодорожных линий, нередко арендуют отдельные нитки графика движения поездов, «коридоры» для быстрого пропуска поездов, приобретают автотранспорт, чтобы доставить груз «от двери до двери», используют современные информационные системы.

Особо следует остановиться на бимодальных (комбинированных, контейнерных) перевозках. В ряде стран (США, Германия и др.) создается новое поколение транспортных систем, решающих проблему перехода к перевозкам от двери отправителя груза до двери получателя, что стало уже общепризнанной тенденцией железных дорог мира.

Транспортные единицы новых модификаций имеют средства передвижения (колесные пары) как для автомобильных, так и для железнодорожных перевозок. Например, фирма «Рейлмастер систем» (США) стала выпускать роудрейлеры с встроенной рамой вагона, устройством хтя небольшого подъема автошасси и специальными приспособлениями для перехода с железнодорожного на автомобильное движение. При следовании по шоссе роудрейлер выполняет функции полуприцепа, по железной дороге — кузова вагона. Это позволяет ускорить доставку грузов железнодорожным транспортом по сравнению с автодорожным, сократить расходы на механизацию при перегрузках, уменьшить штат, ослабить воздействие на окружающую среду.

### **1.3. Организация управления на железнодорожном транспорте**

#### **1.3.1. Понятие о комплексе сооружений и устройств и структуре управления на железнодорожном транспорте**

Железнодорожный транспорт представляет собой сложное многоотраслевое хозяйство.

Для выполнения перевозочного процесса железные дороги имеют технические средства, состоящие из подвижного состава и инфраструктуры железнодорожных сооружений и устройств, в которые входят: железнодорожный путь с необходимым путевым развитием на отдельных пунктах для приема, скрещения, обгона, расформирования, формирования и отправления поездов и выполнения других операций; сооружения для посадки, высадки и обслуживания пассажиров;

устройства для хранения, погрузки и выгрузки грузов; устройства автоматики, телемеханики, связи вычислительной техники для обеспечения безопасности движения поездов и ускорения производственных процессов; сооружения для экипировки и ремонта локомотивов и вагонов; устройства электроснабжения, включая; тяговые подстанции и контактную сеть на электрифицированных линиях; устройства водоснабжения; устройства, материально-технического обеспечения.

В ПТЭ введено понятие «специальный подвижной состав». К нему относятся несъемные подвижные единицы на железнодорожном ходу:

— специальный самоходный подвижной состав - мотовозы, дрезины, специальные автотриссы для перевозки материалов или доставки работников предприятий ОАО «РЖД» к месту производства работ, железнодорожные строительные машины, имеющие автономный двигатель с тяговым приводом в транспортном режиме;

— специальный несамоходный подвижной состав - железнодорожно-строительные машины без тягового привода в транспортном режиме, прицепы и другой специальный подвижной состав, предназначенный для производства работ по содержанию, обслуживанию и ремонту сооружений и устройств железных дорог, включаемый в хозяйственные поезда.

Структура управления на железнодорожном транспорте. В результате реформирования железнодорожного транспорта в 2001 – 2010 годах и упразднения Министерства путей сообщения Российской Федерации, функции государственного контроля и управления в области железнодорожного транспорта выполняют федеральные органы исполнительной власти.

В структуру центрального аппарата Министерства транспорта России входят 12 департаментов, в том числе пять департаментов государственной политики в области различных видов транспорта: гражданской авиации, дорожного хозяйства, автомобильного и городского пассажирского, железнодорожного, морского и речного транспорта. Остальные департаменты общefункционльного назначения: международного сотрудничества, правового обеспечения и законопроектной деятельности, программ развития, имущественных отношений и территориального планирования, транспортной безопасности и специальных программ, экономики и финансов, административный. Эти департаменты осуществляют свою деятельность применительно ко всем видам транспорта, в т.ч. и к железнодорожному.

ОАО «РЖД», созданное в соответствии с программой структурного реформирования, выполняет хозяйственные функции единого публичного

перевозчика. Единственным акционером общества является государство, которое передало в уставной фонд компании государственное имущество в размере более 5 трлн рублей. Компания «РЖД» находится в стадии реформирования. В настоящее время она представляет вертикально интегрированный холдинг.

В структуре ОАО «РЖД» 17 железных дорог — филиалов компании. Из состава железных дорог, в рамках реформирования, выделены в самостоятельные отраслевые дирекции — филиалы компании (дирекция по ремонту грузовых вагонов, дирекция управления движением, дирекция сбыта «Росжелдорснаб» и др.), а также дочерние и зависимые общества (федеральная пассажирская дирекция, первая грузовая компания, компания «Трансконтейнер», «Рефсервис» и др.).

В структуру железных дорог и отделений железных дорог, где они останутся, будут входить инфраструктурные хозяйства — по содержанию и ремонту пути, вагонов, автоматики и телемеханики, гражданских сооружений и др., с соответствующими линейными предприятиями.

Координирующую роль на дорогах будут исполнять региональные центры корпоративного управления.

Пригородные пассажирские перевозки осуществляют дочерние общества — пригородные компании с совместным участием ОАО «РЖД» и субъектов Федерации. В настоящее время уже действует более 15 пригородных пассажирских компаний.

Весь парк грузового подвижного состава ОАО «РЖД» передан в управление дочерним обществам ОАО «РЖД» — ОАО «Первая грузовая компания» и создаваемому ОАО «Вторая грузовая компания». Одновременно перевозочную деятельность на инфраструктуре ОАО «РЖД» выполняют операторские компании, владеющие собственным или арендованным подвижным составом, но на ограниченном полигоне (например, от места производства в порт) или по определенному, конкретному перечню номенклатуры грузов (например, нефтеналивные, щебень, лес и т.п.).

Функции управления процессами перевозок будет осуществлять отраслевой филиал ОАО «РЖД» «Дирекция управления движением» в состав которой войдут: центр управления перевозками, ЕДЦУ перевозками, центры управления местной работой, а также линейные подразделения, выполняющие оперативную работу по приему, отправлению, пропуску, формированию и расформированию поездов, маневровой работе.

### 1.3.2. Габариты на железных дорогах

Для безопасности движения поездов требуется, чтобы локомотивы и вагоны, а также грузы на открытом подвижном составе могли свободно проходить мимо устройств и сооружений у пути, не задевая их, а также мимо следующего по соседним путям подвижного состава. Это требование обеспечивается соблюдением установленных государственным стандартом габаритов приближения строений и габаритов подвижного состава.

Габаритом приближения строений называется предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, внутрь которого, помимо подвижного состава, не должны заходить никакие части сооружений и устройств. Исключение составляют лишь те устройства, которые предназначены для непосредственного взаимодействия их с подвижным составом (вагонные замедлители в рабочем состоянии, контактные провода с деталями крепления, поворачивающаяся часть колонки при наборе воды и др.).

Габаритом подвижного состава называется предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, в котором, не выходя наружу, должен помещаться как груженный, так и порожний подвижной состав, установленный на прямом горизонтальном пути.

На железнодорожном транспорте введен ГОСТ 9238-2013 «Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений» со скоростями движения не более 160 км/ч (для линий и участков со скоростями движения поездов свыше 160 км/ч габаритные нормы устанавливаются специальными указаниями Минтранса).

Этот ГОСТ распространяется на железные дороги общей сети колеи 1520 мм (1524 мм), а также на подъездные пути железных дорог и промышленных предприятий.

Габарит приближения строений С (Рисунок 1) применяется при строительстве новых линий, постройке вторых путей, электрификации железных дорог и осуществлении других реконструктивных мероприятий на общей сети и подъездных путях (от станции их примыкания до территории предприятия).



УГР — уровень верха головки рельса; х — для сооружений и устройств на путях, где электрификация исключена

Рисунок 1. Габарит приближения строений С

Габаритные расстояния по высоте принимаются от уровня верха головки рельса, горизонтальные расстояния — от оси пути. Очертание I—II—III установлено для перегонов, а также для путей на станциях (в пределах искусственных сооружений), на которых не предусматривается стоянка подвижного состава. Очертание Ia—IIa—III (2—IVa — для остальных путей станций). Высота габарита указана дробью: числитель — для контактной подвески с несущим тросом, знаменатель — для контактной подвески без несущего троса. Ширина габарита приближения строений С составляет 4900 мм. Размер 1100 мм означает расстояние от головки рельса.

В габарите на перегонах на расстоянии от оси пути 1745 мм предусмотрен уступ высотой 1070 мм от головки рельса для перил на мостах, эстакадах и других искусственных сооружениях.

Расстояние от оси пути до линии приближения строений (вновь строящихся зданий, заборов, опор контактной сети и линий связи) установлено 3100 мм. Не допускается укладывать фундаменты, трубопроводы, кабели и другие не относящиеся к пути сооружения в пределах 1000 мм от уровня головки рельсов по вертикали и на расстоянии 2900 мм от оси пути по горизонтали.

Государственным стандартом установлен также габарит приближения строений Сп, отличающийся от габарита С отдельными размерами (например, по высоте, составляющей для габарита Сп 5500 мм).

Требованиям этого габарита должны удовлетворять сооружения и устройства депо, мастерских, грузовых районов, складов, портов, промышленных предприятий, а также между территориями этих предприятий, т.е. в местах, где скорости движения сравнительно невысоки.

Для проверки соблюдения габарита приближения строений применяется устанавливаемая на платформе специальная габаритная рама, представляющая собой деревянную конструкцию, внешний контур которой соответствует очертанию габарита С. Свободный проход рамы около сооружений и устройств свидетельствует о соблюдении габарита С.

Установлены габариты подвижного состава 1-Т и Т и габариты 1-ВМ, 0-ВМ, 02-ВМ и 03-ВМ, назначением и размерами, указанными в таблице 1.

Таблица 1 – Габариты подвижного состава

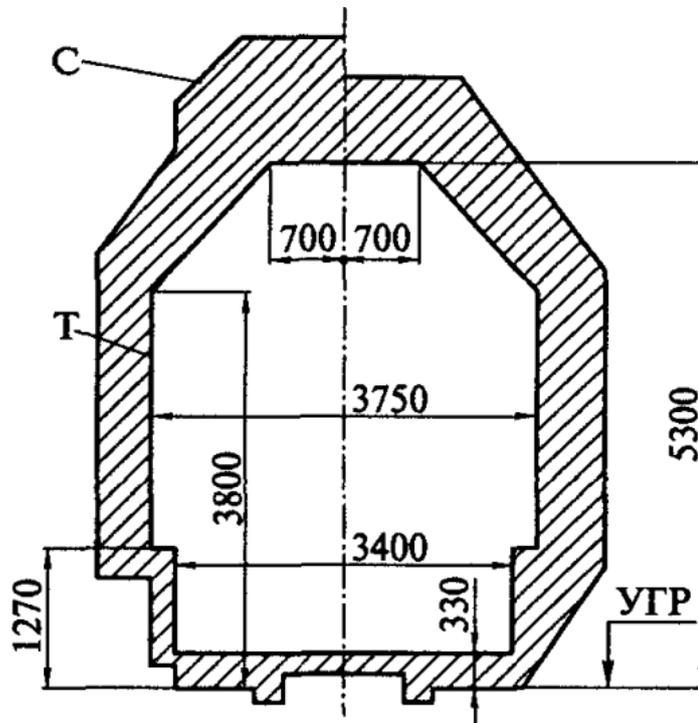
Габарит	Высота, м	Ширина, м	Назначение
1-Т	5300	3400	Для сети железных дорог России, стран СНГ, Балтии, Монголии
Т	5300	3750	
1-ВМ	4700	3400	Для железных дорог России, СНГ и европейских стран
0-ВМ	4650	3250	
02-ВМ	4650	3150	
03-ВМ	4280	3150	Для железных дорог России, европейских и азиатских стран

Подвижной состав габарита 1-Т допускается к обращению по всем путям общей сети железных дорог, подъездным путям и путям промышленных предприятий, а габарит Т — по путям общей сети железных дорог, подъездным путям промышленных предприятий, сооружения и устройства на которых отвечают требованиям габарита С (с очертанием поверху для неэлектрифицированных линий) и габарита Сп.

Габариты 1-ВМ, 0-ВМ, 02-ВМ и 03-ВМ установлены для подвижного состава, допускаемого к обращению как по железным дорогам колеи 1520 (1524) мм, так и по железным дорогам колеи 1435 мм.

Пространство между габаритами подвижного состава Т и приближения строений С (Рисунок 2), а также между подвижным составом, находящимся на смежных путях, необходимо для того, чтобы подвижной состав при поперечном смещении или наклоне его не мог задеть за какие-либо части сооружений и устройств. Смещение и наклон

подвижного состава могут быть вызваны отклонениями в содержании пути, а также боковыми колебаниями подвижного состава на рессорах.



Т — очертание габарита подвижного состава; С — очертание габарита приближения строения; УГР — уровень верха головки рельса

Рисунок 2. Совмещенные габариты приближения строений и подвижного состава

Расстояния между осями смежных путей определяются условиями обеспечения безопасности движения поездов, личной безопасности людей, находящихся на междупутьях (Рисунок 3).

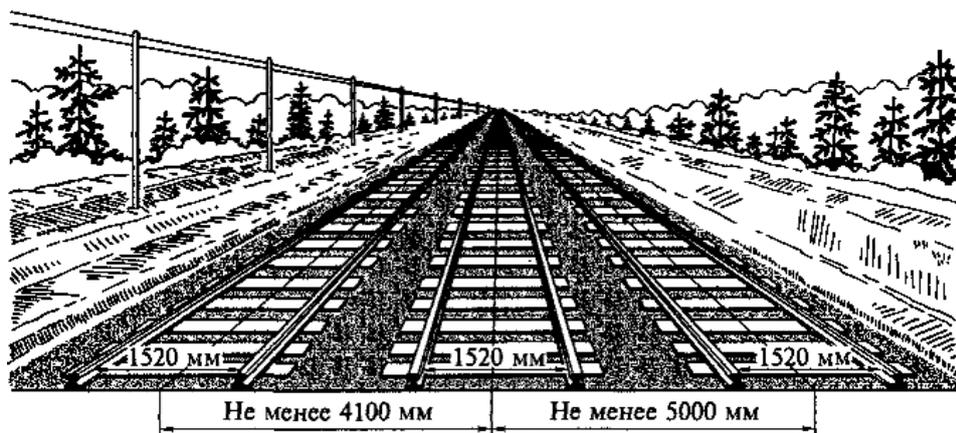


Рисунок 3. Расстояния между осями путей на прямых участках перегона

При этом учитываются соответствующие размеры габаритов подвижного состава и приближения строений. Согласно ПТЭ расстояния между осями путей (междупутья) на прямых участках должно быть не

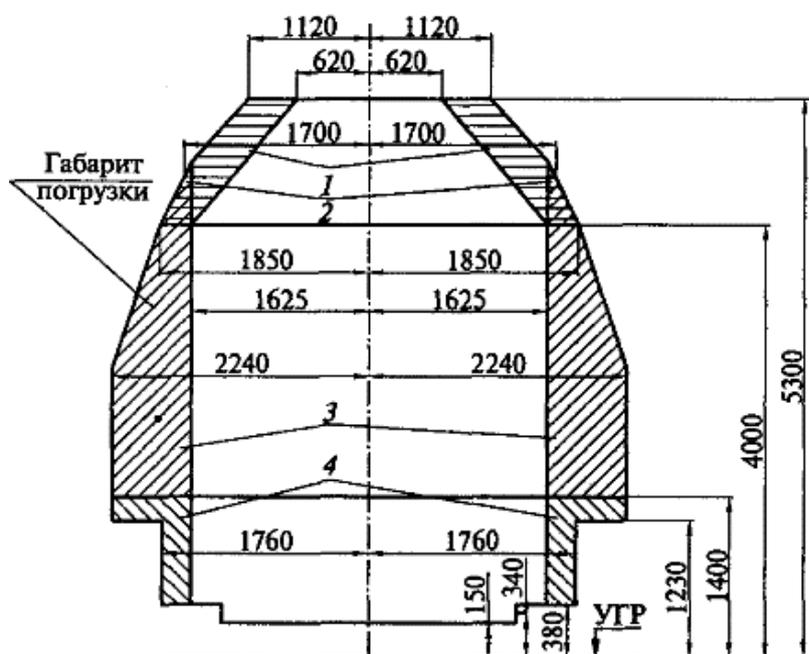
менее указанных: на перегонах двухпутных линий — 4100 мм; на трехпутных и четырехпутных линиях между осями второго и третьего путей — 5000 мм; на станциях между осями смежных путей — 4800 мм; на путях второстепенных и грузовых районов — 4500 мм.

Расстояние между осями второго и третьего путей 5000 мм позволяет оставить в междупутье инвентарь и инструмент для ремонта пути при следовании поездов по второму и третьему путям.

Расстояние между осями путей, предназначенных для непосредственной перегрузки грузов из вагонов в вагон, может быть допущено 3600 мм.

В кривых участках размеры междупутья, а также расстояния между осью пути и габаритом приближения строений зависят от радиуса кривой, скорости движения, месторасположения кривой (перегон или станция) и других факторов и устанавливаются по нормам, приведенным в специальных указаниях по применению габаритов приближения строений.

Железные дороги принимают к перевозке и негабаритные грузы, которые, будучи погруженными на открытый подвижной состав, выходят за пределы габарита погрузки (Рисунок 4).



1, 2, 3, 4 — соответственно верхняя, совместная боковая и верхняя, боковая, нижняя негабаритности

Рисунок 4. Зоны негабаритности груза:

Габаритом погрузки называется предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, в котором, не выходя наружу,

должен размещаться груз (с учетом упаковки, и крепления) на открытом подвижном составе при нахождении его на прямом горизонтальном пути.

Негабаритные грузы могут быть перевезены при соблюдении специальных условий предосторожности. Для проверки габаритности грузов, погруженных на открытый подвижной состав, их пропускают через габаритные ворота, устанавливаемые в местах массовой погрузки. Габаритные ворота представляют собой раму, внутри которой по очертанию габарита погрузки шарнирно укреплены планки. Если открытый подвижной состав с грузом пройдет ворота, не зацепляя планок, то габарит не нарушен. Изменение положения планки укажет место негабаритности.

В зависимости от высоты, на которую груз выходит за габарит погрузки, установлены зоны нижней, боковой и верхней негабаритности. Кроме того, для более точного определения условий пропуска грузов верхней негабаритности на двухпутных линиях введена дополнительно зона совместной боковой и верхней негабаритности.

Порядок определения негабаритности грузов, приема их к перевозке и погрузки, отправления и следования поездов изложены в Инструкции по перевозке негабаритных и тяжеловесных грузов по железным дорогам колеи 1520 мм.

В связи с тем, что на некоторых участках железных дорог имеются еще сооружения (в основном старой постройки), не приведенные к габариту приближения строений С, в ряде случаев возникают затруднения в пропуске вагонов габарита Т. Чтобы избежать этих затруднений, разрешается применять еще два габарита подвижного состава:  $T_{ц}$  для восьмиосных цистерн с уменьшенной высотой габарита 5200 мм и промежуточный габарит  $T_{пр}$  шириной 3550 мм для всех типов грузовых вагонов, кроме цистерн (между Т шириной 3750 мм и 1-Т шириной 3400 мм). Эти габариты позволяют пустить в обращение большегрузные восьмиосные полувагоны и цистерны и тем самым повысить нагрузку на 1 м пути. В результате при той же длине станционных путей значительно увеличивается масса поездов и, следовательно, провозная способность железнодорожной линии.

Для перевозки негабаритных грузов в зависимости от степени их негабаритности установлены специальные условия. Маневры с ними производятся с пониженной скоростью. Платформы и полувагоны, загруженные грузами нижней и боковой негабаритности 4—6-й степени и верхней негабаритности 3-й степени не допускается спускать с сортировочной горки. При формировании поезда с грузом 6-й степени

негабаритности или сверхнегабаритным за 20 вагонов впереди вагона с таким грузом ставят порожнюю платформу с контрольной рамой, повторяющей очертания груза.

Поезда с негабаритными грузами на станциях пропускают по специально выделенным путям, поэтому при отправлении каждого такого поезда поездной диспетчер издает специальный приказ и доводит его до всех дежурных по станциям участка. По мостам и тоннелям для них может быть установлена пониженная скорость движения. Для перевозки грузов с большой негабаритностью в отдельных случаях прекращают движение по соседнему пути двухпутного участка. Поэтому такие грузы обычно направляют по однопутным участкам, хотя это может удлинить путь их следования и увеличить срок доставки.

### **1.3.3. Основные руководящие документы по обеспечению четкой работы железных дорог и безопасности движения**

Правовые, организационные и экономические условия функционирования железнодорожного транспорта общего пользования, основы взаимодействия его с органами государственной власти и другими видами транспорта, а также основы государственного регулирования в области железнодорожного транспорта определяются Федеральным законом «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации».

В нем сформулированы основные принципы функционирования железнодорожного транспорта: устойчивость работы; доступность, безопасность и качество оказываемых услуг; развитие конкуренции и становление развитого рынка услуг; согласованность функционирования единой транспортной системы Российской Федерации.

В этом законе используются ряд основных понятий, характерных и важных для железнодорожного транспорта в условиях рыночной экономики. Эти понятия приводятся в главах учебника по мере изложения соответствующих вопросов.

Ниже рассматриваются следующие новые понятия в формулировке, приведенной в Законе о железнодорожном транспорте:

инфраструктура железнодорожного транспорта общего пользования – технологический комплекс, включающий в себя железнодорожные пути общего пользования и другие сооружения, железнодорожные станции, устройства электроснабжения, сети связи, системы сигнализации, централизации и блокировки, информационные комплексы и систему

управления движением и иные обеспечивающие функционирование этого комплекса здания, строения, сооружения, устройства и оборудование;

пользователь услугами железнодорожного транспорта — пассажир, грузоотправитель (отправитель), грузополучатель (получатель) либо иное физическое или юридическое лицо, пользующееся услугами (работами), оказываемыми организациями железнодорожного транспорта и индивидуальными предпринимателями на железнодорожном транспорте;

владелец инфраструктуры — юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, имеющие инфраструктуру на праве собственности или ином праве и оказывающие услуги по ее использованию на основании договора;

перевозчик — юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, принявшие на себя по договору перевозки железнодорожным транспортом общего пользования обязанность доставить пассажира, вверенный им отправителем груз, багаж или грузобагаж из пункта отправления в пункт назначения, а также выдать груз, багаж или грузобагаж управомоченному на его получение лицу (получателю);

оператор железнодорожного подвижного состава — юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, имеющие вагоны, контейнеры на праве собственности или ином праве, участвующие на основе договора с перевозчиком в осуществлении перевозочного процесса с использованием указанных вагонов, контейнеров.

Отношения, возникающие между перевозчиками, пассажирами, отправителями и получателями грузов, владельцами инфраструктуру железнодорожного транспорта общего пользования и железнодорожных путей необщего пользования, другими физическими и юридическими лицами при пользовании услугами железнодорожного транспорта регулирует Федеральный закон «Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации», который устанавливает их права, обязанности и ответственность. Устав определяет основные условия организации и осуществления перевозок пассажиров, грузов, багажа, грузобагажа, оказания услуг по использованию инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования и иных связанных с перевозками услуг.

От слаженного взаимодействия всех подразделений железнодорожного транспорта зависит бесперебойная, безаварийная его работа, выполнение планов перевозок пассажиров и грузов. Эта слаженность обеспечивается соблюдением графика движения поездов. График движения объединяет деятельность всех подразделений железных

дорог и выражает план их эксплуатационной работы. Движение поездов по графику обеспечивается правильной организацией и выполнением технологического процесса работы станций, депо, тяговых подстанций, пунктов технического обслуживания и других подразделений железных дорог, связанных с движением поездов.

Четкая и бесперебойная работа железных дорог и безопасность движения достигаются неуклонным выполнением Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации, Инструкции по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации и Инструкции по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Российской Федерации.

Правила технической эксплуатации железных дорог устанавливают: основные положения и порядок работы железных дорог и работников железнодорожного транспорта, основные размеры, нормы содержания важнейших сооружений, устройств и подвижного состава и требования, предъявляемые к ним, систему организации движения поездов и принципы сигнализации. ПТЭ обязательны для всех подразделений и работников железнодорожного транспорта. Требованиям ПТЭ должны соответствовать все инструкции и другие руководящие указания, относящиеся к технической эксплуатации, проектированию и строительству железных дорог, сооружений, устройств и подвижного состава.

Инструкция по сигнализации на железных дорогах устанавливает систему видимых и звуковых сигналов для передачи приказов и указаний, относящихся к движению поездов и маневровой работе, а также типы сигнальных приборов, с помощью которых эти сигналы подаются.

Инструкция по движению поездов и маневровой работе устанавливает правила приема, отправления и пропуска поездов при различных устройствах сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) и связи, в том числе при производстве ремонтно-строительных работ на железнодорожных путях и сооружениях.

Необходимым условием обеспечения безопасности движения поездов является содержание технических устройств в исправном состоянии. Согласно ПТЭ каждый работник железнодорожного транспорта обязан подавать сигнал остановки поезду или маневрирующему составу и принимать другие меры к их остановке в случаях, угрожающих жизни и здоровью людей или безопасности движения. При обнаружении неисправности сооружений или устройств, угрожающих безопасности движения или загрязнения окружающей природной среды, работник

транспорта должен немедленно принимать меры к ограждению опасного места и устранению неисправности.

Большое внимание уделяется на железнодорожном транспорте охране труда. Каждый работник железнодорожного транспорта должен соблюдать правила и инструкции по технике безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии, установленные для выполняемой им работы. Лица, поступающие на железнодорожный транспорт на работу, связанную с движением поездов, должны пройти профессиональное обучение.

#### **1.4. Основы проектирования и строительства железных дорог**

##### **1.4.1. Основные сведения о категориях железнодорожных линий, трассе, плане и продольном профиле**

Железнодорожные линии сооружают для освоения новых районов и их природных богатств, для разгрузки существующих грузонапряженных линий, сокращения пути и времени следования пассажиров и грузов. Новые линии могут существенно различаться по своему значению в работе сети железных дорог, размерам и характеру перевозок. В зависимости от этих факторов технические требования и нормы, которыми руководствуются при разработке проектов железнодорожных линий, дифференцированы.

Строительно-технические нормы МПС России (СТН U-01-95), являющиеся основным нормативным документом при проектировании железных дорог, предусматривают деление новых железных дорог и подъездных путей колеи 1520 мм на несколько категорий. От категории линии зависят основные параметры и технические условия ее проектирования, допускаемые скорости движения пассажирских и грузовых поездов, мощность всех устройств линии.

Трасса железнодорожной линии характеризует положение в пространстве продольной оси пути на уровне бровок земляного полотна. Проекция трассы на горизонтальную плоскость называется планом, а развертка трассы на вертикальную плоскость — продольным профилем линии.

Полоса земли вдоль трассы, отведенная для размещения железнодорожного пути, других устройств железной дороги, а также железнодорожных поселков и лесонасаждений, называется полосой

отвода. Границы полосы отвода определяются с учетом перспективы развития путей и обозначаются специальными указателями (межевыми знаками).

Процесс прокладки трассы в ходе проектирования называется трассированием линии. Идеальной была бы трасса, представляющая собой прямую в плане и пологий спуск в грузовом направлении в профиле.

Однако это не всегда возможно из-за необходимости подхода к населенным пунктам, обхода естественных препятствий (гор, озер, болот и т.п.), наличия неровностей земной поверхности и стремления удешевить строительство линии. Поэтому план железнодорожной линии проектируется в виде сочетания прямолинейных участков пути различного направления, плавно сопряженных друг с другом круговыми и переходными кривыми (Рисунок 5.), а профиль – в виде горизонтальных участков, называемых площадками, и наклонных, именуемых уклонами (Рисунок 6.)

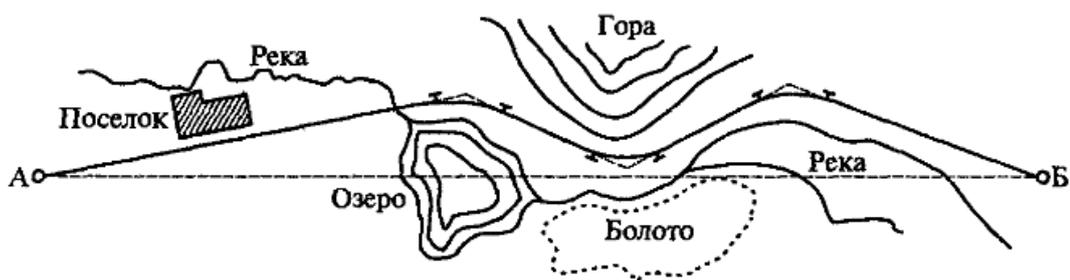


Рисунок 5. План железнодорожной линии

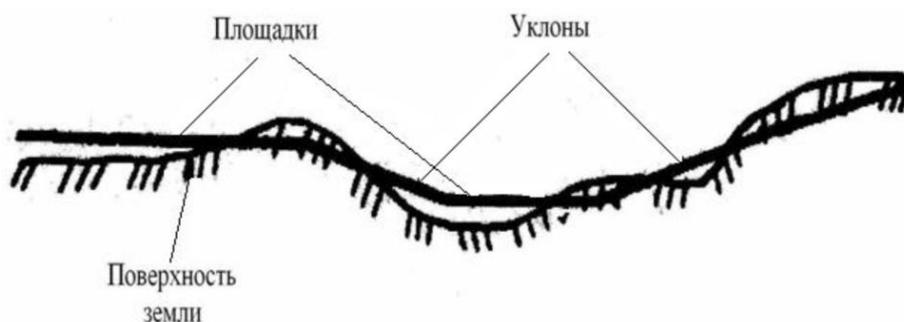


Рисунок 6. Элементы продольного профиля линии

План и профиль определяют положение оси пути в пространстве элементами которого являются прямые и кривые участки. Кривые участки возникают при необходимости обхода препятствий. При повороте ее направление меняется под углом  $\alpha$ , который образуется между начальными

направлением линии и новым ее положением и называется углом поворота.

Различают круговые и переходные кривые. Круговая кривая – это часть окружности радиуса  $R$ , которые берутся стандартной длины в зависимости от категории линии и скорости движения поезда (таблица 2).

Таблица 2 - Радиусы кривых, принимаемые при проектировании новых железных дорог

Категории железнодорожных линий	Радиус кривых в плате, м			
	Рекомендуемые	Допускаемые		
		В трудных условиях	В особотрудных условиях при технико-экономическом обосновании	По согласованию с Федеральным агентством железнодорожного транспорта
Скоростная	4000-3000	2500	1200	800
Особо грузонапряженная				
I	4000-2000	1500	1000	600
II	4000-2500	2000	1000	600
III	4000-2000	1500	800	400
IV	4000-1200	800	600	350
линии общей сети	2000-1000	600	350	200
подъемные пути	2000-600	500	200	200
соединенные пути	2000-350	250	200	200

Продольный профиль линии характеризуется крутизной уклонов элементов и их длиной. Крутизна измеряется в тысячных долях и получается как частное от деления разности отметок конечных точек, элемента профиля  $h$  на его длину  $l$ , т.е. равна тангенсу угла наклона элемента профиля к горизонту  $\alpha$ .

Одним из основных параметров железнодорожной линии является ее руководящий уклон  $i_p$ , представляющий собой наибольший затяжной подъем, по значению которого устанавливается норма массы поезда при одиночной тяге и расчетной минимальной скорости движения

При использовании локомотивов одной серии он называется уклоном кратной тяги. Предельное значение уклона кратной тяги зависит от величины руководящего уклона. Например, если руководящий уклон линии составляет 15‰, то уклон кратной тяги при двух локомотивах должен быть не более 29‰, а при трех локомотивах — не более 40‰.

Длина элементов продольного профиля должна быть, как правило, не менее половины длины обращающихся поездов, принятой на перспективу. При этом под поездом будет одновременно не более двух переломов профиля. Смежные элементы профиля обычно сопрягаются в вертикальной плоскости кривыми радиусом от 20000 до 5000м в зависимости от категории линии.

Продольные профили (Рисунок 7) оформляются с применением установленных условных обозначений по стандартной форме. По масштабу изображения и количеству содержащихся данных различают подробный и сокращенный продольные профили.

Подробный продольный профиль используют обычно для проектирования. Этот профиль имеет горизонтальный масштаб 1:10 000 и вертикальный 1:200, и состоит из собственно профиля (верхняя часть) и сетки (нижняя часть). На сетке продольного профиля указывают план линии, пикетаж, существующие отметки земли и проектные отметки, проектные уклоны, ситуацию местности и инженерно-геологическую характеристику.

Разности между проектными отметками и отметками земли называются рабочими отметками и представляют собой глубину выемок или высоту насыпей. На профиле показывают также условными обозначениями мосты, трубы и другие искусственные сооружения, оси станций и других отдельных пунктов, оси переездов.

Сокращенный продольный профиль составляется на основе подробного продольного профиля для характеристики и удобства рассмотрения основных элементов плана, профиля и всех линейных сооружений, предназначен для машинистов локомотивов с целью ориентации их при ведении поездов о предстоящих подъемах и спусках.

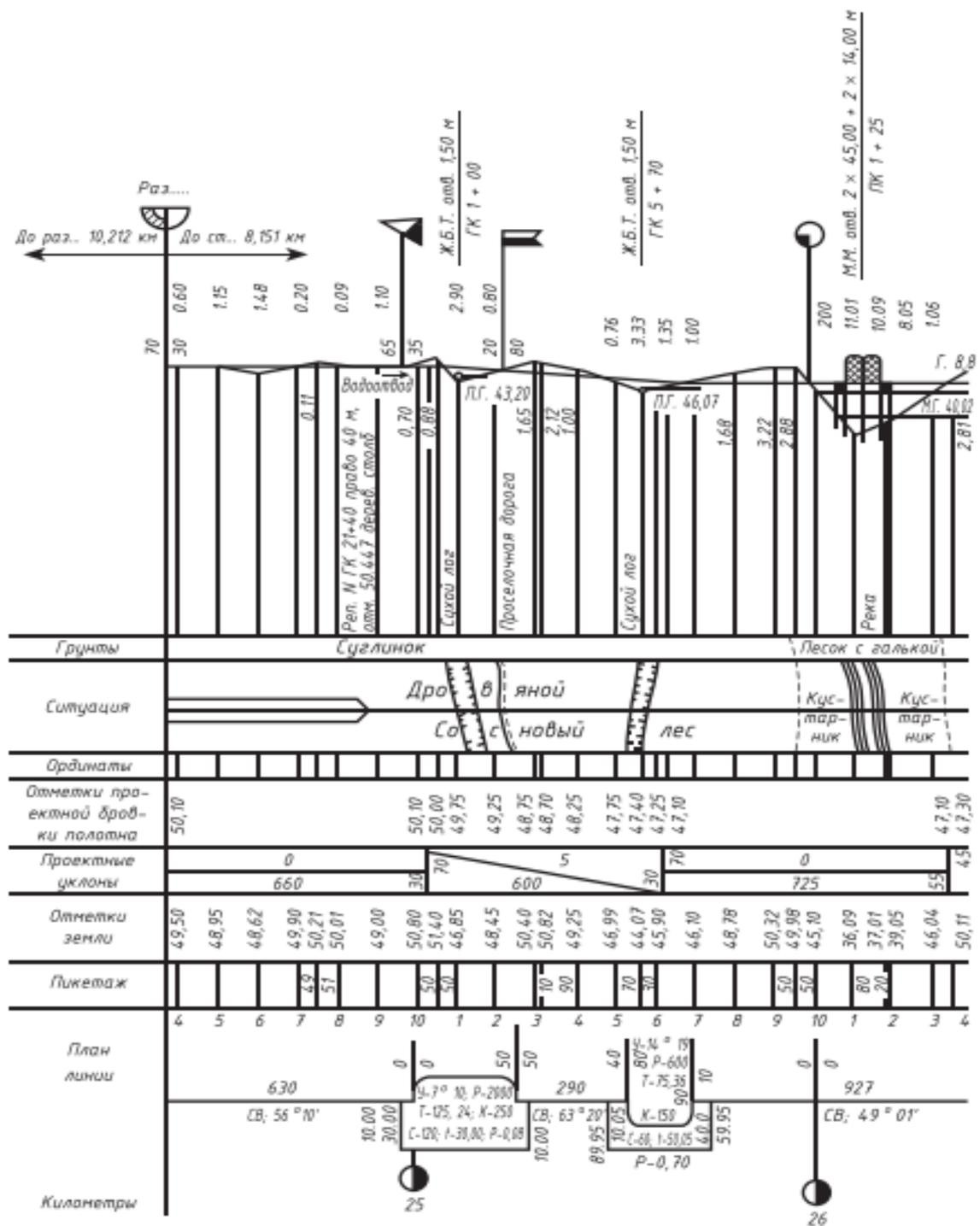


Рисунок 7. Продольный профиль линии

## Раздел 2 СООРУЖЕНИЯ И УСТРОЙСТВА ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

### 2.1. Элементы железнодорожного пути

#### 2.1.1. Общие сведения о железнодорожном пути

Железнодорожный путь — это комплекс инженерных сооружений, предназначенный для пропуска по нему поездов с установленной скоростью. Он является самой важной составляющей инфраструктуры железнодорожного транспорта. От состояния пути зависят непрерывность и безопасность движения поездов, а также эффективное использование технических средств железных дорог.

К путевому хозяйству железнодорожного транспорта относятся собственно путь со всеми его сооружениями и устройствами, а также комплекс производственных подразделений и хозяйственных предприятий, предназначенных для обеспечения бесперебойной работы железнодорожного пути и проведения его планово-предупредительных ремонтов. Путевое хозяйство составляет одну из важнейших отраслей железнодорожного транспорта, от которой в значительной мере зависит выполнение перевозочного процесса. Удельный вес путевого хозяйства в системе железнодорожного транспорта характеризуется тем, что на его долю приходится более 50 % всех основных средств железных дорог и свыше 20 % общей численности работников.

Железнодорожный путь (Рисунок 8) работает в условиях постоянного воздействия атмосферных и климатических факторов, воспринимая большие нагрузки от проходящих поездов.

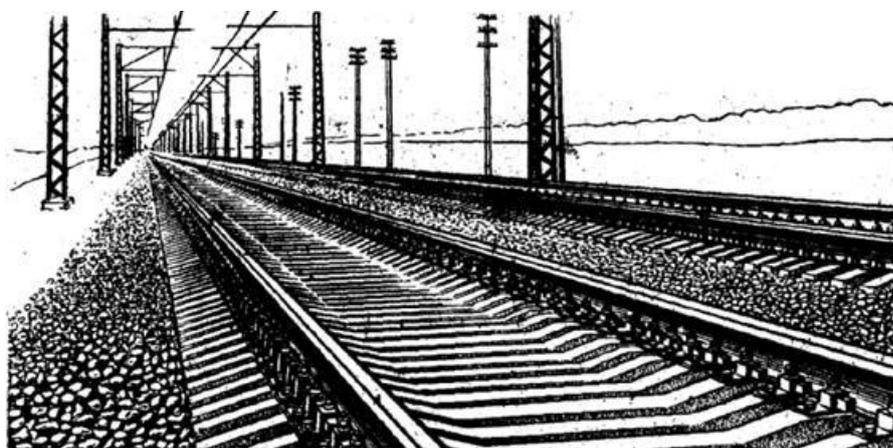


Рисунок 8. Общий вид железнодорожного пути

При этих условиях все элементы железнодорожного пути (земляное полотно, верхнее строение и искусственные сооружения) по прочности, устойчивости и состоянию должны обеспечивать безопасное и плавное движение пассажирских и грузовых поездов с наибольшими скоростями, установленными для данного участка, а также иметь достаточные резервы для дальнейшего повышения скоростей движения и грузонапряженности линии.

Железнодорожный путь состоит из нижнего и верхнего строений. Нижнее строение пути включает земляное полотно (насыпи, выемки, полунасыпи, полувыемки, полунасыпи-полувыемки) и искусственные сооружения (мосты, тоннели, трубы, опорные стены и др.). К верхнему строению пути относятся балластный слой, шпалы, мостовые и переводные брусья, рельсы, рельсовые скрепления, противоугоны и стрелочные переводы.

Рельсы направляют движение колес подвижного состава, воспринимают давление от них и передают его на шпалы. Шпалы воспринимают давление от рельсов и передают его на балласт, а также обеспечивают неизменность взаимного положения рельсовых нитей. Балластный слой воспринимает давление от шпал и передает его на основную площадку земляного полотна, уменьшая неравномерность давления, а также обеспечивает устойчивость рельсовой колеи, препятствуя продольному и поперечному перемещению шпал при движении поездов.

Рельсовые скрепления необходимы для соединения рельсов между собой и со шпалами. Противоугоны применяются для удержания рельсов и шпал от продольного смещения под воздействием движущихся поездов. Стрелочные переводы служат для перехода подвижного состава с одного пути на другой. Все элементы железнодорожного пути работают как единая динамическая конструкция.

### **2.1.2. Земляное полотно и его поперечные профили. Водоотводные устройства**

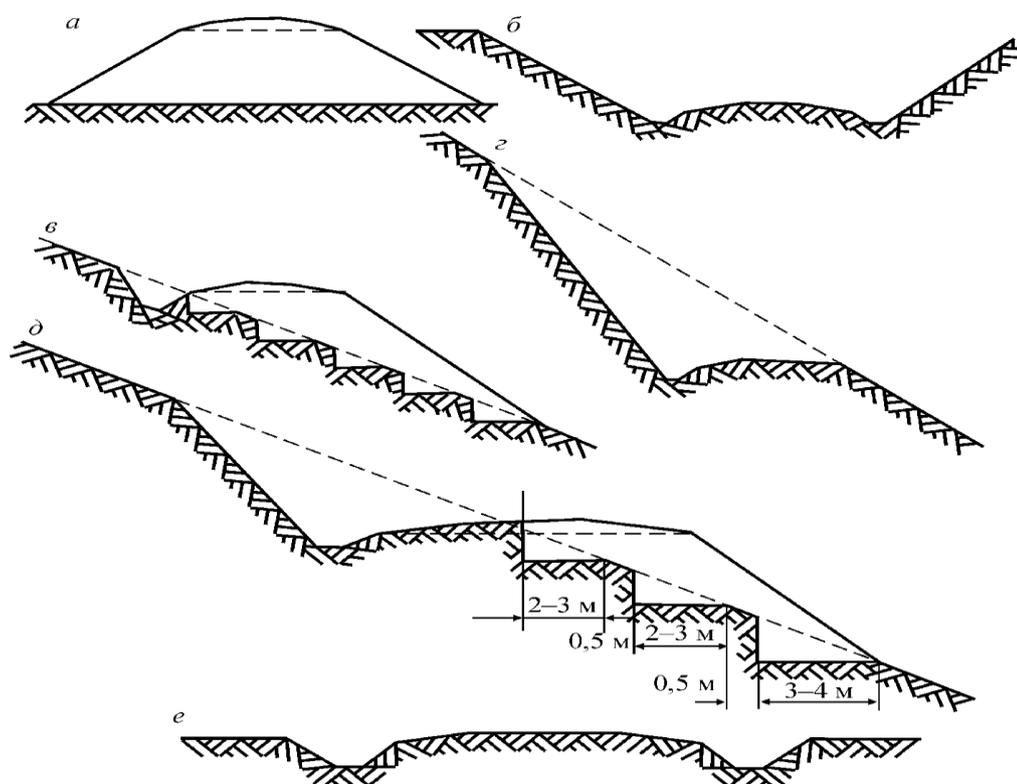
Земляное полотно представляет собой комплекс грунтовых сооружений, получаемых в результате обработки земной поверхности и предназначенных для укладки верхнего строения пути, обеспечения устойчивости пути и защиты его от воздействия атмосферных и грунтовых вод. Земляное полотно должно быть прочным, устойчивым и долговечным,

требующим минимума расходов на его устройство, содержание и ремонт и обеспечивающим возможность широкой механизации работ.

Земляное полотно — инженерное сооружение, рассчитанное на длительный срок службы.

Поверхность земляного полотна, на которую укладывают верхнее строение пути, называется основной площадкой.

В зависимости от положения основной площадки относительно поверхности земли различают следующие виды земляного полотна: насыпь [а], выемка [б], полунасыпь [в], полувыемка [г], полунасыпь-полувыемка [д], нулевое место [е] (Рисунок 9).



а – насыпь, б-выемка, г- полувыемка, д- полунасыпь-полувыемка, е - нулевое место

Рисунок 9. Поперечные профили земляного полотна

Места перехода из насыпи в выемку и места, где земляное полотно проходит в уровне с поверхностью земли, которую только планируют, но не срезают и не досыпают, называют нулевыми местами.

Поперечный профиль определяет ширину земляного полотна (основной площадки) поверху, крутизну откосов, расположение и размеры водоотводных устройств и др.

Очертание основной площадки должно исключить застой воды и обеспечивать возможность укладки верхнего строения пути без повреждения земляного полотна.

На однопутных линиях основная площадка, имеющая вид трапеции, называется сливной призмой. Верхняя часть сливной призмы имеет ширину 2,3 м, высота призмы 0,15 м. На двухпутных линиях основная площадка имеет форму треугольника, вершина которого на 0,2 м выше уровня бровок.

При возведении земляного полотна из хорошо дренирующих материалов (камень, щебень, песок) основную площадку устраивают горизонтальной.

Свободные от балласта продольные полосы по краям основной площадки называются обочинами. Они служат для удержания балласта, осыпающегося с откосов балластной призмы, размещения путевых и сигнальных знаков, устройств связи, материалов, инструмента, съемных машин и механизмов и для нахождения рабочих во время прохода поездов при обязательном соблюдении правил техники безопасности.

Высотой насыпи считается расстояние по оси земляного полотна от уровня бровок до основания, а глубиной выемки — расстояние от уровня бровок основной площадки до точки пересечения оси земляного полотна с линией, соединяющей бровки откосов выемки.

Горизонтальная проекция линии откоса называется его заложением, а отношение высоты откоса к заложению — крутизной откоса. В зависимости от вида грун

Вдоль насыпи для осушения ее основания и отвода дождевых и паводковых вод служат продольные водоотводные каналы с обеих сторон полотна, а на косогорных участках — только с верховой стороны.

Если насыпь возводилась из местного грунта, взятого рядом с насыпью, то для отвода воды от полотна используют образовавшиеся при этом спланированные котлованы, называемые резервами.

Вынутый при сооружении выемки излишний грунт, не используемый для отсыпки насыпи, укладывают за откосом выемки в правильные призмы, называемые кавальерами.

В выемках с каждой стороны основной площадки делают продольные каналы для отвода воды, называемые кюветами. Кроме того, для перехвата и отвода притекающих к выемке поверхностных вод на верховой стороне вдоль полевого откоса кавальера делают нагорные каналы. На полосе между кавальерами и бровкой откоса выемки отсыпают банкет с уклоном в сторону от выемки для отвода воды в забанкетную канаву, расположенную вдоль линии между банкетом и кавальером.

Поперечные профили земляного полотна бывают типовые и индивидуальные; типовые делятся на нормальные и специальные.

Нормальными типовыми поперечными профилями называются профили, проверенные многолетним опытом, применяемые при высоте насыпей и глубине выемок до 12 м при надежном основании, из наиболее часто встречающихся грунтов удовлетворительного качества, в обычных условиях, без специальных расчетов.

Типовые специальные поперечные профили применяют, если земляное полотно устраивают в таких грунтах, как лессы, жирные глины, на болотах.

Индивидуальные поперечные профили проектируют для особо сложных условий, а именно, насыпи высотой более 12м, насыпи в пределах глубоких болот, в поймах рек, на косогорах круче 1:3, сооружаемые с помощью гидромеханизации, в районах вечной мерзлоты или сейсмических явлений.

Ширина земляного полотна поверху в прямых участках существующего пути на перегонах однопутных линий должна быть не менее 5,5м, на двухпутных — 9,6м, а в скальных и дренирующих грунтах не менее: на однопутных линиях — 5,0м, двухпутных — 9,1м. Минимальная ширина обочины должна быть не менее 0,4м с каждой стороны пути.

На кривых участках пути радиусом менее 2000 м земляное полотно уширяется с наружной стороны кривой на 0,1 — 0,5 м в зависимости от радиуса и категории линии.

Разрез, перпендикулярный продольной оси пути, называется поперечным профилем земляного полотна. Различают типовые и индивидуальные поперечные профили земляного полотна.

Типовой нормальный профиль насыпи приведен на рисунке 10. Верхняя часть, на которую укладываются балласт, шпалы, рельсы, называется основной площадкой. На однопутных линиях основная площадка имеет форму трапеции, а на двухпутных - форму равнобедренного треугольника. Такое очертание основной площадки способствует стоку воды, проникающей через балластный слой во время дождя и таяния снега.

Отвод поверхностных вод от насыпей, сооружаемых из привозного грунта, осуществляется продольными водоотводными канавами.

Дну резервов и водоотводных канав придают продольный уклон не менее 0,002.

Полоса земли от подошвы откоса до водоотводной канавы или резерва называется бермой.

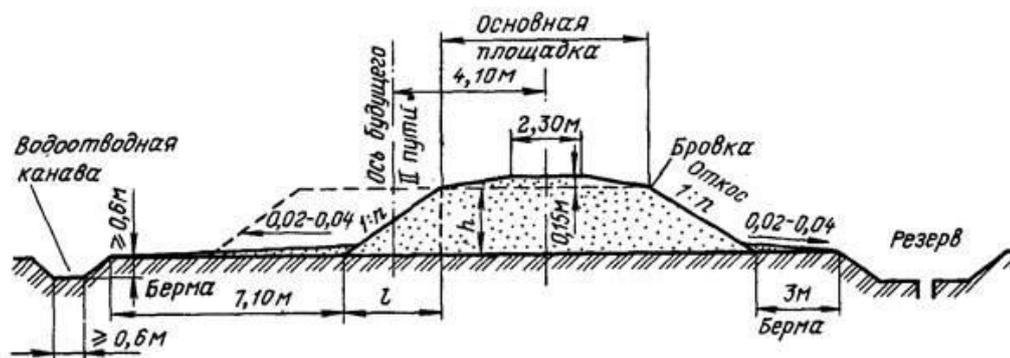


Рисунок 10. Поперечный профиль насыпи

Типовой поперечный профиль выемки приведен на (Рисунок 11) Основная площадка при этом имеет те же размеры, что и при насыпи.

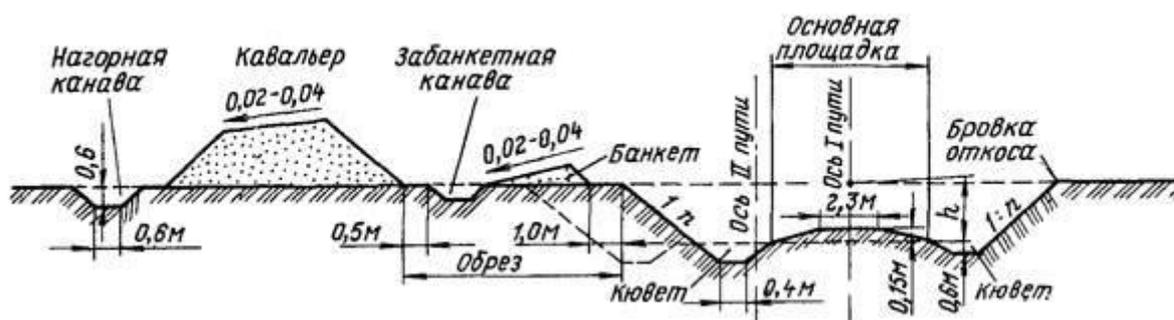


Рисунок 11. Поперечный профиль выемки

С каждой стороны основной площадки земляного полотна в выемках устраиваются продольные каналы для отвода воды, называемые кюветами.

Вынутый при сооружении выемки грунт, не используемый для сооружения насыпи в другом месте, укладывается за откосом выемки с нагорной стороны в правильные призмы, называемые кавальерами. Для перехвата и отвода притекающих к выемке поверхностных вод за кавальерами сооружаются нагорные каналы, а на полосе между кавальером и бровкой откоса выемки отсыпается банкет с поперечным уклоном в сторону от откоса для отвода воды в забанкетную канаву. В неустойчивых грунтах, а также в стесненных условиях вместо водоотводных канав кюветов устраиваются; лотки, которые могут быть железобетонные, бетонные, каменные или деревянные.

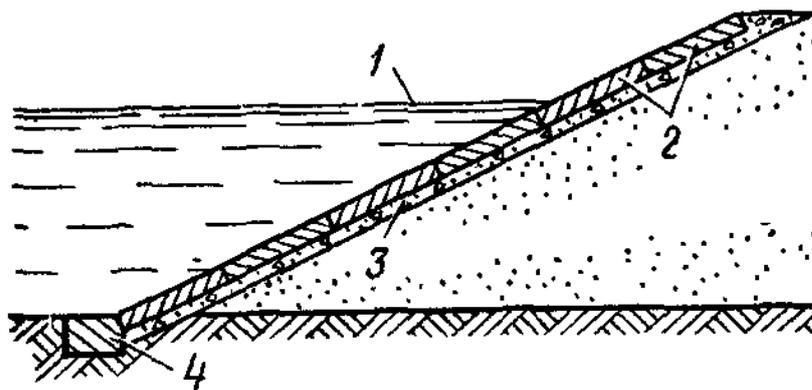
В пределах станций поверхностные воды отводят поперечными и продольными водоотводами, которые, в местах работы людей делают закрытыми. На крупных станциях для продольного отвода воды прокладывают коллекторы и канализационные трубы, а в районах с

интенсивными осадками, кроме того, устраивают ливневую канализацию. Для перехвата и отвода грунтовых вод от земляного полотна или понижения их уровня предусматриваются специальные дренажные устройства, которые могут быть открытого типа в виде дренажных канав .

Дренаж представляет собой траншею, заполненную дренирующим материалом - крупным песком, гравием, щебнем, в нижней части которой обычно укладывается дрена - труба с отверстиями для поступления в нее воды.

Для предохранения земляного полотна от размыва водой и выдувания ветром его откосы и бермы укрепляют посевом многолетних трав с густой стелющейся корневой системой.

Прочным и надежным укреплением, позволяющим полностью механизировать изготовление и укладку, являются железобетонные плиты (Рисунок 12).



1 — уровень высоких вод; 2 — железобетонные плиты;  
3 — обратный фильтр; 4 — бетонный упор

Рисунок 12. Укрепление откоса насыпи железобетонными плитами

Для обеспечения устойчивости насыпей на крутых косогорах, а также для закрепления неустойчивых откосов применяют подпорные стены.

### 2.1.3. Виды и назначения искусственных сооружений

Искусственные сооружения предназначены для пересечения железной дорогой водных преград, других железных и автодорог, глубоких ущелий, горных хребтов, застроенных городских территорий, а также для обеспечения безопасного перехода людей через пути и устойчивости земляного полотна в сложных условиях.

К искусственным сооружениям относятся мосты, тоннели, водопропускные трубы, подпорные стены, регулиционные сооружения, дюкеры, галереи, селеспуски и др. При пересечении железной дорогой рек, иканалов, ручьев, оврагов сооружаются мосты или трубы (Рисунки 13,14).

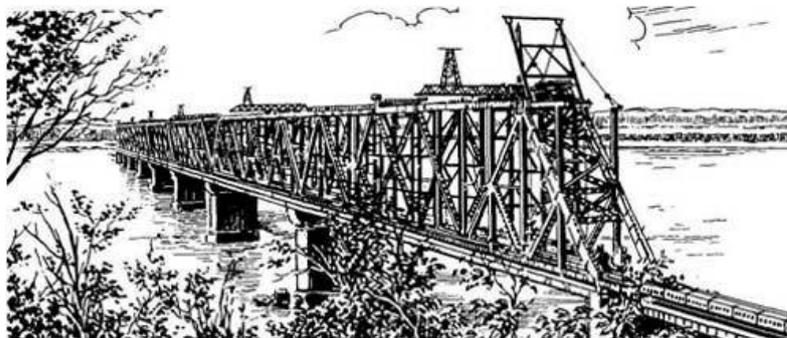


Рисунок 13. Мост через р.Амур на БАМе



Рисунок 14. Труба

Разновидностями мостов являются путепроводы, виадуки, эстакады.

Путепроводы (Рисунок 15) строят в местах пересечения железных и автомобильных дорог или двух железнодорожных линий.



Рисунок 15. Путепровод

Они обеспечивают независимый и безопасный пропуск транспорта на пересечении дорог в разных уровнях.

*Виадук* (Рисунок 16) сооружают вместо высокой обычной насыпи при пересечении железной дорогой глубоких долин, оврагов и ущелий.



Рисунок 16. Виадук

*Эстакады* (Рисунок 17) устраивают взамен небольших насыпей в городах, где они меньше стесняют улицы и не препятствуют проезду и проходу под ними, а также на подходах к большим мостам через реки с широкими поймами разлива воды.

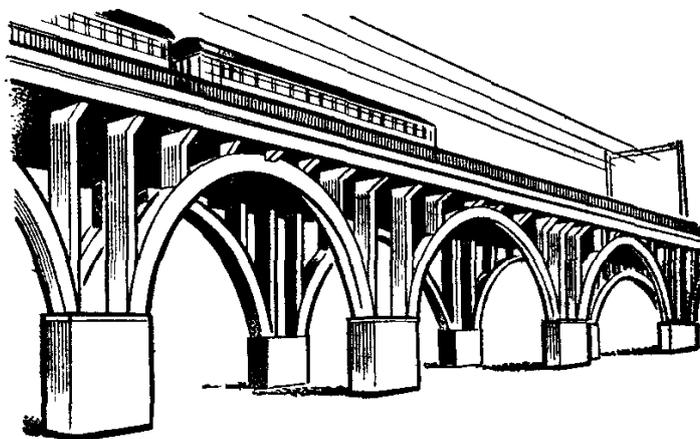


Рисунок 17. Эстакада

При пересечении горных хребтов вместо глубоких выемок сооружают *тоннели* (Рисунок 18). Для безопасного перехода людей через железнодорожные пути на станциях и остановочных пунктах пригородных поездов предусматриваются пешеходные мосты или тоннели.

Для обеспечения устойчивости откосов земляного полотна на крутых косогорах, берегах рек и морей служат подпорные стены, а при подходах к

большим мостам для защиты их опор от подмыва при паводках и повреждения льдом-регуляционные сооружения.



Рисунок 18. Тоннели

В горах в местах обвалов сооружают специальные *галереи* (Рисунок19), а в местах возможных грязекаменных (селевых) потоков – *селеспуски*.

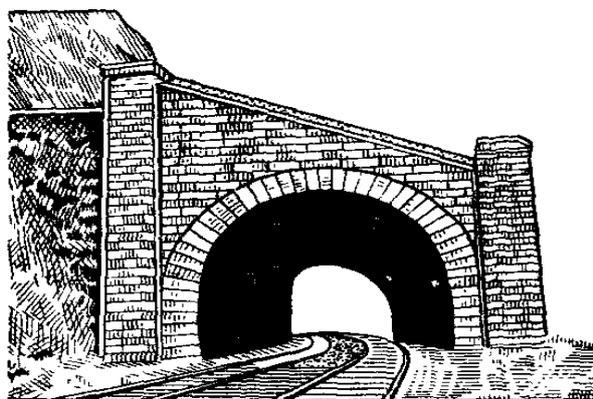


Рисунок 19. Противообвальная галерея

При необходимости пропуска через путь потока воды (водовода) устраивают *дюкеры* (Рисунок 20), представляющие собой два колодца, расположенных с обеих сторон железнодорожного пути, соединенных трубой.

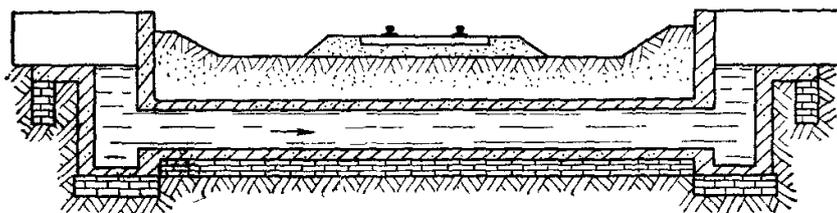
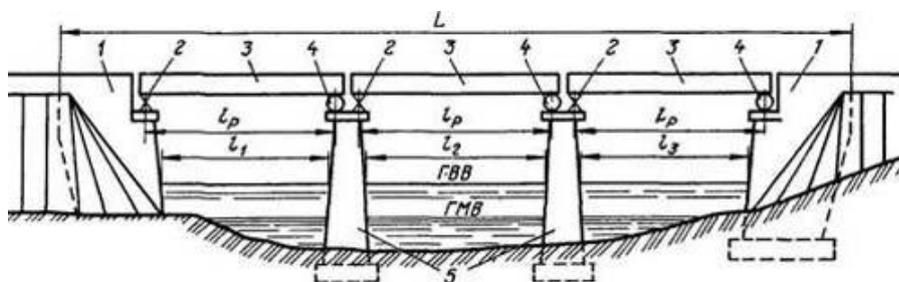


Рисунок 20. Продольный разрез дюкера

Наиболее распространенными видами искусственных сооружений являются мосты и трубы.

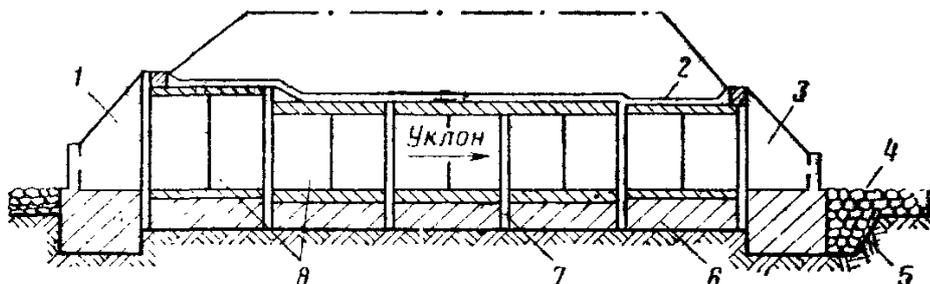
Мост (Рисунок 21) состоит из пролетных строений, являющихся основанием для пути, и опор, которые могут быть выполнены из дерева, камня, металла и железобетонна.



- 1 — устои; 2 — неподвижные опорные части; 3 — пролетные строения; 4 — подвижные опорные части; 5 — «быки»;  $L$  — полная длина моста;  
 $l_p$  — расчетный пролет;  $l_1 + l_2 + l_3$  — отверстие моста;  
 ГВВ — горизонт высоких вод; ГМВ — горизонт меженных (средних) вод

Рисунок 21. Схема моста:

Трубы устраивают при пересечении железной дорогой небольших водотоков или суходолов. По материалу различают каменные, металлические, бетонные и железобетонные трубы. Весьма распространены сборные железобетонные трубы из отдельных звеньев длиной 1—6 м, разделенных деформационными швами (Рисунок 22); трубы требуют небольших затрат на устройство и содержание.



- 1 — входной оголовок; 2 — гидроизоляция; 3 — выходной оголовок; 4 — мошение;  
 5 — рисберма; 6 — фундамент; 7 — деформационный шов; 8 — звенья трубы

Рисунок 22. Продольный разрез трубы

В зависимости от высоты насыпи и предполагаемого расхода воды трубы бывают одно-, двух- и в отдельных случаях трехчковые. По форме поперечного сечения они могут быть круглыми, прямоугольными и сводчатыми.

При увеличении высоты насыпи возрастает длина трубы и ее стоимость, в связи с этим в насыпях высотой 10 м и более часто экономически выгоднее сооружать вместо трубы железобетонный мост с малым пролетом.

Тоннель представляет собой искусственное сооружение для прокладки пути под землей. Транспортные тоннели по их месторасположению разделяют на горные, подводные и городские. Тоннели надежно защищают от проникновения в них поверхно-стных и грунтовых вод, для чего делают водоотводы.

Подпорные стены (Рисунок 23) сооружают для предотвращения обрушения откосов или подмыва грунта у основания насыпей на крутых косогорах, берегах морей и рек, а также для уменьшения полосы отвода при высоких насыпях в пределах населенных пунктов.

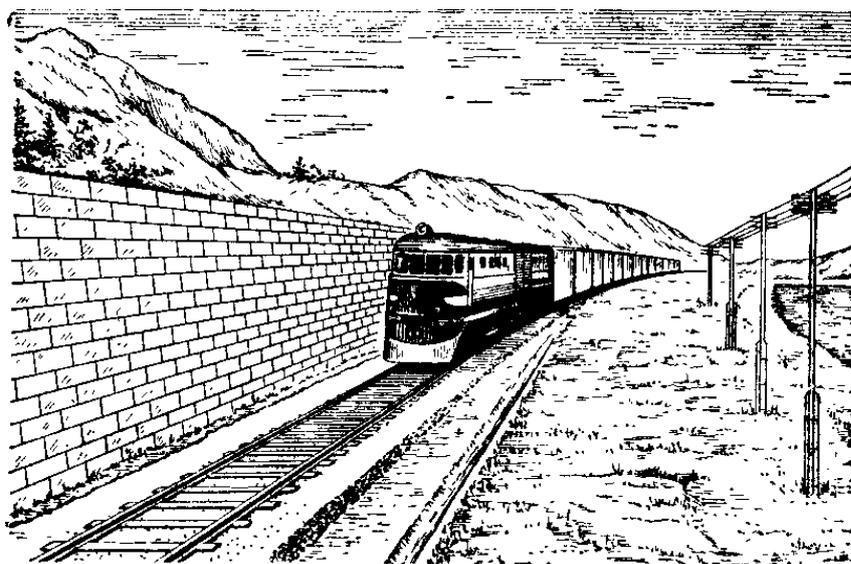
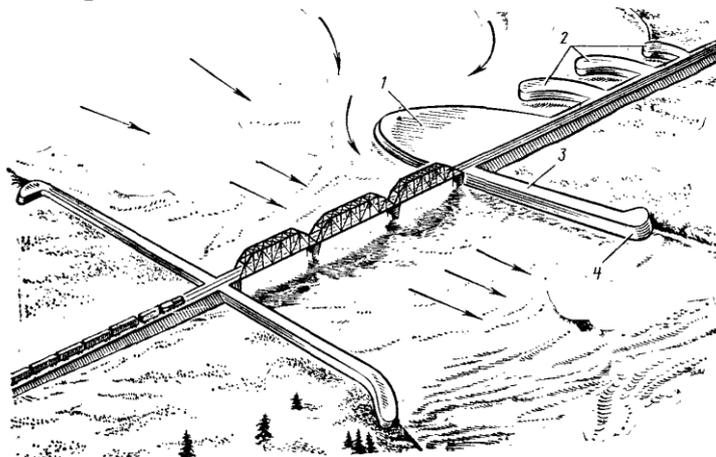


Рисунок 23. Подпорная стена

Для защиты мостов и земляного полотна от размыва во время паводков и от повреждения во время ледохода на подходах к ним устраивают специальные регуляционные сооружения (Рисунок 24), которые состоят из водонаправляющих грушевидных и шпоровидных дамб и траверс.

Дамбы отводят поток воды от насыпи, предохраняют от подмыва береговые устои моста и обеспечивают спокойный проход высоких вод

через отверстие моста. Траверсы, представляющие собой короткие поперечные дамбы, препятствуют течению воды вдоль насыпи и предохраняют ее от размыва.



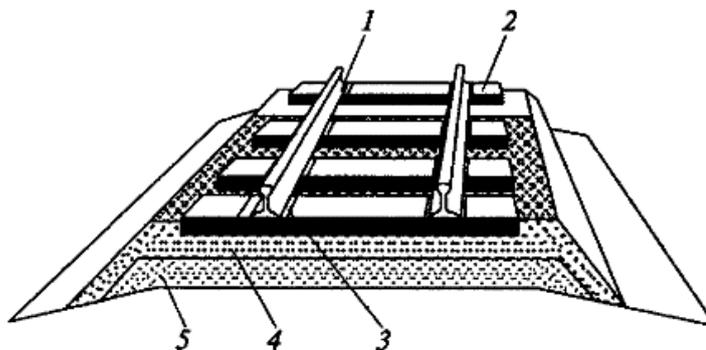
1 — грушевидная дамба; 2 — траверсы; 3 — шпоровидная дамба;  
4 — голова дамбы

Рисунок 24. Регуляционные сооружения

#### 2.1.4. Составные элементы и типы верхнего строения пути, и их назначение

Верхнее строение пути служит для направления движения подвижного состава, восприятия силовых воздействий от его колес и передачи их на нижнее строение.

Верхнее строение пути (Рисунок 25) представляет собой комплексную конструкцию, включающую балластный слой, шпалы, рельсы и рельсовые скрепления, противоугоны, стрелочные переводы, мостовые и переводные брусья.



Земляное полотно

1 — рельсы; 2 — шпалы; 3 — промежуточные рельсовые скрепления; 4 — щебеночный балласт; 5 — песчаная подушка

Рисунок 25. Элементы верхнего строения пути

Рельсы, соединенные со шпалами, образуют рельсошпальную (путевую) решетку. При этом шпалы во избежание продольных и поперечных смещений заглубляются в балластный слой, укладываемый на основную площадку земляного полотна.

Толщина балластного слоя, а также расстояние между шпалами должны быть такими, чтобы давление на земляное полотно не превышало величины, обеспечивающей его упругую осадку, исчезающую после снятия нагрузки.

Верхнее строение пути работает в сложных условиях, подвергаясь воздействию проходящих поездов, атмосферных осадков, ветра, колебаний температуры, при этом оно должно быть достаточно прочным, устойчивым, долговечным и экономичным.

Тип верхнего строения пути зависит от класса путей, который устанавливается в соответствии с классификацией железнодорожных линий, определяемой на основе двух основных критериев грузонапряженности и допускаемой скорости движения пассажирских и грузовых поездов.

Принадлежность пути соответствующему классу, группе и категории обозначается сочетанием цифр и буквы: первая цифра — класс пути, затем буква, цифра или буква С после буквы — категория пути. Например, обозначение 2 Б4 свидетельствует о принадлежности пути ко второму классу, группе Б и категории 4.

**Балластный слой.** Основным назначением балластного слоя является восприятие давления от шпал и равномерное распределение его на основную площадку земляного полотна, обеспечение устойчивости шпал под воздействием вертикальных и горизонтальных сил, обеспечение упругости подрельсового основания и возможности выправки рельсошпальной решетки в плане и профиле, отвод от нее поверхностных вод. Балластный слой не должен задерживать на своей поверхности воду, предохранять основную площадку от переувлажнения. Материал для балласта должен быть прочным, упругим, устойчивым под нагрузкой и атмосферными воздействиями, дешевым. В качестве балласта используют сыпучие, хорошо дренирующие, упругие материалы: щебень, гравий, песок. Лучшим материалом для балласта является щебень из естественного камня, валунов и гальки.

Балластный слой укладывается в виде призмы (Рисунок 26), которая имеет откосы крутизной, как правило, 1:1,5 и верхнюю часть, ширина которой устанавливается техническими условиями. Так, расстояние от конца шпалы до начала откоса балластной призмы  $e$  (см. Рисунок 26)

принимается в зависимости от класса путей от 25 до 45 см, толщина щебня под шпалой на главных путях  $a$  — от 25 до 40 см при деревянных и от 30 до 40 см — при железобетонных шпалах. Толщина песчаной подушки  $b$  во всех случаях принимается не менее 20 см.

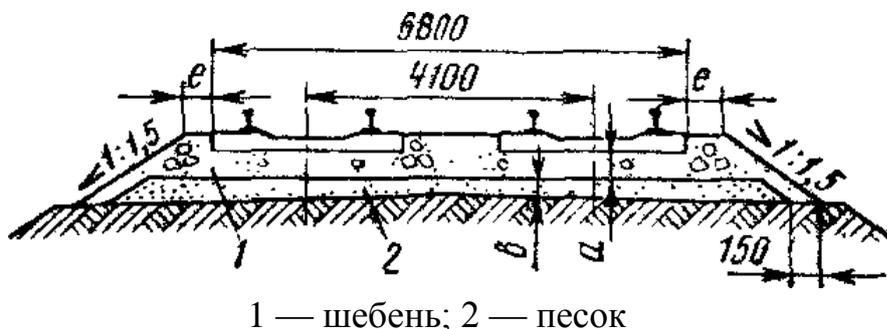


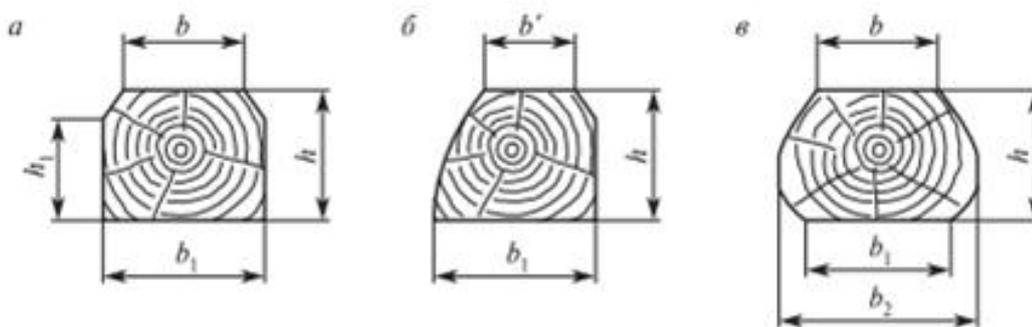
Рисунок 26. Поперечный профиль балластной призмы для главных путей двухпутной линии

В процессе эксплуатации балласт загрязняется, что ухудшает его дренирующие свойства. В связи с этим щебеночный балласт периодически очищают.

**Шпалы.** Шпалы являются основным видом подрельсовых оснований и служат для восприятия давления от рельсов и передачи его на балластный слой. Кроме того, шпалы предназначены также для крепления к ним рельсов и обеспечения постоянства ширины колеи. Помимо шпал, к подрельсовым основаниям относятся мостовые и переводные брусья, отдельные опоры в виде полушпат, а также сплошные опоры в виде плит и рам. Шпалы должны быть прочными, упругими, дешевыми и обладать достаточным сопротивлением электрическому току. Материалом для шпал служат дерево, железобетон, металл.

Достоинством деревянных шпал является легкость, упругость, простота изготовления, удобство крепления рельсов, высокое сопротивление токам рельсовых цепей. Недостатком деревянных шпал является сравнительно небольшой срок службы (15—17 лет) и значительный расход деловой древесины. Для увеличения срока службы деревянные шпалы пропитывают масляными антисептиками. Для изготовления шпал обычно используются сосна, ель, пихта, лиственница, реже кедр, береза.

По форме поперечного сечения деревянные шпалы подразделяют на три вида: обрезные, опиленные с четырех сторон, полуобрезные, у которых пропилены три стороны, и необрезные, имеющие опиленные поверхности только сверху и снизу (Рисунок 27).



а — обрезных; б — полуобрезных; в — необрезных

Рисунок 27. Поперечные профили деревянных шпал

В зависимости от назначения деревянные шпалы изготавливают трех типов.

Тип I предназначен для главных путей первого и второго классов магистральных железных дорог, а также для путей третьего класса при грузонапряженности более 50 млн т-км брутто/км или скоростях движения более 100 км/ч; тип II — для главных путей третьего и четвертого классов, станционных и подъездных путей с интенсивной работой; тип III — для любых путей пятого класса, в том числе станционных, малодеятельных подъездных и прочих путей. Размеры поперечного сечения шпал в зависимости от вида и типа приведены в таблице 3.

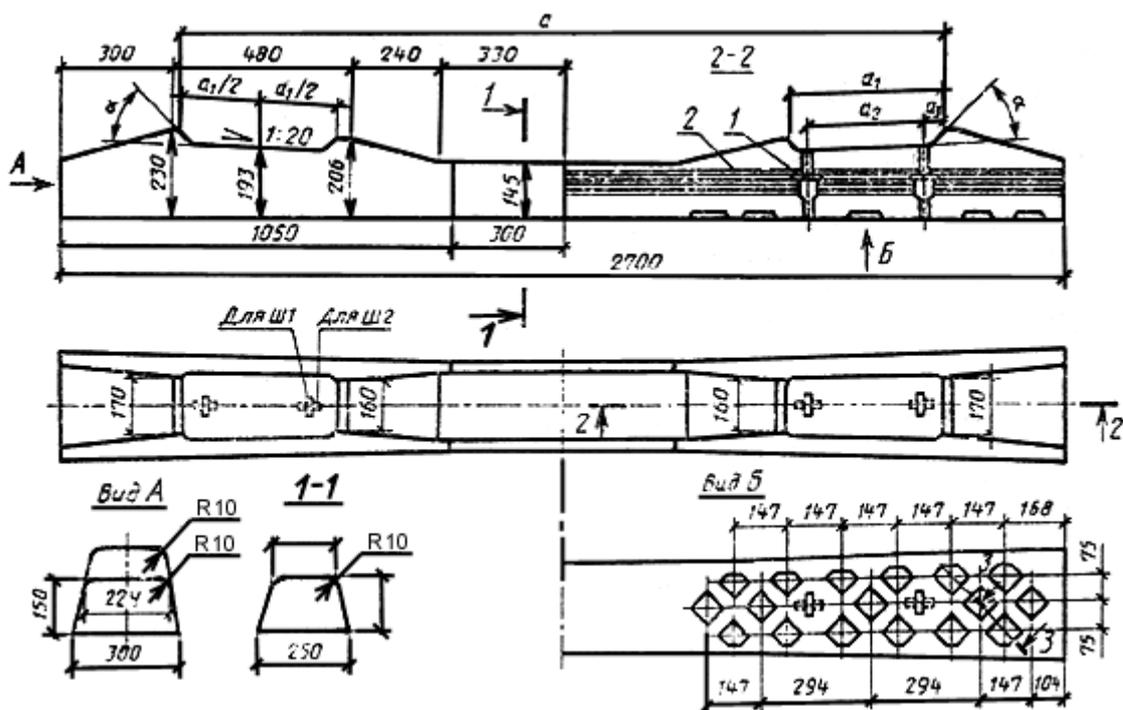
Таблица 3 – Размеры поперечного сечения шпал в зависимости от вида и типа

Тип шпал	Толщина $h$	Высота пропиленных боковых сторон $h$	Ширина			
			Верхней части		Нижней части $b_1$	Средней части $b_2$
			$b$	$b'$		
I	180	150	180	210	250	280
II	160	130	150	195	230	260
III	150	105	140	190	230	250

Стандартная длина деревянных шпал 2750 мм, а для особо грузонапряженных участков по заказу ОАО «РЖД» изготавливают шпалы длиной 2800 мм. До 1967 г. деревянные шпалы изготавливали длиной 2700мм.

Начиная с 1957 г. на железных дорогах России получили широкое применение железобетонные шпалы с предварительно напряженной арматурой (Рисунок 28). Достоинством их является долговечность (40—50лет), обеспечение высокой устойчивости пути, плавность движения

поездов, что объясняется одинаковыми размерами и равной упругостью шпал. Кроме того, применение железобетонных шпал позволяет сберечь древесину.



1 — бетон; 2 — стальная арматура  
Рисунок 28. Железобетонная шпала

К недостаткам железобетонных шпал относятся большая масса, токопроводимость, высокая жесткость, сложность крепления рельсов к шпале. Для повышения упругости пути на железобетонных шпалах под рельсы укладывают амортизирующие прокладки. Во избежание утечки электрического тока рельсовые крепления имеют специальную конструкцию с электроизоляционными деталями.

Железобетонные шпалы изготовляют из тяжелого бетона с арматурой из стальной углеродистой холоднотянутой проволоки периодического профиля диаметром 3 мм.

В зависимости от типа рельсового крепления железобетонные шпалы подразделяют на три типа: Ш1- для отдельного клеммно-болтового крепления (типа КБ) с болтовым прикреплением подкладки к шпале; Ш2- для нераздельного клеммно-болтового крепления (типа БПУ) с болтовым прикреплением подкладки и рельса к шпале; Ш3- для нераздельного клеммно-болтового крепления ЖБР-65 с болтовым креплением рельса к шпале.

Металлические шпалы в нашей стране не получили распространения из-за большого расхода металла, подверженности коррозии, электропроводности, большой жесткости и неприятного шума при движении поездов.

Порядок расположения шпал по длине рельсового звена называют эпюрой шпал. На железных дорогах России применяют три эпюры соответствующей укладке 1600, 1840, 2000 шпал на 1 км пути.

На опытных участках железных дорог проходят испытания блочные железобетонные подрельсовые основания в виде сплошных плит и рам (Рисунок 29).

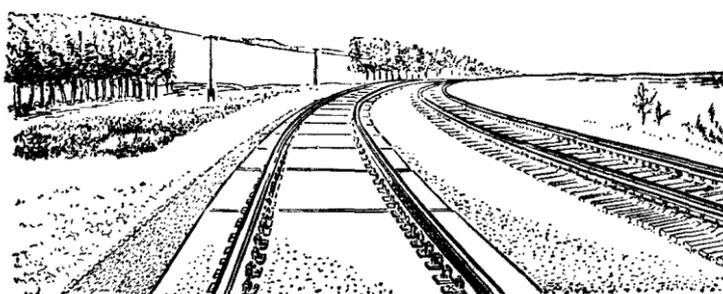


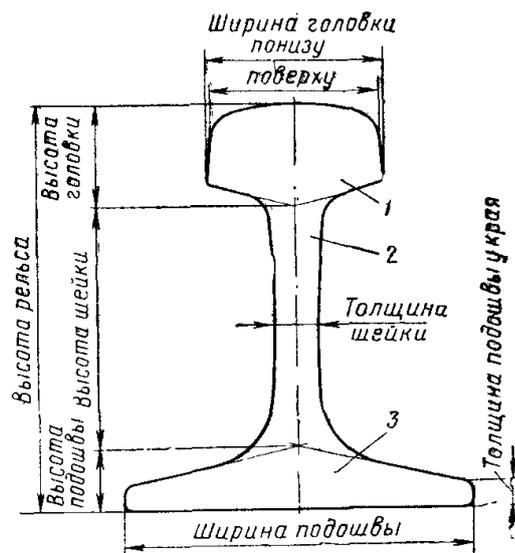
Рисунок 29. Путь на блочном железобетонном основании из плит

Предполагается, что такие конструкции повысят стабильность пути и уменьшат загрязнение балласта.

**Рельсы.** Рельсы предназначены для направления движения колес подвижного состава, восприятия нагрузки от него и передачи ее на шпалы. Кроме того, рельсы используются на участках с автоблокировкой как проводники сигнального тока, а при электротяге - обратного тягового тока.

Для надежной работы рельсы должны быть достаточно прочными, долговечными, износоустойчивыми, твердыми и в то же время нехрупкими, так как они воспринимают ударнодинамическую нагрузку. Материалом для рельсов служит высокопрочная углеродистая сталь. В зависимости от массы и поперечного профиля рельсы подразделяются на типы Р50, Р65 и Р75. Буква Р означает «рельс», а цифра - округленную массу одного погонного метра в килограммах. До 1962 г. в путь укладывали также рельсы типа Р43.

Поскольку наибольшее воздействие на рельс оказывает вертикальная нагрузка, стремящаяся изогнуть его, наиболее рациональной формой рельса считается двутавровая (Рисунок 30), обеспечивающая одновременно и меньший расход металла. Основные размеры рельсов разных типов даны в таблице 4.



1 — головка рельса; 2 — шейка; 3 — подошва

Рисунок 30. Профиль рельса

Таблица 4 – Основные размеры рельсов разных типов

Тип рельса	Масса, кг/м	Размеры, мм					
		высота			ширина головки понизу	толщина шейки	ширина подошвы
		рельса	головки	подошвы			
P75	74,41	192	55,3	32,3	75	20	150
P65	64,72	180	45	30	75	18	150
P50	51,67	152	42	27	72	16	132

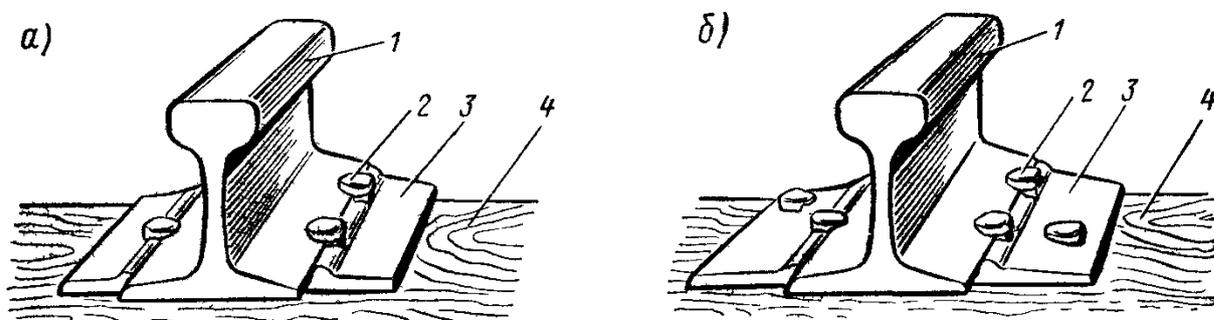
Выбор того или иного типа рельсов зависит от грузонапряженности линии, нагрузок и скоростей движения поездов. На линиях скоростного движения пассажирских поездов укладывают рельсы Р65. Рельсы выпускают стандартной длины 25 м. Кроме того, для укладки в кривых изготавливают укороченные рельсы длиной 24,92 и 24,84 м. В качестве уравнивающих рельсов при бесстыковом пути, а также при укладке стрелочных переводов используют рельсы прежней стандартной длины (1,25 м.) и укороченные (12,46; 12,42 и 12,38 м.)

Сроки службы рельсов измеряются количеством проследовавшего по ним тоннажа и в среднем до их перекладки составляют для термически упроченных рельсов Р65 около 500 млн т брутто.

**Рельсовые скрепления. Противоугоны.** Рельсовый путь представляет собой две непрерывные рельсовые нити, расположенные на определенном расстоянии друг от друга. Это обеспечивается за счет крепления рельсов к шпалам и отдельных рельсовых звеньев между собой.

Рельсы к шпалам крепят с помощью промежуточных скреплений, которые должны обеспечивать надежную и достаточно упругую связь рельсов со шпалами, сохранять постоянство ширины колеи и необходимую подуклонку рельсов, не допускать продольного смещения и опрокидывания рельсов. При железобетонных шпапах они должны, кроме того, обеспечивать электрическую изоляцию рельсов и шпал. Промежуточные скрепления бывают трех основных видов: нераздельные, смешанные и раздельные.

При нераздельном скреплении (Рисунок 31, а) рельс и подкладки, на которые он опирается, крепятся к шпалам одними и теми же костылями или шурупами, а при смешанном скреплении (Рисунок 31, б) подкладки, кроме того, крепятся к шпалам дополнительными костылями.



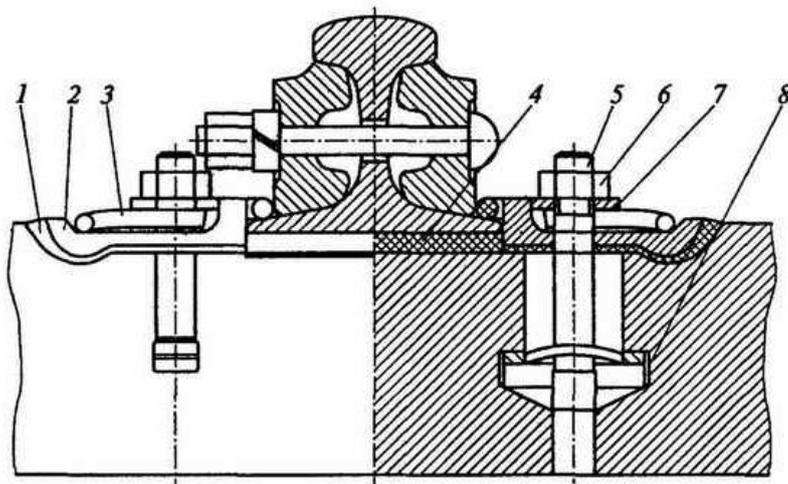
а — нераздельное; б — смешанное; 1 — рельс; 2 — костыль;  
3 — подкладка; 4 — шпала

Рисунок 31. Промежуточные костыльные скрепления для деревянных шпал

Смешанное костыльное скрепление с клинчатыми подкладками с уклоном 1:20 широко распространено на дорогах нашей страны. Его преимуществами являются простота конструкции, небольшая масса, сравнительная легкость зашивки, перешивки и разборки пути. Однако такое скрепление не гарантирует постоянства ширины колеи и способствует механическому износу шпал.

При раздельном скреплении рельс крепится к подкладкам жесткими или упругими клеммами и клеммными болтами, а подкладки к шпалам — болтами или шурупами. Достоинствами раздельных скреплений являются возможность смены рельсов без снятия подкладок, большое сопротивление продольным усилиям, обеспечение постоянства ширины колеи. Поэтому постепенно переходят к нему, хотя оно несколько дороже и сложнее по конструкции. Кроме того, раздельное скрепление не требует дополнительного закрепления пути от угона и дает снижение эксплуатационных расходов по сравнению с другими видами скреплений.

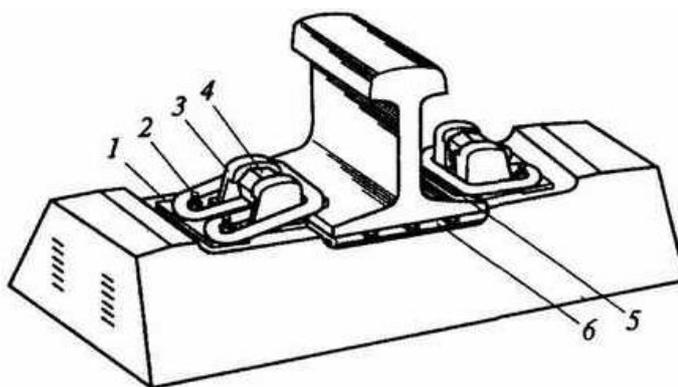
На железных дорогах России широко распространено раздельное крепление КБ-65. Его недостатками являются большое число деталей, значительная масса и высокая жесткость. Поэтому в последние годы активно внедряется новое бесподкладочное пружинное раздельное крепление пониженной жесткости — ЖБР-3-65 (Рисунок 32), у которого масса и число деталей уменьшены более чем в 1,5 раза.



1 — пластмассовый боковой упор; 2 — металлический боковой упор; 3 — пружинная клемма; 4 — резиновая прокладка; 5 — закладной болт; 6 — гайка; 7 — опорная скоба; 8 — пластмассовый пустообразователь в шпале

Рисунок 32. Бесподкладочное пружинное раздельное крепление пониженной жесткости

Кроме того, разработано и внедряется анкерное рельсовое крепление АРС-4 (Рисунок 33).



1 — клемма; 2 — подклеммник; 3 — анкер; 4 — монорегулятор (регулятор с фиксатором); 5 — изолирующий уголок; 6 — резиновая прокладка

Рисунок 33 Анкерное рельсовое крепление АРС-4

Благодаря отсутствию резьбовых соединений оно не требует обслуживания, что позволяет существенно сократить затраты на содержание пути.

Помимо АРС-4 опытную проверку проходит анкерное рельсовое крепление ПАНДРОЛ-330, которое поставляется предварительно собранным на шпале в положении «парковки». После укладки шпал и установки рельсов крепление простым нажатием на клемму приводится в рабочее положение.

Соединение рельсовых звеньев между собой осуществляется с помощью стыковых креплений, основными элементами которых являются накладки, болты с гайками и пружинные шайбы. Стыковые накладки предназначены для соединения рельсов и восприятия в стыке изгибающих и поперечных сил. Двухголовые накладки (Рисунок 34) изготавливают из высокопрочной стали и подвергают закалке, болты, как и накладки, должны обладать высокой прочностью.

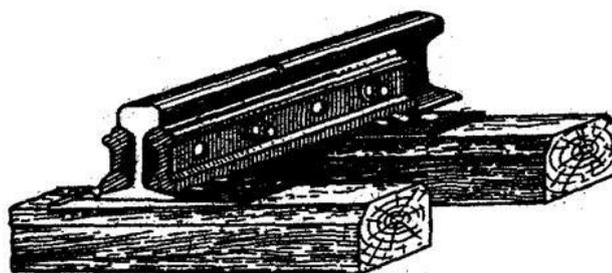


Рисунок 34. Двухголовая накладка в стыке на весу

Под их гайки для обеспечения постоянного натяжения подкладывают пружинные шайбы. В последнее время в основном применяют шестидырные накладки.

По расположению, относительно шпал различают стыки навесу и на сдвоенных шпалах. В качестве стандартных приняты стыки навесу, обеспечивающие большую упругость и удобство подбивки балласта под стыковые шпалы.

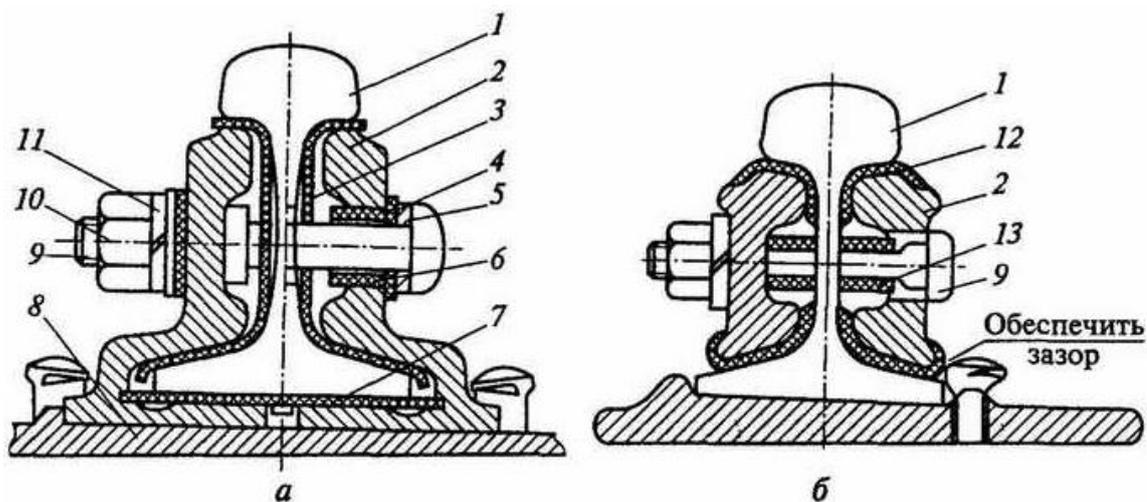
Так как с изменением температуры длина рельсов меняется, между торцами рельсов в стыках оставляют зазор, наибольшая величина которого во избежание сильных ударов колес подвижного состава не должна превышать 21 мм.

Для возможности некоторого перемещения концов рельсов в стыках болтовые отверстия имеют круглую форму, что повышает прочность рельсов и упрощает технологию их изготовления.

На линиях с автоблокировкой на границах блок-участков устраивают изолирующие стыки, чтобы электрический ток не мог пройти от одного из соединяемых рельсов к другому. Существует два типа изолирующих

стыков: с металлическими объемлющими накладками и клееболтовые (Рисунок 35).

В стыках первого типа изоляцию обеспечивают постановкой прокладок и втулок из фибры, текстолита или полиэтилена. В стыковом зазоре также ставится прокладка



а — с объемлющими металлическими накладками; б — клееболтового; 1 — рельс; 2 — накладка; 3 — прокладка боковая; 4 — планка из фибры или полиэтилена под болты; 5 — стопорная планка; 6 — втулка; 7 — изолирующая прокладка нижняя; 8 — подкладка; 9 — болт стыковой; 10 — гайка; 11 — шайба; 12 — изоляция из стеклоткани, пропитанной эпоксидным клеем; 13 — изоляция на болте

Рисунок 35. Поперечный разрез изолирующего стыка

Зазор из текстолита или трикопа, имеющая очертания рельса. В последнее время все шире применяются клееболтовые стыки, в которых металлические стыковые накладки, изолирующие прокладки из стеклоткани и болты с изолирующими втулками склеиваются эпоксидным клеем с концами рельсов в монолитную конструкцию.

На линиях с электрической тягой и автоблокировкой для беспрепятственного прохождения через стык тока ставят специальные, стыковые соединители, устройство которых будет рассмотрено в соответствующих разделах.

Под действием сил, которые создаются при движении поездов по рельсам, и в особенности при торможении на затяжных спусках, может происходить продольное перемещение рельсов по шпалам или вместе со шпалами по балласту; называемое угоном пути. На двухпутных участках угон происходит по направлению движения, а на однопутных линиях угон бывает двусторонний.

Наилучшим способом предотвращения угона пути является применение щебеночного балласта и отдельных промежуточных креплений, которые обеспечивают достаточное сопротивление продольному перемещению рельсов и не требуют дополнительных средств закрепления.

При нераздельном и смешанном креплениях для предотвращения угона пути применяют противоугоны. Стандартные противоугоны — это пружинные (Рисунок 36), представляющие собой пружинную скобу, защемляемую на подошве рельса и упирающуюся в шпалу.

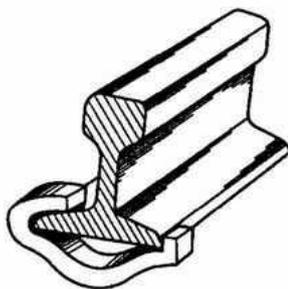


Рисунок 36. Противоугоны пружинные

Самозаклинивающийся противоугоны (Рисунок 37) состоят из скобы и клина с упором, который прижимается к шпале и при перемещении рельса заклинивается все сильнее.

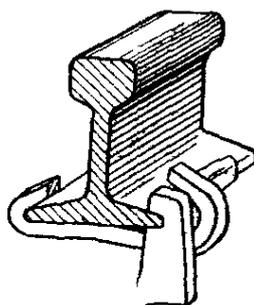


Рисунок 37. Самозаклинивающийся противоугоны

Пружинные противоугоны легче клиновых, состоят из одной детали, хорошо работают как на однопутных, так и на двухпутных линиях, уход за ними требует меньших затрат рабочей силы. Противоугоны устанавливают от 18 до 44 пар на 25-метровом звене.

**Бесстыковой путь.** С начала 1950-х годов на железных дорогах все шире внедряется бесстыковой путь, являющийся наиболее прогрессивной и совершенной конструкцией. За счет устранения стыков снижается динамическое воздействие на путь, существенно уменьшается износ колес

подвижного состава и сопротивление движению поездов, что сокращает расход топлива и электроэнергии на тягу поездов. Резкое сокращение числа стыковых скреплений за счет сварки отдельных звеньев в плети дает экономию металла до 1,8 т на каждый километр пути, позволяет снизить расходы на содержание и ремонт пути. Срок службы рельсов бесстыкового пути возрастает примерно на 20 % по сравнению со стыковым, деревянных шпал — на 8—13 %, балласта (до очистки) — на 25 %, а затраты труда на текущее содержание пути снижаются на 10—30 %.

Для бесстыкового пути рельсовые плети изготавливают из термически упрочненных рельсов Р65 или Р75 стандартной длины, не имеющих болтовых отверстий. Сваривают рельсы электроконтактным способом на стационарных или передвижных контактно-сварочных машинах.

На первых этапах внедрения бесстыкового пути длина сварных плетей на сети железных дорог России обычно принималась не более 800 м, что соответствовало длине составов специальных поездов из платформ, оборудованных роликами, которыми плети доставлялись на перегон. При необходимости длину плетей увеличивали до 950 м, для чего к плети длиной 800 м на месте укладки приваривали плеть длиной 150 м. С 1986 г. после многолетних опытов разрешена укладка плетей длиной, равной длине блок-участка и даже перегона, при соблюдении ряда дополнительных требований к их изготовлению и эксплуатации. Минимальная длина рельсовых плетей равна 250 м, однако при техническом обосновании и в коротких тоннелях применяют и более короткие плети, но не менее 150 м.

Между сварными плетями укладывают две-четыре пары уравнильных рельсов длиной 12,5 м или переменной длины (12,5; 12,46; 12,42; 12,38 м) для возможности сезонной регулировки длины плетей перед летними и зимними периодами. Весь комплект уложенных на путь уравнильных рельсов называется уравнильным пролетом. Для обеспечения необходимой прочности пути рельсовые стыки в уравнильных пролетах соединяют только шестидырными накладками и стыковыми болтами из стали повышенной прочности.

Одна из основных особенностей бесстыкового пути состоит в том, что хорошо закрепленные рельсовые плети при повышении или понижении температуры не могут изменять свою длину. Из-за этого в них возникают значительные продольные растягивающие или сжимающие силы, достигающие 100—200 кН, которые в жаркую погоду могут привести к выбросу пути в сторону, а в сильный мороз — к излому плети с

образованием опасного зазора. Поэтому бесстыковой путь обычно укладывают на железобетонных шпалах с отдельным креплением и на щебеночном балласте. Балластную призму тщательно уплотняют.

Существует два способа эксплуатации бесстыкового пути. Первый способ, являющийся наиболее эффективным и широко применяемым, предусматривает крепление рельсов на постоянный температурный режим эксплуатации. Второй способ, применяемый при больших перепадах температур по сезонам года, предусматривает сезонные разрядки температурных напряжений с креплением плетей два раза в год: на летний и зимний режимы. При этом ослабляют крепления рельсов со шпалами, начиная от концов плети, и снимают уравнильные рельсы. Снятие напряжения в плетях сопровождается удлинением или укорочением их, после чего укладываются новые уравнильные рельсы длиннее или короче прежних.

Применение бесстыкового пути особенно эффективно на участках скоростного и высокоскоростного движения поездов, где к верхнему строению пути предъявляются повышенные требования. Особое внимание при этом уделяется предотвращению и устранению волнообразного износа поверхности катания рельсов, который ликвидируется шлифовкой их специальными рельсошлифовальными поездами.

### **2.1.5. Устройство рельсовой колеи**

**Устройство рельсовой колеи в прямых участках пути.** Рельсовая колея - это две рельсовые нити, установленные на определенном расстоянии одна от другой и прикрепленные к шпалам, брускам или плитам. Устройство и содержание рельсовой колеи зависят от особенностей конструкции ходовых частей подвижного состава.

К ним относится наличие у колес реборд (гребней), которые удерживают колеса на рельсах и направляют движение локомотивов и вагонов. Колеса наглухо запрессовываются на оси и образуют вместе с ней колесную пару. Оси колесных пар, объединенные общей жесткой рамой, всегда, всегда остаются взаимно параллельными.

Поверхность катания колес имеет на цилиндрическую, а коническую форму с уклоном в средней ее части 1:20.

Ширина колеи - это расстояние между внутренними гранями головок рельсов, измеряемое на уровне 13 мм ниже от поверхности катания. Ширина колеи на прямых участках пути и в кривых радиусом 350 м и

более должна быть 1520 мм. На существующих линиях вплоть до их перевода на колею 1520 мм на прямых участках и в кривых радиусом более 650 м допускается ширина колеи 1524 мм. В кривых меньшего радиуса ширина колеи увеличивается согласно Правилам технической эксплуатации.

Допуски по ширине колеи установлены по уширению плюс 8 мм, по сужению колеи минус 4 мм, а на участках, где установлены скорости 50 км/ч и менее разрешены допуски +10 по уширению, - 4 по сужению. В пределах допусков ширина колеи должна изменяться плавно.

Подуклонка рельсов. В прямых участках пути рельсы устанавливаются не вертикально, а с наклоном внутрь колеи, т.е. с подуклонкой для передачи давления от конических колес по оси рельса. Коничность колес обусловлена тем, что подвижной состав с такими колесными парами оказывает гораздо большее сопротивление горизонтальным силам, направленными поперек пути, чем цилиндрические колеса, уменьшается «виляние» подвижного состава и чувствительность к неисправностям пути.

**Особенности устройства пути в кривых.** В кривых участках устройство пути имеет ряд особенностей, основными из которых являются: возвышение наружного рельса над внутренним, наличие переходных кривых, уширение колеи при малых радиусах, укладка укороченных рельсов на внутренней рельсовой нити, усиление пути, увеличение расстояния между осями путей в круговых кривых двух- и многопутных линий в соответствии с требованиями габарита.

Возвышение наружного рельса предусматривается при радиусе кривой 4000 м и менее для того, чтобы нагрузка на рельсовые нити была примерно одинаковой с учетом действия центробежной силы.

При возвышении наружного рельса на величину  $h$  появляется составляющая сила веса  $H$ , направленная внутрь кривой. На Рисунок 38 видно, что  $H/G = h/s_1$ , откуда  $H = Gh/s_1$ .

Уширение колеи обеспечивает вписывания подвижного состава в кривые. Поскольку колесные пары закреплены в раме тележки таким образом, что в пределах жесткой базы они всегда параллельны между собой, в кривой только одна колесная пара может расположиться по радиусу, а остальные будут находиться под углом.

Усиление пути в кривых производится при радиусе кривой, не превышающей 1200 м для обеспечения его равнопрочности с примыкающими прямыми участками. Для этого увеличивают число шпал, укладываемых на 1 км пути, уширяют батластную призму с наружной

стороны кривой, устанавливают несимметричные подкладки с большим атечом на наружной стороне, отбирают наиболее твердые рельсы.

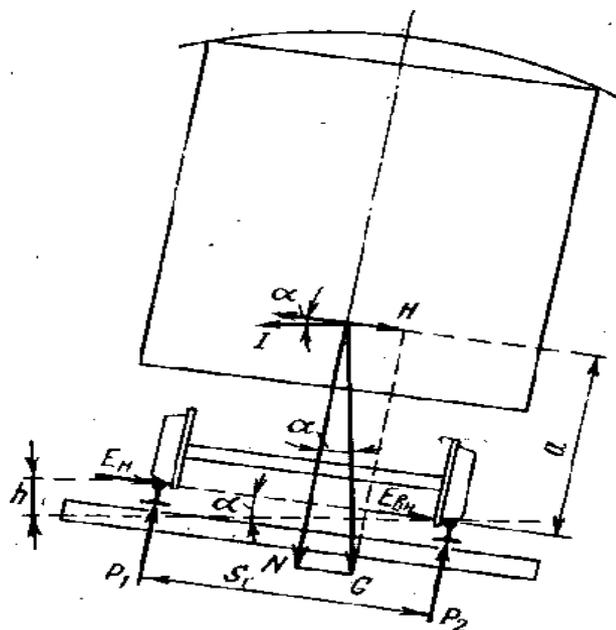


Рисунок 38. Схема сил, действующих на подвижной состав в кривой при возвышении наружного рельса

В круговых кривых на двух- и многопутных линиях увеличивается расстояние между осями путей в соответствии с требованиями габарита, что достигается в пределах переходной кривой внутреннего пути за счет изменения ее параметра  $C$ .

**Устройство пути на мостах и тоннелях.** Конструкция пути на мостах и в тоннелях имеет ряд особенностей. На металлических мостах рельсовый путь обычно делают без балласта на деревянных брусках, уложенных на расстоянии 10-15 см друг от друга. Бруска крепят болтами к продольным баткам. Для удержания подвижного состава в случае схода его с рельсов на существующих мостах снаружи колеи имеются деревянные охранные бруска, а внутри — контррельсы, а на строящихся мостах для этой цели используют металлические охранные утолчки специального профиля (Рисунок 39).

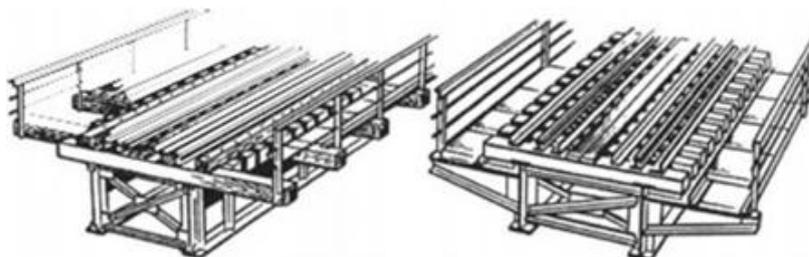


Рисунок 39. Конструкции пути на постоянных мостах

На мостах с большими метаггическими пролетными строениями укладывают путь на метатлических поперечинах.

На каменных, бетонных и железобетонных мостах, а также на путепроводах, расположенных в пределах станции, путь устраивают на щебеночном балласте и обычных шпалах, для чего на мосту устраивают корыто. Толщину щебеночного балласта на мостах и путепроводах принимают, как правило, не менее 25 см. Путь на балласте безопасен в пожарном отношении, дешевле, чем на мостовых брусках, удобнее в эксплуатации, легко выправляется в плане и профиле, однако он значительно тяжелее.

На подходах к мостам независимо от рода балласта, принятого на данной линии, путь с обеих сторон укладывают на щебеночном балласте, что повышает устойчивость пути и уменьшает засорение пылью конструкций моста при движении поездов.

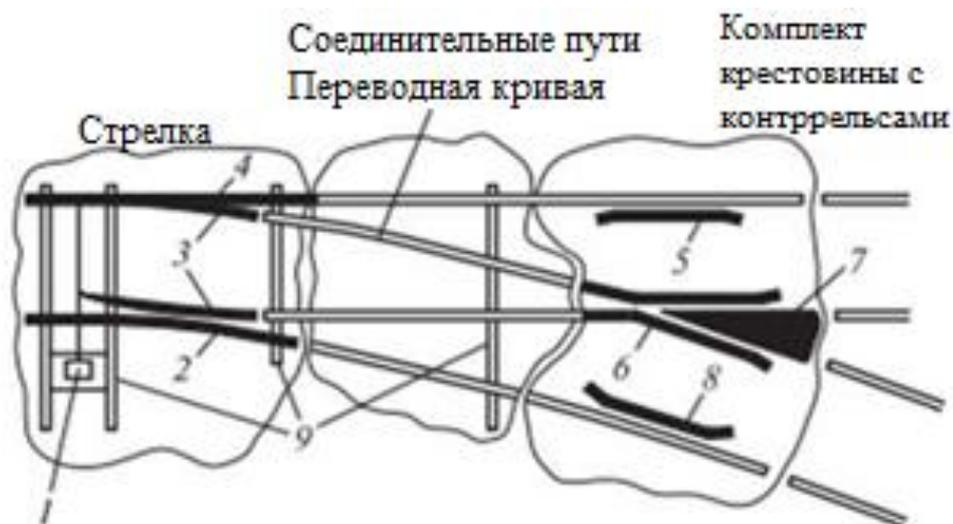
Путь в тоннелях укладывается на железобетонных шпалах с эпюрой на одну ступень выше, чем на подходах. На протяженности 200 м с каждой стороны перед тоннелем и в самом тоннеле путь должен быть на щебеночном балласте толщиной не менее 25 см. Путь в тоннеле может быть и на жестком бетонном основании со скреплениями раздельного типа с прокладками-амортизаторами. При длине тоннеля более 300 м обычно применяют бесстыковой путь.

### **2.1.6. Соединения и пересечения путей**

Для перехода подвижного состава с одного пути на другой служат устройства по соединению и пересечению путей, относящиеся к верхнему строению. Соединение путей между собой осуществляется стрелочными переводами, а пересечение путей - глухими пересечениями. С применением стрелочных переводов и глухих пересечений устраивают соединения путей, называемые стрелочными улицами и съездами.

В зависимости от назначения и условий соединения путей между собой стрелочные переводы подразделяют на одиночные, двойные и перекрестные. Одиночные переводы делятся на обыкновенные, симметричные и несимметричные.

Обыкновенный стрелочный перевод (Рисунок 40) служит для соединения двух путей. Он может быть право или левосторонним и применяется при отклонении бокового пути от прямого в ту или другую сторону.



1 — переводной механизм; 2, 4 — рамные рельсы; 3 — остряки; 5, 8 — контрольные рельсы; 6 — усовик; 7 — сердечник крестовины; 9 — переводные брусья  
Рисунок 40. Схема обычного стрелочного перевода

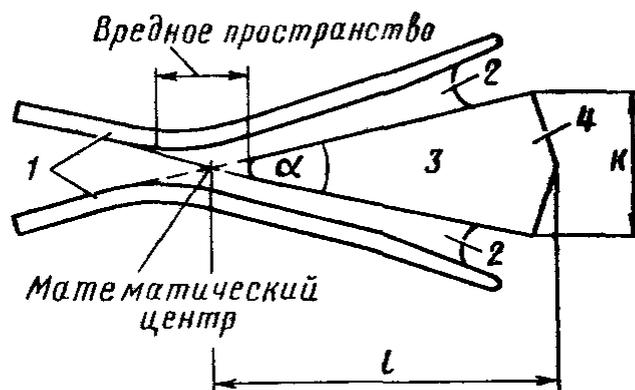
Этот вид переводов имеет наибольшее распространение. В состав стрелочного перевода входят собственно стрелка, крестовина с контрольными рельсами, соединительная часть между ними и переводные брусья.

Стрелка состоит из двух рамных рельсов, двух острьяков, предназначенных для направления подвижного состава на прямой или боковой путь, и переводного механизма.

Остряки соединяются между собой поперечными стрелочными тягами, с помощью которых один из острьяков плотно подводится к рамному рельсу, а другой отходит от другого рамного рельса на величину, необходимую для свободного прохода гребней колес. Величина отхода этого остряка от оси первой тяги называется шагом остряка.

Перевод острьяков из одного положения в другое осуществляется специальными стрелочными приводами через одну из тяг; в пологих стрелочных переводах, остряки которых имеют значительную длину, — через две тяги. В приводе имеется устройство, запирающее остряки в том или ином положении и контролирующее их плотное прилегание к рамным рельсам. Тонкая часть остряка называется острием, а другой его конец — корнем. Корневое крепление обеспечивает поворот острьяков в горизонтальной плоскости и соединение с примыкающими к ним рельсами.

Крестовина (Рисунок 41) состоит из сердечника и двух усовиков. Она обеспечивает пересечение гребнем колес рельсовых головок, а контрольные рельсы направляют гребни колес в соответствующие желоба при проходе колесной пары по крестовине.



1 — усовики; 2 — желоба; 3 — сердечник; 4 — хвост крестовины  
Рисунок 41. Схема крестовины

Точка пересечения продолжения рабочих граней сердечника крестовины называется ее математическим центром, а самое узкое место между усовиками - горлом крестовины. Угол, образуемый рабочими гранями сердечника, называется углом крестовины.

Соединительная часть перевода, лежащая между стрелкой и крестовиной, состоит из прямого участка и переводной кривой. Радиус этой кривой зависит от угла крестовины: чем меньше угол, тем больше радиус. Переводы с меньшими углами крестовин допускают большие скорости движения поездов на боковой путь. Стрелочные переводы крепятся с помощью специальных башмаков, подкладок, шурупов и костылей к переводным брускам или железобетонным плитам, которые укладываются на балластную призму.

Симметричные переводы применяются при разветвлении основного пути на два под одинаковым углом, при укладке путей на станциях.

Двойной перевод разветвляет основной путь на три направления. Такие переводы предназначены для укладки в стесненных условиях.

Перекрестный перевод дает возможность переходить подвижному составу с одного пути на другой в обоих направлениях. Перевод имеет восемь остяков и четыре крестовины — две острые и две тупые.

Стрелочные переводы различаются типом рельсов, а также конструкцией остяков и значениями углов, образуемых в крестовинах пересекающимися рельсовыми нитями. Остяки могут быть прямолинейные и криволинейные. Последние образуют меньший угол с рамным рельсом, что облетает вписывание подвижного состава в переводную кривую.

Важнейшим параметром стрелочного перевода является марка крестовины.

На железных дорогах широко применяется стрелочный перевод марки 1/11 усиленной конструкции с гибкими острьяками и с литой крестовиной, допускающий движение поездов по прямому пути со скоростью до 160 км/ч. Существующие переводы пологих марок 1/18 и 1/22 применяют на маршрутах следования поездов при отклонении их с главного пути на боковое направление. При этом допускаемая скорость движения на боковой путь составляет соответственно 80 и 120 км/ч.

Обыкновенный съезд состоит из двух одиночных стрелочных переводов и соединительного пути, укладываемого между корнями их крестовин.

Перекрестный, или двойной съезд представляет собой пересечение двух одиночных съездов. Он имеет четыре стрелочных перевода и глухое пересечение, помещаемое между корнями крестовин. Такие съезды укладывают в стесненных условиях, когда для последовательного расположения двух одиночных съездов нет участка достаточной длины.

### **2.1.7. Переезды и путепроводы через железнодорожные пути**

Для безопасного движения транспорта предусматриваются специальные пересечения автомобильных и железных дорог в одном и разных уровнях. В первом случае устраивают переезды, а во втором - путепроводы.

Переезды располагают на прямых участках пути и под прямым углом для обеспечения лучшей видимости.

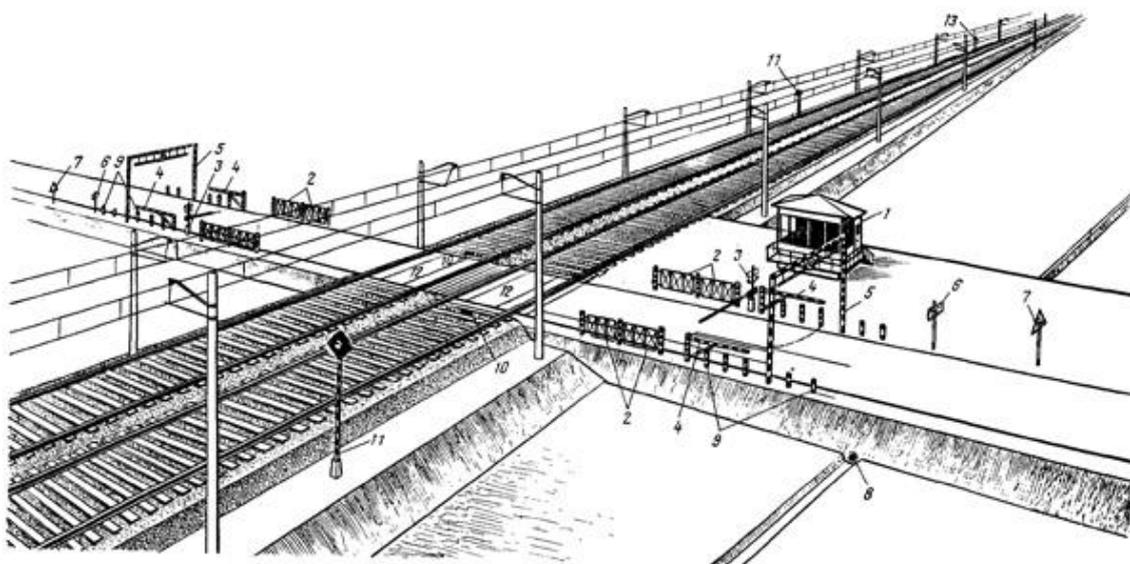
На переездах укладывают настил, подъезды к ним ограждают столбиками или перилами, а при интенсивном пешеходном движении устраивают и пешеходные дорожки.

В зависимости от интенсивности движения автомобилей и числа пересекаемых железнодорожных путей переезды делятся на четыре категории и могут быть регулируемы и нерегулируемы. К регулируемым относятся переезды, на которых движение автотранспорта регулируется устройствами переездной сигнализации или дежурным работником.

Регулируемые переезды подразделяются на охраняемые (Рисунок 42) и неохраняемые, а охраняемые в свою очередь могут быть со шлагбаумами и без шлагбаумов.

Переезды 1 и 2 категорий должны быть оборудованы автоматической сигнализацией (светофорной или оповестительной).

Переезды 3 и 4 категорий оборудуются сигнализацией в зависимости от интенсивности и скорости движения поездов, транспортных средств и условий видимости в соответствии с инструкцией ОАО «РЖД».



1 — переездный пост; 2 — перила (ограды); 3 — автоматический шлагбаум; 4 — запасные шлагбаумы (ручные); 5 — габаритные ворота; 6 — предупредительный знак «Берегись поезда»; 7—дорожный знак «Железнодорожный переезд со шлагбаумом»; 8 — водопрopusная труба; 9 — столбики; 10 — трубки для установки переносных красных сигналов; 11— заградительный светофор; 12 — железобетонные плиты настила; 13— сигнальный знак «Свисток»

Рисунок 42. Охраняемый переезд

На электрифицированных железных дорогах переезды с обеих сторон имеют габаритные ворота высотой проезда не более 4,5 м (для безопасного прохода нагруженных автомобилей под контактным проводом). Переезды, обслуживаемые дежурным работником, имеют прямую телефонную или радиосвязь с ближайшей станцией или постом, а на участках с диспетчерской централизацией с поездным диспетчером. Категории переездов и порядок оборудования их заградительной сигнализацией, шлагбаумами и освещением устанавливаются ОАО «РЖД».

### 2.1.8. Задачи путевого хозяйства. Классификация и организация путевых работ

Основным предназначением путевого хозяйства является содержание пути и путевых устройств в постоянной исправности, с целью

обеспечения безопасного и плавного движения поездов с наибольшими скоростями, установленными для данного участка.

Работы по техническому обслуживанию пути и стрелочных переводов подразделяются на следующие виды: реконструкция (модернизация) железнодорожного пути, капитальный ремонт пути на новых материалах, капитальный ремонт пути на старогодных материалах, средний ремонт пути, подъемочный ремонт пути, шлифовка рельсов, капитальный ремонт переездов, сплошная замена рельсов в кривых с боковым износом, сплошная смена переводных деревянных брусьев, плано-предупредительная выправка пути с применением механизированных комплексов, текущее содержание пути и др.

К реконструкции (модернизации) железнодорожного пути относятся работы, приводящие к изменению категории дороги, а также к повышению грузоподъемности искусственных сооружений, способности пути нести повышенные осевые и погонные нагрузки. При реконструкции пути, помимо работ по верхнему строению пути, выполняется комплекс работ по улучшению плана и профиля пути, по земляному полотну, малым и средним мостам и другим инженерным сооружениям, а также сопутствующие работы по системам сигнализации и электроснабжения.

При капитальном ремонте пути выполняются следующие виды работ: замена рельсошпальной решетки, ремонт водоотводов, повышение несущей способности земляного полотна в местах деформаций, выправка, подбивка и стабилизация пути с постановкой его на проектную отметку в профиле, выправка кривых в плане с восстановлением проектных радиусов, приведение переходных кривых и прямых вставок между кривыми в соответствие с максимальными скоростями движения, установленными на участке, очистка щебеночной балластной призмы на глубину не менее 40 см, аланировка балластной призмы, срезка обочины земляного полотна и другие работы, предусмотренные проектом.

Капитальный ремонт пути на новых материалах предназначен для полной замены выработавшей ресурс рельсовой решетки и восстановления текущей способности балластной призмы.

Капитальный ремонт пути на старогодных материалах предназначен для замены рельсовой решетки на более мощную или менее изношенную, смонтированную из старогодных рельсов, новых и старогодных шпал и скреплений.

Средний ремонт пути, производится для повышения несущей способности балластной призмы и земляного полотна, приведения отметки продольного профиля к проектной, восстановления требуемых размеров

балластной призмы, замена слабых пород балласта на щебень твердых пород, укладки специализированных покрытий на основную площадку земляного полотна. Кроме того производится одиночная замена дефектных рельсов, сплошная замена рельсовых подкладок, сварка рельсовых плетей до длины блок-участков, ремонт железнодорожных переездов, регулировка зазоров при звенном пути, шлифовка рельсов и стрелочных переводов, послеосадочная выправка пути и др.

Подъемочный ремонт пути предназначен для восстановления равнопрочности верхнего строения и равноупругости подшпального основания за счет замены изношенных и пришедших в негодность элементов верхнего строения, частичного восстановления дренирующих свойств балласта, сплошной выправки и подбивки пути и должен выполняться как промежуточный вид ремонта на участках, где проводилась реконструкция или капитальный ремонт пути.

Сплошная замена рельсов и металлических частей стрелочных переводов новыми или старогодными выполняется с целью усиления рельсов и стрелочных переводов и сопровождается сопутствующими работами в объеме среднего, усиленного среднего или подъемочного ремонта пути. После сплошной замены рельсов должна производиться их шлифовка.

Планово-предупредительная выправка пути производится машинным способом в промежутках между ремонтами и предназначена для сплошной выправки пути и расположенных на нем стрелочных переводов с подбивкой шпал в промежутках между ремонтами пути с целью создания необходимой равноупругости подшпального основания. В состав сопутствующих работ по планово-предупредительной выправке входят: очистка рельсов и скрепителей от грязи, удаление загрязненного балласта под подошвами рельсов, уборка засорителей с поверхности балластной призмы, замена дефектных элементов верхнего строения пути, регулировка зазоров в стыках, очистка водоотводов и др.

Назначение планово-предупредительной выправки производится по результатам проверки пути путеизмерительными вагонами и натурным осмотром на участках с незначительным количеством негодных шпал и скреплений, чистым балластом.

Шлифование рельсов производится рельсошлифовальными поездами и бывает двух видов: профильное, при которой головка рельса шлифуется по всему ее периметру, и шлифовка, предназначенная для устранения волнообразного износа и коротких неровностей других видов на

поверхности катания рельсов с целью уменьшения вибрационных воздействий подвижного состава на путь.

Капитальный ремонт переездов производится, как правило, в комплексе с реконструкцией, капитальным или средним ремонтом пути и предусматривает замену или переустройство настата, ремонт подходов к переезду, водоотводов, надолбов, шлагбаумов, ограждений, переездных постов, устройство автоматической заградительной или оповестительной сигнализации, благоустройство прилегающей территории и др.

Текущее содержание пути является одним из важнейших видов путевых работ, осуществляется непрерывно в течение всего года и имеет целью предупреждение появления расстройств пути, выявление и устранение неисправностей и причин, их вызывающих, обеспечение постоянной исправности всех элементов пути. В состав работ по текущему содержанию пути входят: осмотры и проверки пути, сооружений и устройств и надзор за ними; поддержание пути в исправности, включая содержание колеи по шаблону и уровню; предупреждение угона пути и др.

Для производства работ по ремонту и текущему содержанию пути в графике движения поездов должны предусматриваться «окна», т.е. перерывы в движении продолжительностью от 2 до 8 ч.

Ремонт и текущее содержание пути осуществляются с помощью высокопроизводительных путевых машин, обеспечивающих комплексную механизацию путевых работ. Для перевозки и механизированной разгрузки балласта с одновременной дозировкой и разравниванием его используют специальные вагоны — хоппер-дозаторы.

Для равномерного распределения балласта слоем нужной толщины ранее выгруженного и подъемки пути на заданную высоту применяют электробалластеры (Рисунок 43) и балластно-распределительные машины. Очищают щебеночный балласт без снятия путевой решетки щебнеочистительными машинами ЩОМ -1200, СЧ-600, и др., которые обеспечивают также подъемку путевой решетки, дозировку балласта, сдвижку пути и оправку балластной призмы.

Выправку пути в продольном и поперечном направлениях, уплотнение балласта под шпалами, рихтовку и отделку пути при его капитальном ремонте осуществляют выправочно-подбивочно-отделочными машинами ВПО-3000 производительностью до 3000 м/ч.



Рисунок 43. Электробалластер ЭЛБ-3МК

Выправку, подбивку и рихтовку пути ведут с помощью выправочно подбивочно-рихтовочных машин ВПР-02 и ВПР-03, а также современными машинами DUOMATIC 09-32 GSM. Для выправки стрелочных переводов применяют машины ВПРС-02, ВПРС-03, а также новые машины UNIMAT 08-275 3S (Рисунок 44).



Рисунок 44. Выправочно-подбивочно-рихтовочная машина для стрелочных переводов UNIMAT 08-275 3S

Выправку откосов земляного полотна и нарезку кюветов осуществляют с использованием словацких машин СЗП-600 и отечественных МНК-1 . Для срезания поросли применяют кусторезные машины СП-93. Ускорение стабилизации пути после очистки и уплотнения пути обеспечивают динамическими стабилизаторами пути ДСП-С6 (Рисунок 45).



Рисунок 45. Динамический стабилизатор пути ДСП-С6

Разборку старой и укладку новой путевой решетки отдельными звеньями осуществляют комплектами разборочно-укладочных средств, включающих два путеукладочных крана УК-25, два состава платформ, оборудованных роликами для перемещения пакетов с рельсовыми звеньями, моторные платформы, применяемые для перемещения пакетов вдоль состава и в качестве тяговых единиц.

Для электродуговой сварки рельсов используют передвижные рельсосварочные машины ПРСМ-4 и ПРСМ-5, а для шлифовки рельсов — рельсошлифовальные поезда РШП-48.

Кроме указанных путевых машин имеются машины для очистки рельсов от грязи, смены шпал и др.

При выполнении работ по текущему содержанию и ремонту пути широко применяют электрифицированный и гидравлический инструмент. К электрифицированному инструменту относятся электрошпаюподбойки, электрические гаечные ключи, шуруповерты, рельсо-сверлильные и рельсошлифовальные станки. К гидравлическому инструменту относятся гидравлические домкраты, рихтовочные приборы и приборы для разгонки зазоров.

При ремонте пути, сооружений и устройств должна обеспечиваться личная безопасность работающих, безопасность и график движения поездов. Все это возможно при тесном взаимодействии работников служб пути и движения, соблюдении ПТЭ, инструкций по сигнализации и обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ, которыми предусматриваются ограждение мест работ соответствующими сигналами (остановки, снижения скорости или подачи свистка), выдача предупреждений машинистам локомотивов о местах проведения работ и допустимой скорости их проследования, записи в

специальном журнале у дежурных по станции о закрытии и открытии движения поездов по соответствующим путям ал и стрелочным переводам.

**Защита пути от снега, песчаных заносов.** Бесперебойная работа железнодорожного транспорта в зимних условиях в значительной степени зависит от надежной защиты путей от снега, а также от своевременной очистки их от снега во время снегопадов и метелей.

Средства и способы защиты пути от снежных заносов определяются в зависимости от степени заносимости. Так, в особо сильнозаносимых местах при количестве снега, приносимого за зиму, более  $400 \text{ м}^3/\text{м}$  пути могут предусматриваться полосные лесонасаждения

Со станций снег убирают снегоуборочными машинами и поездами СМ-2Н1, СМ-4, СМ-5, ПСС-1 (Рисунок 46).



Рисунок 46. Самоходный снегоуборочный поезд ПСС-1

На разъездах, обгонных пунктах и промежуточных станциях пути можно очищать снегоочистителями и стругами перевалкой снега за крайний путь.

Стрелочные переводы очищают специальными стационарными пневматическими устройствами для обдувки стрелок с дистанционным управлением. Применяются также электро- и газообогревательные устройства. Для обеспечения при снегопадах бесперебойного движения поездов и маневровой работы на крупных станциях и в узлах при подготовке к зиме разрабатывают графики движения снегоуборочных машин и сетевые графики уборки снега.

На железнодорожных линиях, проходящих через районы песчаных и полупесчаных пустынь, необходимо предусматривать защиту пути от песчаных заносов. Борьба с песчаными заносами ведется закреплением песков растительностью или покрытием битумной эмульсией, суглинками, глинистой суспензией с полимерами, а также устройством искусственной защиты в виде различных преград. К ним относятся невысокие сплошные

заборы или решетчатые ограждения из досок, камыша и ветвей кустарника, устанавливаемые вдоль пути под различными углами в один или несколько рядов в зависимости от местных условий. Наиболее эффективной мерой борьбы с песчаными заносами является закрепление песков растительностью — древесной (саксаул, черкез, песчаная акация, лох и др.), кустарниковой (джузгун, селюга, гребенщик) или травяной (елякилад, селин, песчаный овес, чагер и др.).

## **2.2. Устройства электроснабжения**

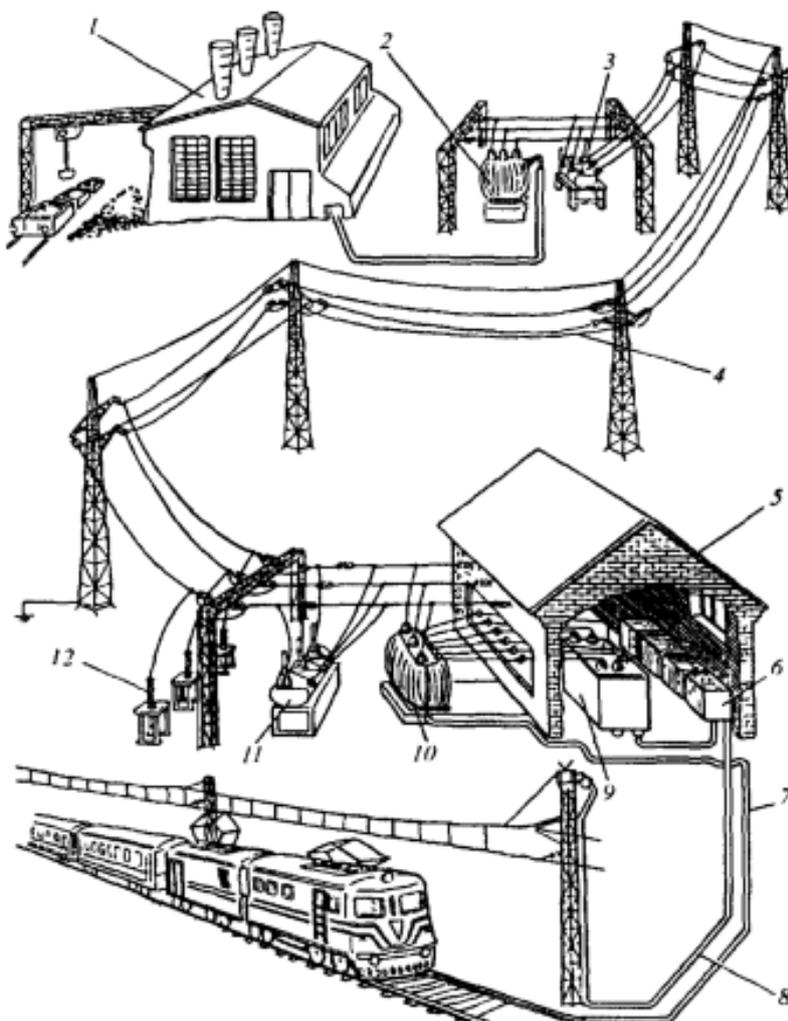
### **2.2.1. Схемы электроснабжения. Комплекс устройств**

Железнодорожный транспорт потребляет около 7% электрической энергии, производимой электростанциями России. В основном она расходуется на обеспечение тяги поездов на электрифицированных железных дорогах, а также питания нетяговых потребителей, к которым относятся станции, депо, мастерские, аппаратура автоблокировки и др. Кроме того, к системе электроснабжения железной дороги могут быть подключены расположенные вблизи нее предприятия и небольшие населенные пункты.

Согласно ПТЭ устройства электроснабжения должны обеспечивать надежное снабжение для движения поездов с установленными весовыми нормами, скоростями и интервалами между ними при требуемых размерах движения; устройств СЦБ, связи, и вычислительной техники; снабжение всех остальных потребителей железнодорожного транспорта (Рисунок 47). Энергосистема в состав которой входят тяговые подстанции и тяговая сеть. Тяговая сеть состоит из контактных и рельсовых проводов, питающих и отсасывающих линий.

В зависимости от источника энергии электростанции разделяются на тепловые, гидроэлектрические и атомные. Эти крупные электростанции вырабатывают электрическую энергию переменного ток напряжением 220В и частотой 50Гц. Энергия после необходимых преобразований передается по высоковольтным линиям электропередачи (ЛЭП) к тяговым подстанциям, где она снова подвергается преобразованию и, наконец, через контактную сеть поступает к электроподвижному составу (ЭПС). Железные дороги относятся к потребителям 1-й высшей категории, нарушение электроснабжения которых связано с опасностью для жизни людей и нарушением движения поездов. Такие потребители должны

получать электрическую энергию от двух независимых источников. В отдельных случаях допускается питание тяговых подстанций из одного источника по двум одноцепным ЛЭП или по одной двухцепной линии.



- 1 — электростанция; 2 — повышающий трансформатор; 3 — высоковольтный выключатель; 4 — линия электропередачи; 5 — тяговая подстанция; 6 — блок быстродействующих выключателей и разъединителей; 7 — отсасывающая линия; 8 — питающая линия; 9 — выпрямитель; 10 — тяговый трансформатор; 11 — высоковольтный выключатель; 12 — разрядник

Рисунок 47. Общий вид электрифицированной железной дороги постоянного тока и питающих её устройств

Участки тяговой сети подсоединяются к соседним тяговым подстанциям так, чтобы они тоже получали двухстороннее питание, в которых всегда стремятся обеспечить определенный уровень напряжения на токоприемниках электроподвижного состава и возможно меньшие потери электроэнергии в тяговой сети, так как с ростом потерь напряжения снижается скорость движения и, в целом, эффективность электрификации железной дороги.

## 2.2.2. Система тока и величина напряжения в контактной сети. Тяговая сеть

На отечественных электрифицированных дорогах применяются две системы электроснабжения: постоянного тока номинальным напряжением 3кВ и однофазного переменного тока напряжением 25кВ стандартной частоты 50Гц.

В зависимости от рода тока и величины напряжения, различают и способы (схемы) питания ЭПС. Общим является использование в цепи питания рельсов. При постоянном токе они служат одним из полюсов (+ и –), а при переменном — одной из фаз питающей системы.

Недостатком системы электроснабжения постоянного тока является его полярность. Рельсы практически невозможно полностью изолировать от земли. Поэтому часть тягового тока ответвляется в землю; он проходит по земле по различным направлениям и поэтому получил название блуждающего. Из-за разности потенциалов между рельсами и землей, а также между металлическими элементами искусственных сооружений и землей, возникает электролиз, что приводит к электрохимической коррозии. В результате уменьшается срок службы рельсов и сооружений (арматуры железобетонных сооружений, мостов, эстакад и т.п.) и во избежание их разрушения приходится применять соответствующие защитные меры (анодные заземлители, катодные станции и др.).

На дорогах, электрифицированных по системе постоянного тока, питание ЭПС производится через тяговые подстанции, преобразующие трехфазный ток в постоянный с понижением напряжения. Для этой цели на подстанциях применяют трансформаторы, преобразователи (выпрямители) и другое оборудование. От тяговых подстанций электроэнергию подают в контактную сеть по питающей линии (ее называют еще фидером).

Основным недостатком системы постоянного тока является относительно низкое напряжение ( $U=3\text{кВ}$ ). В результате по контактной сети к ЭПС подводится мощность ( $P = UI$ ) с большой силой тока ( $I$ ). Чтобы напряжение не оказалось меньше допустимого минимального, на дорогах постоянного тока расстояние между тяговыми подстанциями невелико и составляет в среднем 15— 20км (в отдельных случаях 7— 10км), чем реже расположены подстанции, тем больше потери энергии и ниже напряжение на токоприемниках ЭПС. Для передачи больших по силе токов приходится увеличивать площадь сечения проводов контактной

подвески или дополнительно подвешивать усиливающие провода. А это значительно удорожает устройства электроснабжения, увеличивает расход материалов и особенно меди.

Применение на железных дорогах системы однофазного переменного тока с номинальным напряжением 25кВ дает возможность повысить технико-экономические показатели электрической тяги. Это происходит потому, что по контактной сети передается та же мощность при меньшей величине силы тока по сравнению с системой постоянного тока, что позволяет уменьшить сечение проводов контактной сети примерно в 2 раза и увеличить расстояние между подстанциями до 40—60км, уменьшив их количество. Тяговые подстанции при этой системе являются по существу трансформаторными станциями, понижающими напряжение с 110—220кВ до 25кВ. Их устройство и эксплуатация значительно проще и дешевле подстанций постоянного тока, так как они не имеют агрегатов для преобразования энергии и связанного с ним вспомогательного оборудования.

Для повышения эффективности системы переменного тока при больших размерах движения поездов и роста их массы, во избежание потерь энергии и напряжения применяется система электроснабжения 2×25кВ.

При системе постоянного тока суммарная площадь сечения дорогостоящих проводов контактной сети равна 440—550мм<sup>2</sup>. Поскольку невозможно применять в контактной подвеске провода такой большой площади сечения, параллельно им подвешивают дополнительные провода, называемые усиливающими.

При системе переменного тока с напряжением 25кВ, площадь сечения проводов контактной сети составляет 120—160мм<sup>2</sup>.

Система 2×25кВ позволяет увеличить расстояние между тяговыми подстанциями до 70—90км при площади сечения проводов около 260мм<sup>2</sup>. Электрификация по этой системе является весьма перспективной.

Существенным недостатком переменного тока является электромагнитное влияние, которое он оказывает на металлические сооружения и коммуникации, расположенные вдоль железнодорожных путей. В результате на них наводится опасное напряжение, а на воздушных линиях связи и автоматики возникают серьезные помехи. Поэтому для обеспечения нормальной работы указанных устройств и объектов применяют меры защиты сооружений, а воздушные линии заменяют на кабельные или радиорелейные. Защитные меры это усиление изоляции между рельсовой сетью и землей, применение отсасывающих

трансформаторов, калибрование воздушных линий. Такие мероприятия дороги и на них приходится до 25% общей суммы затрат на электрификацию железнодорожных линий.

**Тяговая сеть.** Тяговая сеть состоит из двух частей — контактной и рельсовой, а также питающих и отсасывающих проводов. Рельсовая сеть — это ходовые рельсы, которые имеют стыковые электрические соединения. Контактная сеть магистральных и пригородных электрических дорог представляет собой совокупность проводов, конструкций и оборудования, обеспечивающих передачу электрической энергии от тяговых подстанций к токоприемникам ЭПС.

В соответствии с ПТЭ высота подвески контактного провода над уровнем верха головки рельса должна быть на перегонах и станциях не ниже 5750мм, а на переездах не ниже 6000мм. Максимальная высота подвески контактного провода составляет 6800мм.

Материалом для контактных проводов служит твердотянутая электролитическая медь.

На электрифицированных железнодорожных линиях ходовые рельсы используют для пропуска тяговых токов, поэтому верхнее строение пути на таких линиях имеет следующие особенности: к головкам рельсов с наружной стороны колеи приваривают стыковые соединители из медного троса, вследствие чего уменьшается электрическое сопротивление рельсовых стыков (Рисунок 48); применяют щебеночный балласт, обладающий хорошими диэлектрическими свойствами, зазор между подошвой рельса и балластом делают не менее 3см; железобетонные шпалы изолируют от рельсов резиновыми прокладками, а деревянные шпалы пропитываются креозотом, который защищает шпалы от гниения и одновременно является хорошим изолятором; линии, оборудованные автоблокировкой и электрической централизацией, имеют изолирующие стыки, с помощью которых образуются отдельные блок-участки.

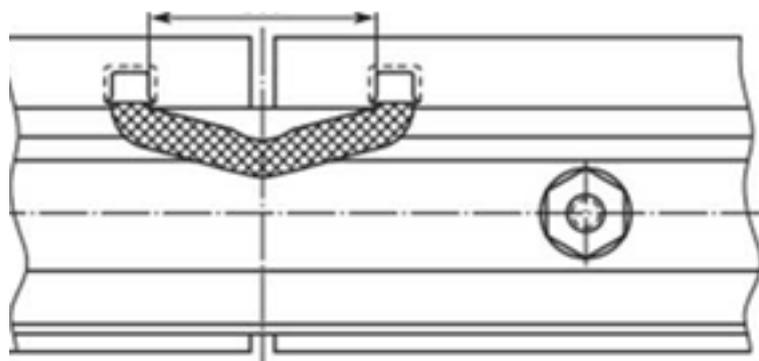


Рисунок 48.Стыковой содинитель

Чтобы пропустить тяговые токи в обход изолирующих стыков, устанавливаю дроссель-трансформаторы или частотные фильтры. Питающие и отсасывающие линии выполняют воздушными или кабельными.

Электробезопасность обслуживающего персонала и других лиц, а также защита от токов короткого замыкания обеспечивается заземлением всех устройств, которые могут оказаться под напряжением в случае поломки, обрыва провода или нарушения изоляции.

Металлические опоры и конструкции (мосты, путепроводы, светофоры и т.п.), расположенные на расстоянии менее 5 м от 100 контактной сети, должны быть заземлены или оборудованы устройствами защитного отключения.

Для предохранения подземных металлических сооружений от повреждения блуждающими токами улучшают их изоляцию от земли, а также применяют специальные меры защиты.

### **2.2.3. Содержание устройств электроснабжения**

Производственным предприятием, осуществляющим содержание и эксплуатацию устройств электроснабжения на железной дороге, является дистанция электроснабжения.

Различают основные и вспомогательные подразделения дистанции электроснабжения. Основные — это тяговые подстанции, районы контактной сети, сетевые районы (обслуживающие районные электрические сети и электростанции мощностью до 500 кВт). К вспомогательным относятся ремонтно-ревизионный участок, механические мастерские и складское хозяйство.

Дистанции являются структурным подразделением дирекции инфраструктуры. Оперативное руководство эксплуатацией устройств электроснабжения и питанием нетяговых потребителей осуществляет энергодиспетчерский аппарат. Сменный (дежурный) энергодиспетчер выполняет свои функции с помощью специального табло со схемой электроснабжения. Он имеет прямую связь с персоналом обслуживающих устройств электроснабжения и с поездным диспетчером, с которым согласует переключения и изменения в устройствах электроснабжения. Эксплуатационное обслуживание контактной сети осуществляется линейным подразделением дистанций — районами контактной сети (в одном районе примерно 150 км развернутой длины контактной сети). На

каждом таком пункте имеются восстановительная автомотриса или дрезина, автолечка, железнодорожная платформа, оборудование, запас конструкций, проводов и материалов для ремонта.

В зимнее время на проводах контактной сети может образоваться гололед, что значительно осложняет токоподъем и создает условия для электрической дуги. Удаление льда с проводов производится электрическим нагреванием проводов, механическим способом с помощью вибромеханизмов и химическим способом при нанесении специальных незамерзающих смазок на движущиеся части (в шарниры токоприемников и в секционных разделителях контактной сети и др.).

Аппаратуру автоматики устанавливают на трансформаторах и преобразователях тяговых подстанций, выключателях различных типов, на питающих линиях энергоснабжения при обоих родах тока.

Устройства телемеханики обеспечивают высокую скорость передачи команд; телесигнализацию по передаче результатов измерений напряжений, регистрацию аварийных отключений оборудования, информацию о положении поездов на обслуживаемом участке и др.

В последнее время на железных дорогах внедряются телеавтоматические системы регулирования напряжения в контактной сети.

## **2.3. Общие сведения о железнодорожном подвижном составе**

### **2.3.1. Классификация и обозначение тягового подвижного состава**

Движение поездов на железнодорожном транспорте осуществляется с помощью тягового подвижного состава. К нему относятся локомотивы и моторвагонный подвижной состав.

В настоящее время в качестве локомотивов в основном применяются тепловозы, оборудованные двигателями внутреннего сгорания (дизелями), и электровозы. Локомотивы с карбюраторными двигателями внутреннего сгорания небольшой мощности называют мотовозами, а локомотивы с газотурбинными установками — газотурбовозами.

По роду работы локомотивы подразделяются на грузовые, пассажирские и маневровые. Моторвагонный подвижной состав, применяемый в пригородном движении, в отличие от локомотивов, служит

не только для тяги прицепных вагонов, но и используется для перевозки пассажиров.

Применение на электровозах и тепловозах с электрической передачей тяговых электродвигателей дает возможность использовать как индивидуальный, так и групповой привод. При индивидуальном приводе каждая движущая колесная пара соединена со своим двигателем. При групповом приводе движущие колесные пары, размещенные в одной жесткой раме, приводятся в движение одним двигателем с использованием промежуточной зубчатой передачи.

Вес кузова современного локомотива передается на колесные пары через опоры (а иногда и вторичное рессорное подвешивание), рамы тележек, первичное рессорное подвешивание и буксы. Если число колесных пар не превышает шести, локомотив обычно выполняют с одним кузовом. Такой локомотив называется односекционным.

Многоосные локомотивы представляют собой несколько самостоятельных кузовов-секций, соединенных между собой специальными шарнирными соединениями или автосцепками.

Расположение колесных пар в экипажной части локомотивов, род привода от тяговых электродвигателей к колесным парам и способ передачи тягового усилия принято выражать осевой характеристикой, в которой цифрами показывается число колесных пар.

Если движущие колесные пары имеют индивидуальный привод, то к цифре, показывающей число осей, добавляется индекс «0». Так, электровоз с осевой характеристикой  $3_0 + 3_0$  представляет собой локомотив с двумя сочлененными трехосными тележками, с индивидуальным приводом движущих колесных пар. Различным по конструкции локомотивам и моторвагонным поездам принято присваивать разные обозначения в виде комбинаций букв и цифр. К основным обозначениям, характеризующим серии локомотивов или моторных вагонов, иногда добавляют буквенные индексы для указания дополнительных особенностей. Отечественные электровозы раньше имели буквенное обозначение ВЛ, с цифрами (числами), например, 10, 11, 23, 80 и индексами в виде малых букв. Восьмиосный электровоз переменного (однофазного) тока с реостатным торможением имеет обозначение ВЛ80<sup>T</sup>, с рекуперативным торможением - ВЛ80<sup>P</sup>, электровоз постоянного тока с нагрузкой от колесной пары на рельсы 23т - ВЛ23. новые серии электровозов имеют буквенное обозначение ЭП и ЭС с цифрами.

Серии тепловозов с электрической передачей имеют буквенное обозначение ТЭ, а с гидравлической ТГ. Кроме того, в буквенное обозначение серий тепловозов включают знак рода службы локомотива: П- пассажирский, М -маневровый; например тепловоз ТЭП70 представляет собой пассажирский локомотив с электрической передачей.

Каждая секция моторвагонного поезда состоит из моторных и прицепных вагонов. Управляют таким поездом из кабины, расположенной в головном вагоне.

Современные электровозы и тепловозы могут совершать пробег между экипировками до 1200 км, а между техническими обслуживаниями от 1200 до 2000км.

### 2.3.2. Электровозы и электропоезда и особенности устройства

К электрическому подвижному составу относятся электровозы и электропоезда. В зависимости от рода применяемого тока различают электроподвижной состав постоянного (Рисунок 49), переменного тока (Рисунок 50) и двойного питания (Рисунок 51).



Рисунок 49. Электровоз постоянного тока 2ЭС4К



Рисунок 50. Электровоз переменного тока Э5К



Рисунок 51. Пассажирский электровоз двойного питания ЭП10

Электрическое оборудование состоит из тяговых электродвигателей, вспомогательных электрических машин, аккумуляторной батареи, аппаратов управления, защиты, а на ЭПС переменного тока и двойного питания, кроме того — из тягового трансформатора и преобразователей тока. Основные данные об электроподвижном составе отечественных железных дорог приведены в таблицах 5,6.

Таблица 5 - Основные данные об электровозах отечественных железных дорог

Показатель	ВЛ10, ВЛ10 <sup>y</sup> ВЛ11	2ЭС 4К	ЧС6. ЧС200	ЭП2К. ЭП2А	ВЛ80 <sup>T</sup> . ВЛ80 <sup>P</sup> . ВЛ80 <sup>C</sup>	ВЛ85	2ЭС5К, 3ЭС4К	ЧС4 ЧС4 <sup>T</sup>	ЭП1 М	ВЛ82. ВЛ82 <sup>M</sup>	ЭП10
1	2		3		4				5		
Ток	Постоянный			Переменный						Постоянные и переменный	
Осевая характеристика	2-2- -2-2 <sub>0</sub> 2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	2(2 <sub>0</sub> - 2 <sub>0</sub> )	2(2 <sub>0</sub> - 2 <sub>0</sub> );2 <sub>0</sub> - 2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub> ; 2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> - 2 <sub>0</sub>	2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> - -2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>	2(2 <sub>0</sub> - 2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	2(2 <sub>0</sub> - 2 <sub>0</sub> ); 3(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	2 <sub>0</sub> - 2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>	2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> - -2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>	2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>
Род службы	Грузовой	Пассажирский		Грузовой			Пассажирский		Грузовой	Пассажирский	Пассажирский
Мощность часового режима <sup>1</sup> . кВт	5200; 5360	6480	6160 <sup>2</sup> ; 8400	4800; 7200	6320; 6320; 6520	9700	6560 9840	5100	4500	5600; 6040	7200
Конструкционная скорость, км/ч	100	120	180: 220	160	110	110	110	160: 180	140	110	160
Сцепная (полная) масса, т	184	192	160; 156	135; 132	184; 184; 192	288	192; 288	123, 126	138	184; 200	132
Длина по осям автосцепки, мм	32 840	—	33000; 33080	—	32 840	45000	—	19 980	—	32 840	—

<sup>1</sup> Мощность часового режима - это наибольшая развиваемая на валу тягового двигателя мощность, при которой машина может работать при нормально действующей вентиляции, закрытых коллекторных смотровых люках и номинальном напряжении на ее зажимах, начиная от холодного состояния в течение 1 ч.

<sup>2</sup> Мощность длительного режима.

Таблица 6 - Основные данные об электропоездах ответственных железных дорог

Показатель	ЭР1,ЭР2, ЭР12,ЭР2Р	ЭТ2М, ЭД4МК	ЭР29 <sup>2</sup>	ЭР9П, ЭР9М, ЭР9Е
Ток	Постоянный		Переменный	
Состав поезда <sup>1</sup>	5М+3П+2Пг	2Пг+3П+5М	2Пг+6М+4П	5М+3П+2Пг
Мощность часоого режима. кВт	4000	4000	1920	364
Конструкционная скорость, км/ч	130	130	120	130
Число мест для сидения	1050	968	—	1060
Длина поезда, м	201,5	201,7	264.9	201.8

<sup>1</sup> Вагоны М- моторный, П- прицепной, Пг- прицепной головной, Мг- моторный головной.

<sup>2</sup> При 12- вагонном исполнении длина вагона 21,6 м.

Основные грузовые электровозы серии ЭП и ЭС выпускают на Новочеркасском электровозостроительном заводе. Электровозы серий ЧС которые производились в Чехословакии, в настоящее время на железные дороги России не поступают. Электровозы серий ВЛ80<sup>Т</sup> и ВЛ80<sup>Е</sup> проходят капитально-восстановительный ремонт, выполняемый на Новочеркасском электровозостроительном заводе. После обновления (модернизации) этим локомотивам присваивается серия Н80. Не поступают на железные дороги России и электропоезда серии ЭР(электропоезд Рижского вагоностроительного завода). Новые поезда серий ЭД и ЭТ выпускают соответственно Демиховский и Торжокский вагоностроительные заводы.

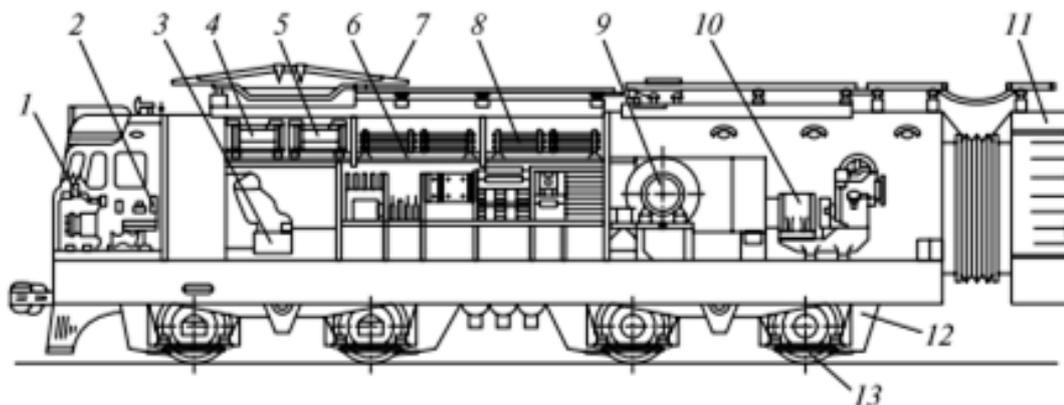
Электрический подвижной состав (ЭПС) состоит из механической части, пневматического и электрического оборудования. К механической части относятся кузов и экипаж (ходовые устройства).

**Механическая часть электровоза.** Кузов электровоза служит для размещения в нем кабины машиниста, электрических машин и аппаратов. Каркас кузова выполняется металлическим, его наружная обшивка обычно состоит из стальных листов, а кабина машиниста содержит также внутреннюю обшивку с тепловой и звуковой изоляцией.

У четырех- и шестиосных электровозов кабины машиниста имеются с обеих сторон кузова; у двухсекционных электровозов кабины расположены на одном конце каждой секции.

В кабине машиниста монтируют аппараты управления, контрольно-измерительные приборы, тормозные краны. В средней части кузова

устроена высоковольтная камера, в которой установлена электрическая аппаратура силовых цепей. Вспомогательные машины — моторы-компрессоры, мотор-вентиляторы, генераторы управления располагаются между высоковольтной камерой и кабинами машиниста или переходами из секции в секцию (Рисунок 52).



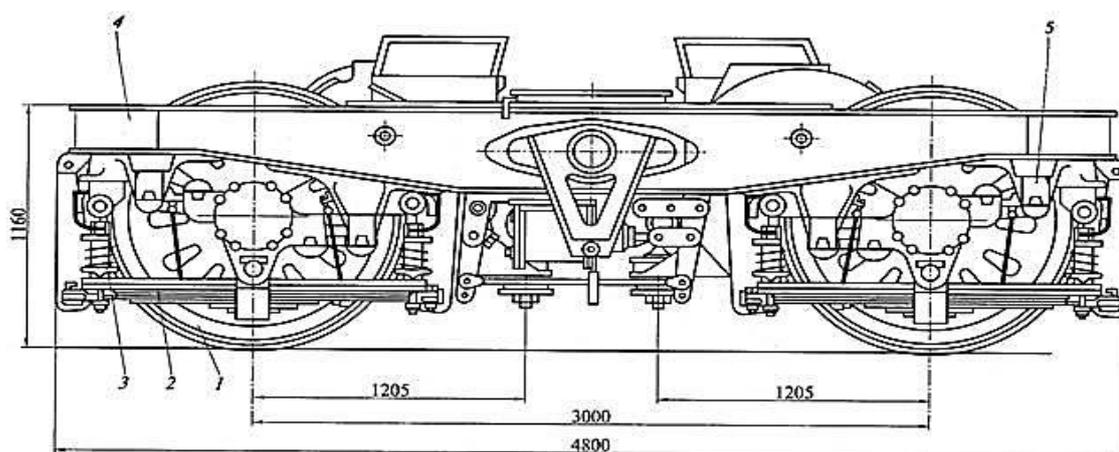
- 1 — пульт управления; 2 — кресло машиниста; 3 — быстродействующий выключатель; 4, 5 — балки индуктивных шунтов и резисторов; 6, 8 — блоки пусковых резисторов и ослабления возбуждения; 7 — токоприемник; 9 — мотор-вентилятор; 10 — мотор-компрессор; 11 — кузов второй секции электровоза; 12 — тяговый электродвигатель; 13 — колесная пара

Рисунок 52. Расположение оборудования на электровозе ВЛ10

Рама кузова опирается на тележки через специальные опорные устройства.

Тележка электровоза состоит из рамы, колесных пар с буксами, рессорного подвешивания и тормозного оборудования (Рисунок 53). К тележкам крепятся тяговые электродвигатели.

У электровозов с несочлененными тележками тяговые усилия передаются упряжными приборами (автосцепками), расположенными на раме кузова.



1 — колесная пара; 2 — листовая рессора; 3 — винтовая пружина;  
 4 — боковина рамы тележки; 5 — кронштейн  
 Рисунок 53. Тележка электровоза ВЛ80<sup>К</sup>:

Рама тележки представляет собой конструкцию, состоящую из двух продольных балок - боковин и поперечных балок, соединяющих боковины. Рама воспринимает вертикальную нагрузку от кузова и через рессорное подвешивание передает ее на колесные пары. Рама тележки передает также тяговые и тормозные усилия, поэтому должна обладать высокой прочностью.

На электровозах применяют цельносварные рамы тележек. Сравнительная легкость при высокой прочности рамы достигается применением замкнутых поперечных сечений конструктивных элементов. Тележки современных электровозов - бесчелюстные; у них буксы колесных пар соединены с рамой посредством тяг, в шарниры которых введены резиновые элементы.

Колесные пары воспринимают массу электровоза, на них передается вращающий момент тяговых электродвигателей. Кроме того, на колеса воздействуют удары от неровностей пути. Поэтому качеству изготовления колесных пар и уходу за ними уделяют особое внимание.

Рессорное подвешивание является промежуточным звеном между рамой тележки и буксами. Оно служит для смятия толчков и ударов при прохождении колесами неровностей пути и для равномерного распределения нагрузки между колесными пазами. Основные элементы рессорного подвешивания: листовые рессоры, пружины, алансиры, амортизаторы различной конструкции и связующие элементы. На тележках электровозов применяют двойное рессорное подвешивание. Это значит, что между буксой колесной пары и рамой тележки применяют листовые рессоры и пружины.

**Электрическое оборудование электровозов постоянного тока.** В качестве тяговых электродвигателей на электровозах постоянного тока в основном применяют двигатели с последовательным возбуждением. Они менее чувствительны к колебаниям напряжения в контактной сети и обеспечивают более равномерное распределение нагрузки при их параллельном включении, чем электродвигатели других систем возбуждения. Тяговые электродвигатели рассчитаны на номинальное напряжение 1500 В.

Скорость движения электровоза можно регулировать изменением напряжения, подаваемого на тяговые двигатели, или изменением соотношения тока якоря и тока возбуждения.

Токоприемник соединяет силовую цепь электровоза с контактным проводом. Наиболее распространенный тип токоприемника представлен на Рисунке 55.



Рисунок 55. Токоприемник П-3

Электровозы имеют по два токоприемника, при движении в нормальных условиях работает один из них.

К вспомогательным машинам электровоза относятся мотор-вентиляторы, мотор-компрессоры, мотор-генераторы, генераторы тока управления.

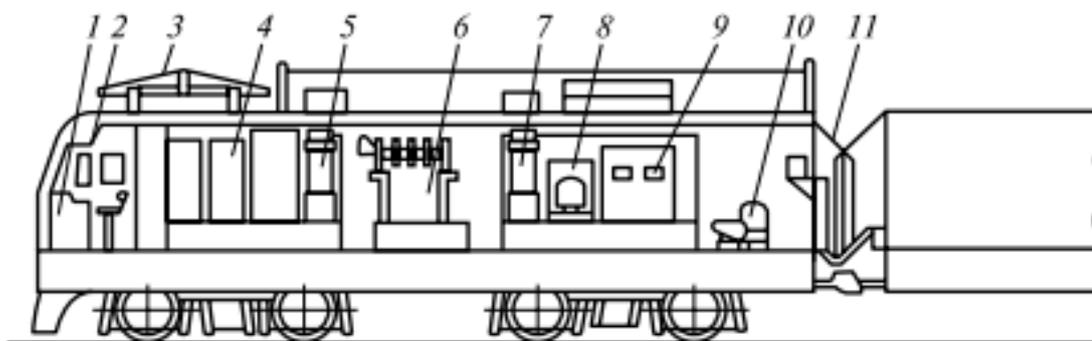
Мотор-вентгтияпюр служит для воздушного охлаждения пусковых резисторов и тяговых электродвигателей, что способствует более полному использованию их мощности.

На электровозах переменного тока, помимо вспомогательного оборудования, применяемого на электровозах постоянного тока, есть еще и мотор-насосы, обеспечивающие циркуляцию масла, охлаждающего трансформатор и мотор-вентилятор охлаждения трансформатора и выпрямителя.

Расположение оборудования в кузове электровоза переменного тока показано на Рисунке 56.

**Электропоезда.** Для пригородного и междугородного пассажирского сообщения на электрифицированных линиях используются электропоезда, состоящие из моторных и прицепных вагонов. В зависимости от размера пассажиропотоков поезда формируются из 4, 6, 8, 10 или 12 вагонов.

Посадка и высадка пассажиров из вагонов электропоездов обычно проводятся с высоких платформ.



1 — пульт управления; 2 — кабина машиниста; 3 — токоприемник; 4 — аппараты управления; 5, 7 — выпрямительные установки; 6 — трансформатор с переключателем ступеней; 8 — блок системы охлаждения; 9 — распределительный щит; 10 — мотор-компрессор; 11 — межсекионное соединение

Рисунок 56. Расположение основного оборудования на кузове электровоза переменного тока

Электропоезда ЭР2 и ЭР9 имеют подножки и могут эксплуатироваться также на участках с низкими платформами.

Современные электропоезда имеют широкие раздвижные входные двери, управляемые машинистом с помощью сжатого воздуха.

Механическая часть вагона состоит из кузова, тележек, сцепных приборов и тормозного оборудования. Сцепные приборы установлены на раме кузова. Для обеспечения большей плавности движения тележки имеют двойное рессорное подвешивание с амортизаторами для смятия толчков. На моторных вагонах электропоездов обычно установлено по четыре тяговых электродвигателя, имеющих рамную подвеску. В отличие

от электровозных, тяговые электродвигатели имеют вентилятор, расположенный на валу якоря.

В 1975 г. Рижским вагоностроительным заводом был выпущен 14-вагонный электропоезд ЭР200 постоянного тока, имеющий конструкционную скорость 200 км/ч предназначен для пассажирского сообщения. С декабря 2009 года введен в эксплуатацию высокоскоростной электропоезд «Сапсан» производства фирмы Siemens, развивающий скорость до 250 км/ч (Рисунок 57).

В последние годы в России, несмотря на финансово-экономические трудности, ведутся работы по созданию нового отечественного электроподвижного состава, отвечающего современным требованиям.

С 1994 г. на ряде железных дорог, электрифицированных на постоянном токе, эксплуатируются пригородные поезда ЭД2Т производства Демиховского и ЭТ2 Торжокского вагоно-строительных заводов (Рисунок 58), а с 1996 г. — электропоезда переменного тока ЭД9Т.



Рисунок 57. Высокоскоростной электропоезд «Сапсан»



Рисунок 58. Электропоезд ЭТ2М

В 1997 г. на Демиховском заводе начат выпуск электропоездов ЭД4 и ЭД4М с оборудованием отечественного производства. На Торжокском вагоностроительном заводе налажен выпуск электропоездов межобластного сообщения, следующих со скоростью 160 км/ч. Вагоны

отличаются от обычных своим дизайном, комфортными условиями поездки, мягкими сидениями самолетного типа, плавностью движения, кондиционированием воздуха, наличием отдельных купейных вагонов, приспособленных для инвалидов и матерей с детьми.

В 2004 г. Московским локомотивным заводом освоен выпуск комфортабельных электропоездов ЭМ4 «Спутник» (Рисунок 59), не имеющий аналогов в отечественном вагоностроении.



Рисунок 59. Электропоезд ЭМ4 «Спутник»

Продолжаются научно-исследовательские работы по созданию электропоездом ною поколения, на которых предусматривается применение асинхронных тяговых электродвигателей (ТЭД) и импульсное регулирование напряжения.

### **2.3.3. Принципиальная схема тепловоза. Основные устройства дизеля**

По роду службы тепловозы подразделяются на грузовые, пассажирские и маневровые (Рисунок 60). Основные параметры тепловозов даны в таблице 7.

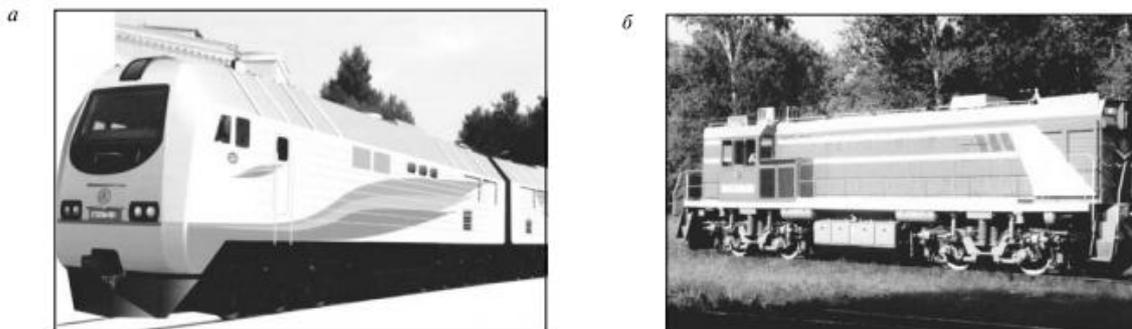


Рисунок 60. Тепловозы 2ТЭ25К (а) и ТЭМ21 (б)

Таблица 7 - Основные параметры тепловозов

Серия	Род службы <sup>1</sup>	Осевая характеристика	Сменная Масса, т	Конструкционная скорость, км/ч	Мощность по дизелю, кВт	Длина по осям авто-сцепок, мм
2ТЭ25К	Г	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	138	120	2500	—
2ТЭ10Л	Г	2(3 <sub>0</sub> —3 <sub>0</sub> )	2х129	100	2х2210	2х16 969
2ТЭ10В	Г	2(3 <sub>0</sub> —3 <sub>0</sub> )	2х129	100	2х2210	2х16 969
ТЭП60	П	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	129	160	2210	19 250
2М62	Г	2(3 <sub>0</sub> —3 <sub>0</sub> )	2х120	100	2 <sup>х</sup> 1470	2х16 969
ТЭМ2	М	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	120	100	880	16 970
2ТЭ116	Г	2(3 <sub>0</sub> —3 <sub>0</sub> )	2х138	100	2х2210	2х18150
2ТЭ116Л	Г	2(3 <sub>0</sub> —3 <sub>0</sub> )	2х138	100	2х2210	2х18150
ТЭП70	П	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	129	160	2940	20470
ТЭМ7	М	2 <sub>0</sub> +2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> +2 <sub>0</sub>	180	100	1470	21 500
ТЭ136	Г	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	135	100	4500	—
ТЭМ18ДМ	М	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	126	100	882.3	—
ТЭМ21	М	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	94	100	110.3	—
ТГМ4	М	2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>	—	100	—	—
ТГМ6	М	2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>	—	100	—	—

<sup>1</sup> Г- грузовой , П - пассажирский, М – маневровый

Тепловоз состоит из следующих основных частей: первичного двигателя, системы передачи, кузова, экипажной части и вспомогательного оборудования.

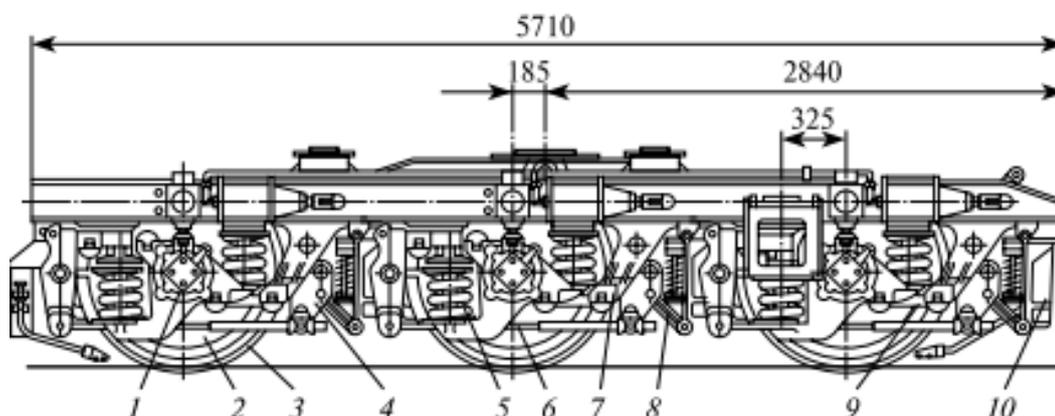
Первичным двигателем на тепловозе является дизель. Чтобы привести во вращение колесные пары тепловоза от вала дизеля, требуется специальная передача. Передача позволяет обеспечить трогание тепловоза с места и реализацию полезной мощности дизеля во всем диапазоне скорости движения локомотива. Передача современного локомотива может быть электрической, механической или гидравлической.

К вспомогательному оборудованию относятся топливная система, системы смазки и охлаждения и др.

Экипажная часть состоит из следующих узлов: рамы тележки, колесных пар с буксами и рессорного подвешивания. У большинства тепловозов рама опирается на две трехосные тележки через восемь боковых опор. В средней части главной рамы расположена дизель-генераторная установка, которая имеет поддизельную раму, служащую картером дизеля.

На главной раме, представляющей собой жесткую и прочную сварную конструкцию, размещаются кабина, кузов, силовое и

вспомогательное оборудование тепловоза. Тележки имеют раму, опоры, буксы, колесные пары, рессорное подвешивание и тормозное оборудование (Рисунок 61).



1 — буксовый узел; 2 — колесный центр; 3 — бандаж; 4 — подвеска; 5 — комплект пружин; 6 — тяга; 7 — кронштейн; 8 — рычажная передача тормоза; 9 — буксовый поводок; 10 — кронштейн подвески тяговых электродвигателей

Рисунок 61. Тележка тепловоза 2ТЭ10В

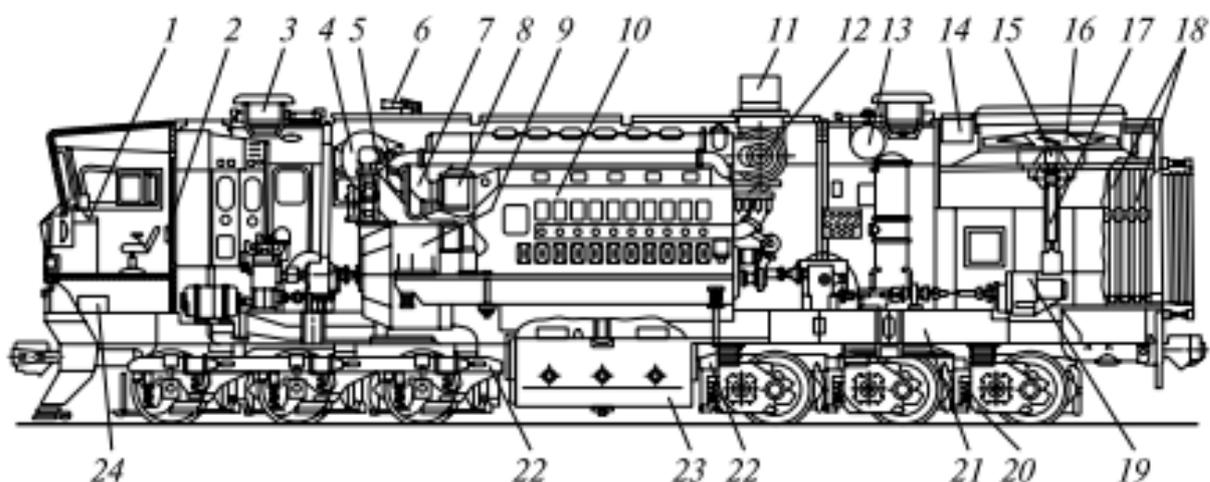
С размещением оборудования на тепловозе познакомимся на примере грузового тепловоза 2ТЭ10В, который создан на базе серийного магистрального тепловоза 2ТЭ10Л с высокой степенью унификации узлов (Рисунок 62).

Тепловоз 2ТЭ10В — двухсекционный, т.е. состоит из двух соединенных между собой автосцепкой одинаковых секции, управляемых с одного

Рама 21 каждой секции опирается на две трехосные тележки 22 с роликовыми буксами. В средней части кузова размещается дизель 10 с тяговым генератором 9. Ваты дизеля и генератора соединены полужесткой пластинчатой муфтой.

На переднем конце секции расположена кабина машиниста, в которой установлены пульт управления 1 с контроллером и контрольно-измерительными приборами, автоматическая локомотивная сигнализация с автостопом и локомотивным светофором, радиостанция и другое вспомогательное оборудование. Кабина машиниста оборудована шумоизоляцией. За кабиной размещаются две высоковольтные камеры, в которых установлены реверсор для изменения направления движения тепловоза, различные реле, регуляторы и другая электро-аппаратура. Холодильник 18, служащий для охлаждения циркулирующих в системе дизеля смазки и воды, расположен в задней части секции тепловоза.

Имеющаяся на тепловозе аккумуляторная батарея предназначена для пуска дизеля, питания цепей управления и освещения. Под главной рамой подвешен топливный бак 23.



- 1 — пульт управления; 2 — ручной тормоз; 3 — вентилятор кузова; 4 — вентилятор охлаждения тягового генератора; 5 — редуктор вентилятора; 6 — тифон;  
 7 — центробежный нагнетатель; 8 — холодильник поддувочного воздуха; 9 — тяговый генератор; 10 — дизель; 11 — выпускная труба; 12 — турбокомпрессор; 13 — резервуар противопожарного агрегата; 14 — водяной бак; 15 — подпятник вентилятора;  
 16 — колеса вентилятора; 17 — карданный вал; 18 — секции холодильника;  
 19 — гидропривод вентилятора; 20 — тяговый электродвигатель; 21 — рама; 22 — тележки; 23 — топливный бак; 24 — ящик дешифратора

Рисунок 62. Размещение оборудования на тепловозе 2ТЭ10В

**Электрическая передача и вспомогательное электрическое оборудование тепловоза.** Электрическая передача является преобладающей на тепловозах. В начале на отечественных тепловозах широкое распространение получила передача постоянного тока, принцип действия которой заключается в следующем. Коленчатый вал дизеля вращает якорь тягового генератора, преобразуя механическую энергию в электрическую; генератор вырабатывает постоянный ток напряжением 450—700 В и силой 2000—4500 А (в зависимости от частоты вращения и нагрузки), который поступает в тяговые электродвигатели. Вращение их якорей посредством тяговых редукторов передается движущим колесным парам. При этом электрическая энергия, получаемая от тягового генератора, вновь преобразуется в механическую.

Электрическими передачами постоянного тока оборудованы отечественные магистральные грузовые тепловозы М62, 2ТЭ10Л, 2ТЭ10В, пассажирские тепловозы ТЭП60, а также маневровые тепловозы ТЭМ1, ТЭМ2.

Тяговые электродвигатели на отечественных тепловозах применяются двух основных типов: рассчитанные на напряжение 460-700 В и силу тока 470—720 А или более мощные на напряжение 530-750 В и силу тока 600—750 А.

На всех отечественных тепловозах применяется электрический пуск дизеля от аккумуляторной батареи.

К вспомогательному электрическому оборудованию тепловоза относятся двухмашинный агрегат, аккумуляторная батарея, а также контакторы, реле, регуляторы, контроллер, реверсор и другое оборудование.

Аккумуляторная батарея помимо питания тягового генератора постоянного тока в период пуска дизеля необходима для снабжения электрической энергией цепей управления и освещения при неработающем дизеле.

Управление тепловозом осуществляют контроллером, расположенном на пульте машиниста. Контроллер имеет главную рукоятку для включения электрических цепей управления и регулирования частоты вращения вала дизеля, а также реверсивную рукоятку для изменения направления движения тепловоза.

**Дизельные поезда, рельсовые автобусы, автомотрисы, мотовозы и газотурбовозы.** Дизельным поездом называется постоянно сформированный состав с одним или двумя моторными вагонами и дизельной силовой установкой.

Дизельпоезда выпускаются на Торжокском вагоностроительном заводе, дизель-поезда нового поколения ДТ1 смешанного питания (Рисунок 63), способного работать от контактной сети, как электропоезд, а также от дизель-генераторной установки как тепловоз.



Рисунок 63. Дизель поезд смешанного питания ДТ1

Дизель-поезд состоит из головного вагона с дизель-генераторной установкой, моторного (для питания от контактной сети) и прицепных вагонов. Изменяемая составность поезда (от трех до восьми вагонов) позволяет гибко приспособлять его к пассажиропотокам конкретных маршрутов. Наличие двойного питания позволяет использовать его на участках со смешанной тягой, отказавшись от полной их электрификации.

Рельсовые автобусы предназначены для перевозки пассажиров на малонапряженных линиях с небольшим пассажиропотоком.

Автомотриса представляет собой самодвижущийся вагон с двигателем внутреннего сгорания дизельного или карбюраторного типа, предназначенный для пассажирских или почтовых перевозок

Мотовозом называется локомотив небольшой мощности, предназначенный для маневровой работы на железнодорожных станциях и подъездных путях промышленных предприятий.

Газотурбовозом называется локомотив, у которого первичным двигателем является газовая турбина. Преимуществом газотурбинной установки (ГТУ) является возможность осуществления большой агрегатной мощности при сравнительно ограниченных габаритах.

### 2.3.4. Классификация и основные типы вагонов, их маркировка

Вагонный парк состоит из пассажирских и грузовых вагонов.

В зависимости от технических характеристик вагоны различают следующим образом: по числу осей (четырёхосные, шестиосные, восьмиосные и многоосные); по материалу и технологии изготовления кузова (цельнометаллические, с деревянной или металлической обшивкой, с кузовом из легких сплавов, в основном сварные); по грузоподъемности, массе тары вагона, нагрузке на I пог. м пути, габариту подвижного состава и другим параметрам.

Парк пассажирских вагонов состоит из вагонов для перевозки пассажиров, вагонов-ресторанов, почтовых, багажных, почтово-багажных вагонов и вагонов специального назначения (вагоны-клубы, вагоны-лаборатории, служебные, санитарные и др.).

В зависимости от дальности следования вагоны для перевозки пассажиров отличаются своим устройством. По назначению эти вагоны бывают дальнего, межобластного и пригородного сообщения. Вагоны дальнего следования (Рисунок 64) подразделяют на мягкие и жесткие, а по планировке — на купейные (два или четыре места в купе) и некупейные.

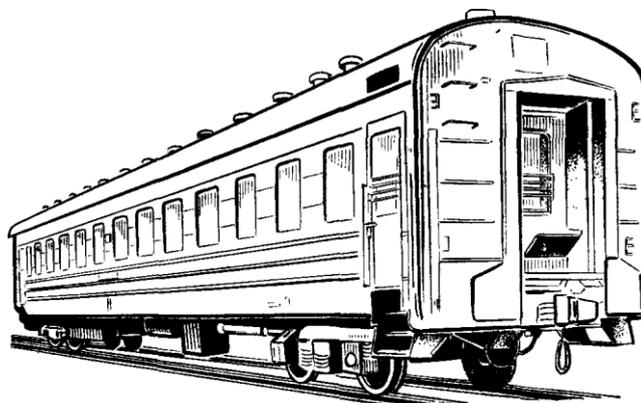


Рисунок 64. Цельнометаллический пассажирский четырехосный вагон

В вагонах межобластного сообщения мягкие кресла расположены в общем пассажирском салоне.

Пассажирские вагоны оборудованы устройствами отопления, вентиляции и освещения, что отличает их от грузовых вагонов. Отопление может быть водяное или электрическое. В вагонах последней постройки применяется комбинированное водяное отопление, при котором нагрев воды может осуществляться электронагревателем твердым топливом. Вагоны оборудованы приточной принудительной вентиляцией

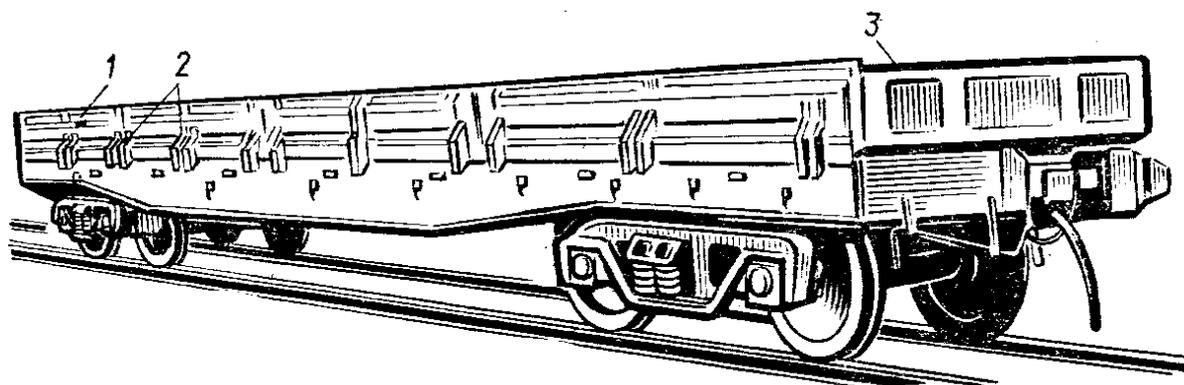
(подогретый и очищенный воздух подается по воздушному желобу во все отделения вагона), а также специальными установками для кондиционирования воздуха. Такие установки приготавливают воздух определенной влажности и температуры с давлением, несколько большим атмосферного, поэтому устраняется возможность попадания наружного воздуха через неплотности вагона.

Освещение в пассажирских вагонах электрическое. Электричество для каждого вагона вырабатывается генераторами, приводимыми в действие от оси колесной пары вагона или от специального вагона-электростанции, включаемого в поезд. В электропоездах вагоны освещаются от контактной сети через специальные установки, имеющиеся в моторных вагонах. На станциях и при малых скоростях следования питание вагонов электроэнергией происходит от аккумуляторных батарей, заряжаемых во время движения.

Парк грузовых вагонов состоит из крытых вагонов, платформ, полувагонов, цистерн, вагонов изотермических и специального назначения.

Крытые вагоны предназначены для перевозки разнообразных грузов, их сохранности и защиты от атмосферных воздействий. Эти вагоны, оснащенные соответствующим оборудованием, могут быть использованы и для массовых перевозок людей. Кузов крытого вагона имеет в каждой боковой стене задвижные двери и по два люка с металлическими крышками. Люки служат для освещения и вентиляции, а также для загрузки вагонов сыпучими грузами. Крытые вагоны последних выпусков имеют металлический кузов, уширенный дверной проем. Грузоподъемность вагона 68 т, объем кузова 140 м<sup>3</sup>.

На платформах (Рисунок 65) перевозят длинномерные, громоздки и тяжеловесные грузы.



1 - боковой откидной борт; 2 - ограничители бортов; 3 - торцовый откидной борт  
Рисунок 65. Четырехосная платформа с цельнометаллическими бортами

Платформы строят с невысокими откидными металлическими бортами, приспособлениями для установки стоек, необходимых при перевозке бревен, столбов, досок и т.п.

Грузоподъемность платформ последних выпусков 70—72 т. Для перевозки крупнотоннажных контейнеров массой брутто 10, 20 и 30 т выпускаются специальные четырехосные платформы (Рисунок 66), оборудованные специальными устройствами для установки и крепления контейнеров.

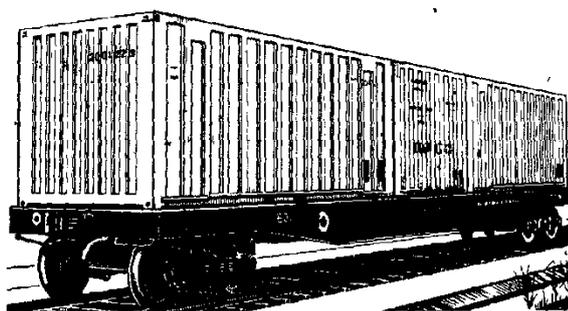


Рисунок 66. Специальная платформа для перевозки крупнотоннажных контейнеров

Полувагоны - наиболее распространенный вид вагонов грузового парка. Они служат в основном для перевозки массовых навалочных, сыпучих грузов, таких как уголь, руда, кокс, щебень, гравий и др.

Конструкцию кузова рассмотрим на примере восьмиосного полувагона (Рисунок 67).

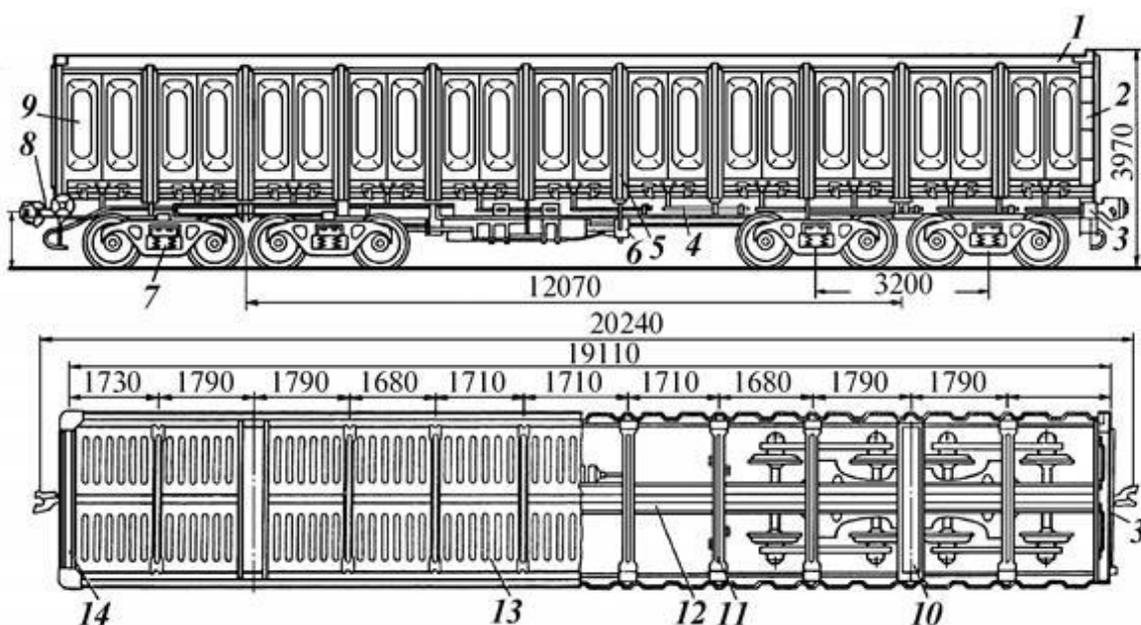


Рисунок 67. Восьмиосный универсальный вагон

Кузов этого полувагона цельнометаллический, состоит из рамы, боковых 1 и торцевых 14 стен, а также пола 13, образованного крышками двадцати двух люков. Все элементы кузова соединены на сварке в единую жесткую несущую конструкцию, воспринимающую все виды нагрузок. Рама является основанием, на котором смонтированы стены, автосцепное 2 и тормозное 4 оборудование, и состоит из балок: несущих продольных (хребтовой 12 и боковых 6) и поперечных (концевых 7, шкворневых 10 и промежуточных 11).

Хребтовая балка 12 служит для крепления на ней автосцепного и тормозного оборудования и воспринимает через автосцепку продольные нагрузки от соседних вагонов поезда. Поперечные балки связывают хребтовую балку с боковыми стенами в единую конструкцию.

В торцевых частях полувагона имеются двухстворчатые двери, открывающиеся вовнутрь кузова. Шкворневые балки 10 передают все возникающие в процессе движения статические и динамические усилия через пятник и скользуны на тележки 3.

Разновидностью полувагонов являются так называемые вагоны-хопперы (Рисунок 68) для перевозки сыпучих и пылевидных грузов (щебень, гравий, песок, цемент и др.) грузоподъемностью 50 т. Хоппер имеет высокие боковые стены, а для перевозки цемента — и крышу. Хопперы используют в основном для перевозки щебня на замкнутых маршрутах (вертушках) и для хозяйственных нужд.



Рисунок 68. Хоппер-дозатор ЦНИИ-ДВЗ

Жидкие грузы (нефть, керосин, бензин, масло, кислоты и т.п.) перевозят в цистернах. Цистерна представляет собой специальный металлический сварной резервуар (котел) цилиндрической формы, имеющий в верхней части люки для налива груза, а также для очистки, и ремонта котла. Разнообразие грузов обуславливает

существенные изменения конструкций цистерн, в последнее время эксплуатируются четырехостные и восьмиосные цистерны (Рисунок 69).

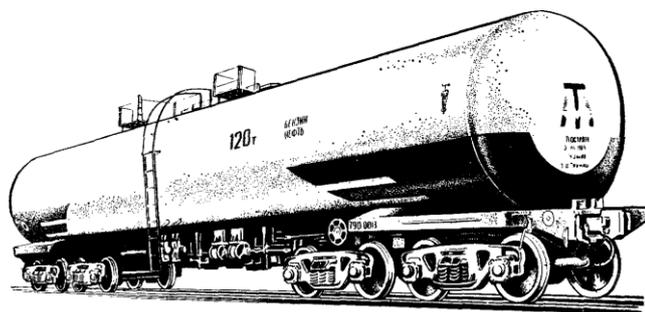


Рисунок 69. Восьмиосная цистерна

Скоропортящиеся грузы доставляют в изотермических вагонах. Их используют в летнее время для перевозки скоропортящихся грузов (мяса, рыбы, фруктов и др.), а зимой — грузов, теряющих свои качества при замерзании (овощей, фруктов, молока, минеральных вод). Для поддержания внутри вагонов необходимой температуры их оборудуют приборами охлаждения и отопления, а кузова имеют тепловую изоляцию.

Изотермические вагоны соединяются в рефрижераторные секции по 5 единиц. При этом водном вагоне размещается обслуживающая бригада механиков, дизель-электростанция и холодильное оборудование.

Для перевозки скоропортящихся грузов используются также автономные рефрижераторные вагоны, оборудованные холодильными агрегатами и дизель-генераторными установками с автоматическим (без обслуживающего персонала) управлением .

Вагоны специального назначения предназначаются для грузов, требующих особых условий перевозки. Например, транспортерами перевозят громоздкие и тяжеловесные машины и оборудование.

Транспортеры - это многоосные платформы (12, 16, 20 и более осей) грузоподъемностью 130, 180, 230 и 300 т (Рисунок 70).

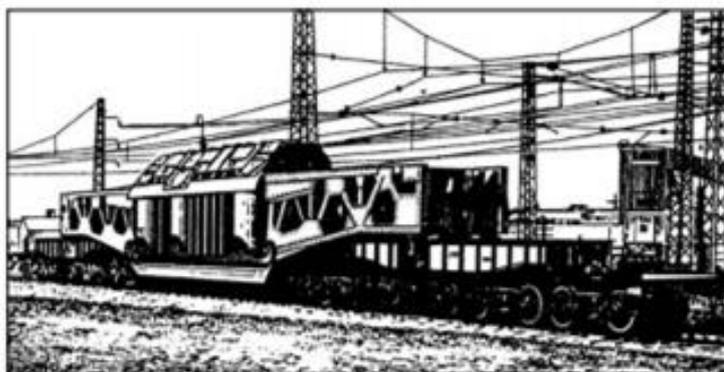


Рисунок 70. 20-осный транспортер

К специальным относятся также вагоны для перевозки скота, живой рыбы, битума, легковых автомобилей и вагоны, предназначенные для технических и бытовых нужд железных дорог; вагоны-мастерские, вагоны восстановительных и пожарных поездов.

Оборудование этих вагон определяется их назначением.

Для перевозки различных грузов, в том числе штучных изделий, домашних вещей и др., используют контейнеры — деревянные или металлические — с массой брутто 3, 5, 20 и 30 т (Рисунок 71).

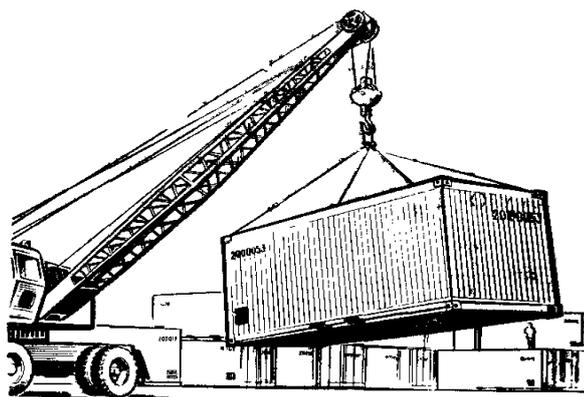


Рисунок 71. Цельнометаллический универсальный контейнер грузоподъемностью 30 т

Основными параметрами для технико-экономической оценки конструкции и эксплуатационных особенностей вагонов являются: число осей, грузоподъемность, тара, коэффициент тары, удельный объем кузова, удельная площадь пола, давление от колесной пары на рельсы, давление на I м пути. Данные и технико-экономические характеристики наиболее распространенных конструкций грузовых вагонов приведены в таблице 8, а пассажирских — в таблице 9.

Таблица 8 – Данные и технико-экономические характеристики конструкций грузовых вагонов

Тип вагона	Число осей	Тара, т	Грузоподъемность, т	Коэффициент тары	Объем кузова, м <sup>3</sup>	Длина вагона, м
Крытый	4	22,9	64	0.35	90-120	14,73
Полувагон	4	22.1	65	0.34	72.5	13,92
<<	8	45.5	125	0.35	137.5	20.24
Платформа	4	21,0	62—66	0,32	36.8 <sup>1</sup>	14.62
Цистерна	4	23.1	62	0.39	72.7	12.02
<<	8	48,8	120	0.41	137,2	21.12
Транспортер	20	142.0	300	0,47	—	45,0

<sup>1</sup> Указана площадь пола, м<sup>2</sup>

Таблица 9 - Данные и технико-экономические характеристики конструкций пассажирских вагонов

Тип вагона	Тара, т	Число мест	Длина, м
Мягкий с четырехместным купе	56,5	32	24,540
Жесткий >> >>	52	38	24,537
Некупейный	54	54	24,537
Межобластного сообщения	47	68	24,537
Мягкий с двухместным купе	62	16	24,537

Основные элементы вагонов. В каждом вагоне независимо от назначения и конструкции есть следующие общие элементы:

- ходовые части, воспринимающие нагрузку от вагона и обеспечивающие безопасное и плавное его движение;
- рама вагона, воспринимающая нагрузку от кузова и находящегося в нем груза и передающая на ходовые части вертикальные и горизонтальные усилия, действующие на вагон;
- кузов, предназначенный для размещения в нем пассажиров или грузов;
- ударно-тяговые приборы, служащие для сцепления вагонов между собой и с локомотивом и смягчения растягивающих и сжимающих усилий, передаваемых от локомотива и от одного вагона другому;
- тормозное оборудование, обеспечивающее уменьшение скорости движения или остановку поезда.

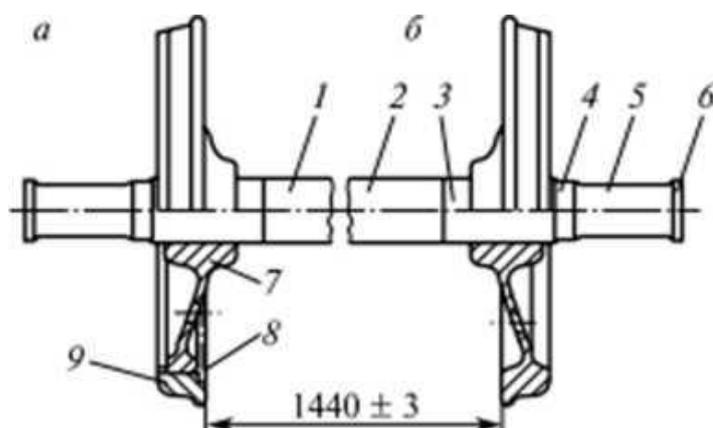
Ходовые части вагона включают колесные пары, буксы с подшипниками и рессорное подвешивание. Все эти части объединены в тележки.

Колесная пара, состоящая из оси и двух наглухо укрепленных на ней колес диаметром от 950 до 1050 мм (Рисунок 72), воспринимает все нагрузки, передающиеся от вагона на рельсы.

Поверхность катания колес имеет коническую форму, что способствует сохранению во время движения среднего положения колесной пары в колее, облегчает прохождение в кривых и обеспечивает более равномерный прокат по ширине колеса.

С внутренней стороны поверхность катания ограничена гребнем, не допускающим схода колесной пары с рельсов.

Для передачи давления от вагона на шейки осей колесных пар, а также для ограничения продольного и поперечного перемещения колесной пары служат буксы.



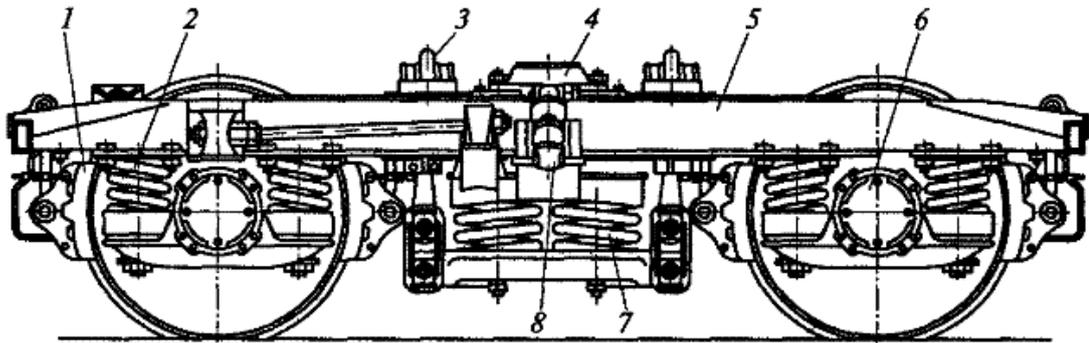
а — с бандажным колесом; б — с цельнокатаным колесом; 1 — вагонная ось; 2 — средняя часть; 3 — подступичная часть; 4 — предподступичная часть; 5 — шейка оси; 6 — бурт; 7 — колесный центр; 8 — кольцо для закрепления бандажа; 9 — бандаж  
Рисунок 72. Колесная пара

Для смягчения ударов и уменьшения колебаний вагона при прохождении по неровностям пути между рамой вагона и колесной парой размещается система упругих элементов и гасителей колебаний (рессорное подвешивание). В качестве упругих элементов применяют винтовые пружины, листовые рессоры, резинометаллические элементы и пневматические рессоры (резинокордовые оболочки, заполненные воздухом). Рессоры изготавливают из специальных сортов стали и подвергают термической обработке. Наиболее распространены цилиндрические пружинные рессоры с круглым сечением виткие пружинные рессоры с круглым сечением нитка с одним или двумя рядами пружин. Гасители колебаний предназначены для создания сил, направленных на погашение или уменьшение амплитуды колебаний вагона или его частей. На дорогах России большее применение нашли гидравлические и фрикционные гасители колебаний.

Для смягчения боковых толчков от набегания гребня колес на рельсы при входе в кривые тележки пассажирских вагонов оборудуются возвращающими устройствами (люльками) (Рисунок 73).

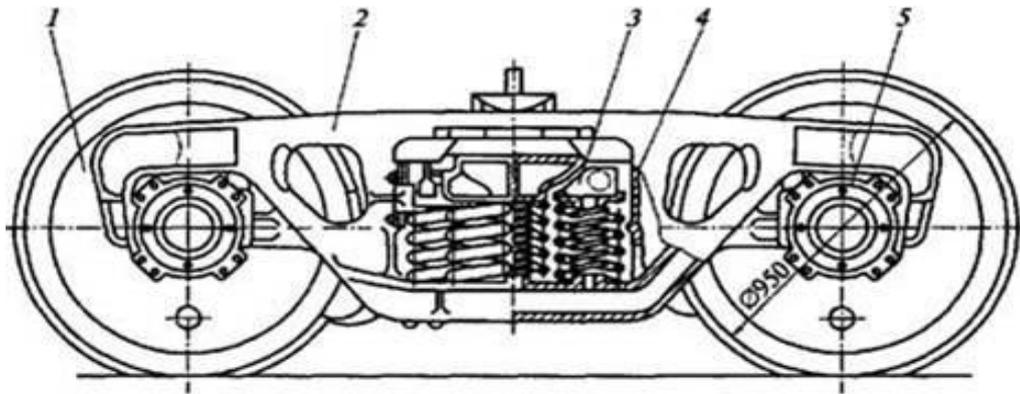
Вагоны с такими тележками, оборудованными гидравлическими амортизаторами, успешно эксплуатируются в пассажирских, поездах, развивающих скорость до 160 км/ч.

Тележки грузовых вагонов не имеют люлечного устройства. Широкое распространение для грузовых вагонов нашли тележки модели 18-100 (ЦНИИ-ХЗ-0) с фрикционными клиновыми гасителями колебаний (Рисунок 74).



1 — тормозная колодка; 2 — буксовое рессорное подвешивание; 3 — скользян;  
4 — подпятник; 5 — рама; 6 — букса; 7 — нейтральное рессорное подвешивание;  
8 — гаситель колебаний

Рисунок 73. Тележка пассажирского вагона КВЗ-ЦНИИ



1 — колесная пара; 2 — боковина; 3 — рессорный комплект; 4 — клиновой гаситель колебаний; 5 — букса

Рисунок 74. Тележка типа ЦНИИ-ХЗ-О

Тележки грузовых вагонов имеют, как правило, одинарное рессорное подвешивание, размещаемое под поперечной балкой, а тележки пассажирских вагонов - двойное рессорное подвешивание, обеспечивающее большую плавность хода.

Рама вагона является основанием кузова и несущей конструкцией, состоящей из жестко связанных между собой продольных и поперечных балок. К раме крепятся ударно-тяговые приборы и тормозное оборудование.

Форма кузова вагона зависит от его назначения. Боковые стены кузова опираются на раму, имеют стальную обрешетку, к которой крепится металлическая обшивка. В грузовых вагонах металлическая обрешетка стен, жестко связанных с рамой, составляет несущую конструкцию, работающую под воздействием вертикальных сжимающих и растягивающих сил. В пассажирских цельнометаллических вагонах

боковые стены, пол и крыша являются несущими элементами. Для придания большей жесткости стенам вагона их изготавливают из гофрированных полос стали.

Ударно-тяговые приборы служат для сцепления вагонов и локомотивов, удерживания их на определенном расстоянии друг от друга, смягчения и передачи от одного вагона другому растягивающих и сжимающих усилий, возникающих при перемещении подвижного состава. В качестве объединенного ударно-тягового устройства на подвижном составе железных дорог России принята автосцепное устройство (Рисунок 75) размещается посередине поперечной банки на конце рамы вагона и имеет следующие основные части: корпус и расположенный в нем механизм, расцепной привод, ударно-центрирующий прибор, упряжное устройство с поглощающим аппаратом и опорные части.

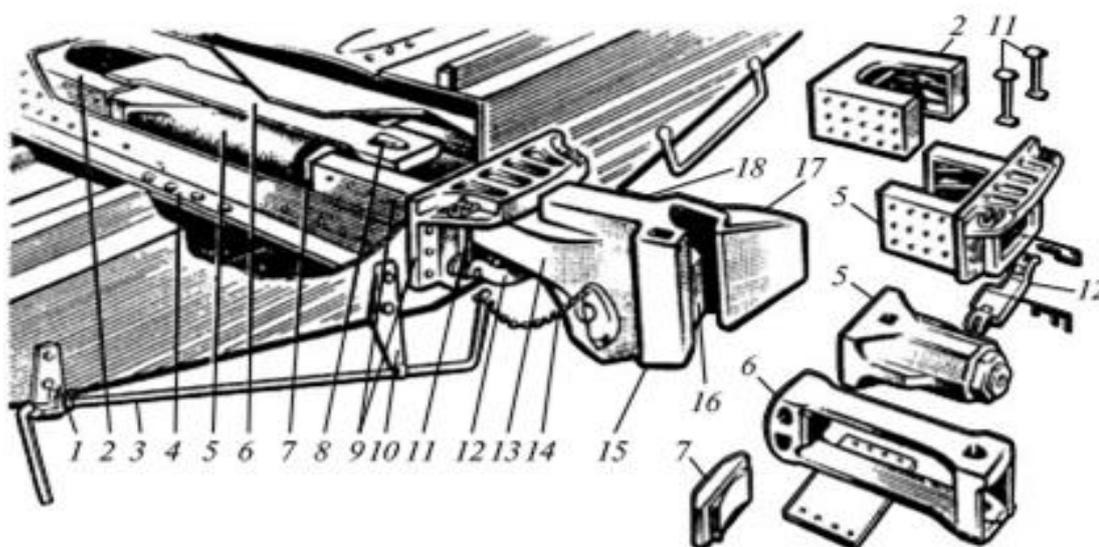
Сцепление вагонов между собой или с локомотивом происходит автоматически при нажатии или соударении, расцепление же производится поворотом расцепного рычага, расположенного сбоку вагона или локомотива.

Корпус автосцепки представляет собой пустотелую стальную отливку, состоящую из головной части, в которой помещается механизм сцепления, и хвостовика, предназначенного для соединения с упряжным устройством.

Ударно-центрирующий прибор воспринимает сжимающие усилия от корпуса автосцепки, а также возвращает отклоненный корпус из крайних положений в среднее при прохождении вагоном кривых малого радиуса.

Поглощающий аппарат автосцепки смягчает сжимающие и растягивающие усилия, передаваемые на раму вагона. На грузовых вагонах обычно применяется пружинно-фрикционный а на пассажирских — резинометаллический аппарат автосцепки.

Тормоза и тормозное оборудование служат для уменьшения скорости движения поезда или его остановки.



1 — кронштейн; 2 — задний упор; 3 — расцепкой рычаг; 4 — поддерживающая планка; 5 — поглощающий аппарат; 6 — тяговый хомут; 7 — упорная плита; 8 — клин; 9 — передний упор и ударная розетка; 10 — державка; 11 — маятниковая подвеска; 12 — центрирующая балка; 13 — корпус автосцепки; 14 — цепь; 15 — малый зуб; 16 — замок; 17 — большой зуб; 18 — упор

Рисунок 75. Автосцепное устройство вагона

#### **2.4. Техническая эксплуатация и ремонт железнодорожного подвижного состава**

Локомотивное хозяйство обеспечивает перевозочную работу железных дорог тяговыми средствами и содержание этих средств в соответствии с техническими требованиями. К сооружениям и устройствам этого хозяйства относятся: эксплуатационные и ремонтные локомотивные депо, специализированные мастерские по ремонту отдельных узлов локомотивов, пункты технического обслуживания, экипировки локомотивов и смены бригад, базы запаса локомотивов. Под экипировкой понимают комплекс операций, связанных с подготовкой локомотивов к работе (снабжение их топливом, водой, песком, смазкой, обтирочными материалами).

Локомотивные депо — это основные производственные единицы локомотивного хозяйства. Их сооружают на участковых, сортировочных и пассажирских станциях, выбираемых на основе техникоэкономического сравнения различных вариантов.

Наряду с ними в целях совершенствования организации ремонта и лучшего использования производственных мощностей на дорогах создают и ремонтные базы — депо, специализированные по видам ремонта и типам

локомотива. Например, средний ремонт может быть сосредоточен в наиболее крупных и оснащенных депо при освобождении от этого вида ремонта остальных депо. Такие крупные ремонтные базы могут не иметь приписного парка локомотивов.

По виду тяги различают тепловозные, электровозные, моторвагонные, дизельные и смешанные депо. В крупных железнодорожных узлах со специализированными станциями — пассажирскими и сортировочными — предусматривают отдельные локомотивные депо для грузовых и пассажирских локомотивов.

В пунктах оборота локомотивы находятся в ожидании поездов для обратного следования с ними. За это время, как правило, производится их техническое обслуживание, совмещаемое с экипировкой.

Пункты смены бригад предусматривают преимущественно в оборотных депо и размещают исходя из условия обеспечения нормальной продолжительности работы бригад.

Пункты экипировки располагают на деповской территории.

Пункты технического обслуживания локомотивов размещают как в локомотивных депо, так и в пунктах оборота и экипировки локомотивов.

Структура управления локомотивным комплексом предусматривает:

- разделение эксплуатационной и ремонтной работы комплекса;
- создание Центральной дирекции по ремонту тягового подвижного состава — филиала ОАО «РЖД».

На вновь созданные линейные предприятия тяги возлагаются следующие функции:

- обеспечение безопасности движения поездов;
- содержание в работе заданного количества локомотивов в соответствии с объемом эксплуатационной работы;
- планирование объемов технического обслуживания и текущего ремонта приписного парка локомотивов;
- постановка локомотивов на плановые виды ремонта и технического обслуживания;
- планирование затрат и проведение весеннего и осеннего комиссионного осмотра тягового подвижного состава;
- планирование затрат по оказанию услуг локомотивной тяги;
- организация подготовки локомотивных бригад в соответствии с установленным объемом работ;
- учет и нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов;
- материально-техническое снабжение;

- оперативный контроль за работой эксплуатационных депо, пунктов экипировки и баз запаса;

- обеспечение безопасных условий труда.

Ремонтные депо будут являться структурными подразделениями региональных дирекций по ремонту ТПС и обеспечивать:

- качественный, своевременный и эффективный по затратам ремонт;

- безаварийную гарантийную и послегарантийную эксплуатацию ТПС;

- материальную ответственность за некачественное или несвоевременное проведение технического обслуживания и ремонта локомотивов;

- электронный учет проведенных ТО и ремонтов ТПС;

- стандартизацию видов работ и операций, выполняемых на всей сети дорог.

#### **2.4.1. Обслуживание локомотивов и организация их работы**

Электровозы и тепловозы обслуживаются бригадами в составе машиниста и его помощника. По разрешению ОАО «РЖД» моторвагонные поезда, поездные и маневровые электровозы и тепловозы могут обслуживаться одним машинистом при наличии устройств автоматической остановки в случае внезапной потери машинистом способности вести поезд. При электрической и тепловозной тяге одна локомотивная бригада может обслуживать несколько локомотивов или постоянно соединенных секций, управляемых из одной кабины.

Время непрерывной работы поездных локомотивных бригад не должно превышать 7—8 ч и лишь в исключительных случаях допускается увеличение этой нормы до 12 ч. Если продолжительность работы в одном направлении не укладывается в указанную норму, бригаде предоставляется отдых в пункте оборота длительностью не менее половины времени предшествовавшей работы.

Локомотивы при обслуживании поездов обращаются на участках различной протяженности. Участки работы локомотивов между основными депо и пунктами оборота небольшой длины (100—140 км для грузового движения) называются тяговые плечи.

Для уменьшения простоев локомотивов на станциях основных депо стали применять схему кольцевой езды. В этом случае локомотивы

проходят станцию основного депо без отцепки от составов, бригады меняются на станционных путях, а техническое обслуживание и экипировка локомотивов производится в пунктах оборота. В основное депо локомотив заходит только для очередного технического обслуживания или текущего ремонта.

Работа локомотивов на удлинённых участках обращения при сменной работе бригад является основным способом эксплуатации локомотивов. Протяжённость участков обращения устанавливается исходя из норм времени работы локомотивов между техническими обслуживаниями и в зависимости от рода тяги, месторасположения станций формирования поездов, основного депо, наличия пунктов стыкования различных видов тяги и от других факторов. Работа локомотивов организуется по графику их оборота, который составляется на основе графика движения поездов с учётом условий труда и отдыха локомотивных бригад и установленного порядка технического обслуживания, экипировки и ремонта локомотивов.

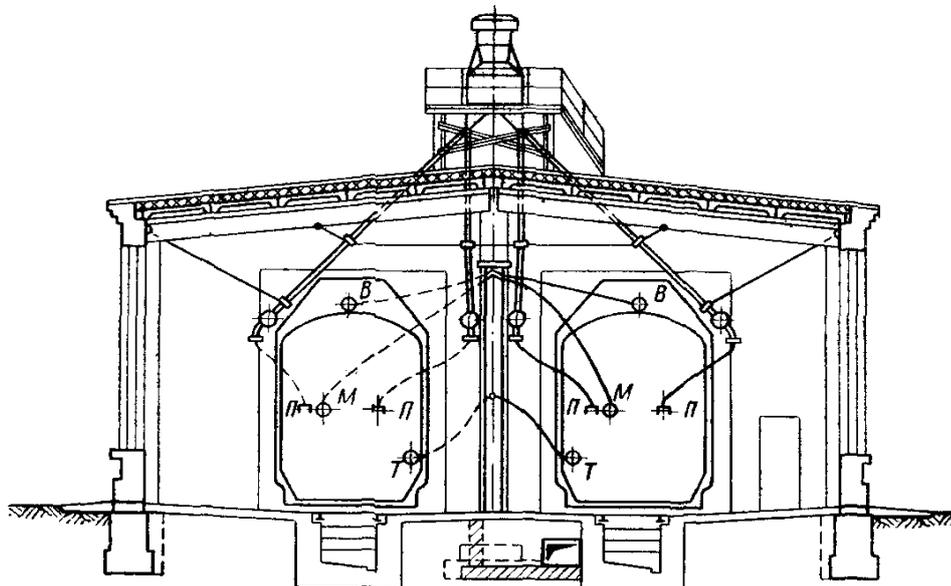
#### **2.4.2. Экипировка локомотивов**

Экипировка электровозов заключается в снабжении их песком, смазочными и обтирочными материалами, наружной обмывке и обтирке. В экипировку тепловозов, кроме того, входит снабжение дизельным топливом и водой для охлаждения дизеля. Эта вода готовится из химически обработанного конденсата пара.

Пробег электровоза между экипировками ограничивается запасом песка, а тепловоза - и запасом топлива. Экипируются локомотивы на специально оборудованных путях или в закрытых экипировочных помещениях. На Рисунке 76 показана схема расположения устройств для совмещённой экипировки и технического осмотра тепловозов. Дизельное топливо хранится на складах в металлических сварных резервуарах ёмкостью до 5000 м<sup>3</sup>. Из хранилищ оно подаётся насосом к раздаточным колонкам, а из них - по резиновым шлангам в топливные баки тепловозов.

Для снабжения локомотивов песком имеются склады сырого песка, пескосушилки, склады сухого песка, раздаточные бункера, компрессоры и вентиляторы для подачи песка от пескосушилок на склады сухого песка и в раздаточные бункера, откуда сухой песок самотёком поступает в песочницы локомотивов.

Смазочные масла хранятся в наземных или подземных резервуарах. Заполняются они самотеком через приемные колодцы. Смазочные материалы хранятся в бочках. Подача масел из хранилищ на локомотивы производится насосами через специальные маслозаправочные колонки.



Т, П, М, В — гибкие шланги для подачи соответственно топлива, песка, масла, воды  
Рисунок 76. Схема расположения экипировочных устройств для тепловозов в утепленном помещении:

Устройства водоснабжения и водообработки должны обеспечивать бесперебойное снабжение водой надлежащего качества и в необходимом количестве локомотивов, поездов, станции, а также удовлетворять другие хозяйственные, противопожарные и питьевые потребности.

Для отвода и очистки сточных вод железнодорожных предприятий и жилых поселков на станциях предусматриваются канализационные и очистные сооружения.

### **2.4.3. Техническое обслуживание и ремонт локомотивов**

Для поддержания локомотивов в исправном состоянии на железных дорогах России распоряжением ОАО «РЖД» N3Р от 17.01.2005 г. установлена система технического обслуживания и текущих ремонтов, производимых после выполнения установленных норм пробега или определенного времени их работы. Для повышения качества, ускорения и удешевления ремонта локомотивов проводится концентрация, кооперирование и специализация деповского ремонта локомотивов,

внедрение агрегатного метода ремонта с широким применением поточных форм организации производства и сетевого планирования.

Для электровозов, тепловозов и моторвагонного подвижного состава установлены следующие виды планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта: технические обслуживания ТО-1, ТО-2, ТО-3, ТО-4, ТО-5, текущие ремонты ТР-1, ТР-2, ТР-3, а также средний и капитальный (КР) ремонты.

Техническое обслуживание-комплекс операций по поддержанию работоспособности и исправности локомотива, который предназначен для контроля технического состояния узлов и систем локомотива в целях предупреждения отказов в эксплуатации.

Техническое обслуживание:

-ТО-1 выполняется локомотивной бригадой при приемке-сдаче и экипировке локомотива, при остановках на железнодорожных станциях.

-ТО-2 выполняется, как правило, работниками пунктов технического обслуживания локомотивов (ПТОЛ).

-ТО-3 выполняется, как правило, в ремонтном локомотивном депо.

-ТО-4 выполняется с целью поддержания профиля бандажей колесных пар в пределах, установленных Инструкцией по формированию, ремонту и содержанию колесных пар тягового подвижного состава железных дорог колеи 1520 мм.

-ТО-5 проводится с целью подготовки локомотива к постановке в запас или резерв железной дороги, а также при вводе его в эксплуатацию по прибытию его из запаса или локомотиворемонтного завода.

Ремонт - это комплекс операций по восстановлению исправности, работоспособности и ресурса локомотива.

Текущий ремонт локомотива - ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности локомотива и состоящий в замене и восстановлении отдельных узлов и систем.

Средний ремонт локомотива - ремонт, выполняемый для восстановления исправности и частичного восстановления ресурса локомотива, который выполняется в базовых локомотивных депо, на локомотиво-ремонтных заводах ОАО «РЖД» или в сторонних организациях, осуществляющих ремонт локомотивов.

Капитальный ремонт локомотива - ремонт, выполняемый для восстановления эксплуатационных характеристик, исправности локомотива и его ресурса, близкого к полному. Капитальный ремонт локомотивов выполняется на локомотиворемонтных заводах ОАО «РЖД» или в сторонних организациях, осуществляющих ремонт локомотивов.

#### **2.4.4. Виды ремонтов вагонов. Сооружения и устройства технического обслуживания**

Основное назначение вагонного хозяйства — обеспечение перевозок пассажиров и грузов исправными вагонами, удовлетворяющими требованиям безопасности движения и обеспечивающими необходимые удобства для пассажиров и сохранность перевозимых грузов. Отсюда вытекают и его главные задачи: поддержание в исправном состоянии пассажирских и грузовых вагонов, подготовка их к перевозкам, обслуживание пассажирских поездов и рефрижераторных вагонов в пути следования.

Для бесперебойной эксплуатации вагонного парка и содержания его в исправном состоянии на железных дорогах России установлена четкая система технического обслуживания и ремонта вагонов. Эта система предусматривает для грузовых вагонов:

- техническое обслуживание грузовых вагонов, находящихся в составах или транзитных поездах, а также порожних вагонов при подготовке под погрузку с производством осмотра, ремонтных и профилактических работ, не требующих отцепки от состава;

- текущий ремонт порожних вагонов при комплексной подготовке к перевозкам с отцепкой от состава и подачей на специализированные ремонтные пути;

- текущий ремонт вагонов с отцепкой от транзитных и прибывающих поездов или от сформированных составов для ликвидации неисправностей, которые невозможно устранить за время стоянки поезда на станции;

- деповской ремонт вагонов для восстановления их работоспособности с заменой или ремонтом отдельных узлов и деталей;

- капитальный ремонт ,выполняемый на вагоноремонтных заводах для восстановления ресурса вагонов, близкого к полному.

Пассажирские вагоны проходят:

- технические обслуживания ТО-1 перед каждым отправлением в рейс, ТО-2 — перед началом летних и зимних перевозок и ТО-3 -единую техническую ревизию основных узлов через 6 мес. После постройки, планового ремонта или предыдущей ревизии;

- текущий ремонт с отцепкой вагонов от состава в пунктах формирования, оборота поездов или в пути следования с подачей их на специализированные ремонтные пути или в вагонное депо;

-деповской ремонт — плановый ремонт вагонов для ремонта, замены или модернизации отдельных узлов и деталей;

-капитальные ремонты — для восстановления ресурса вагонов путем замены или ремонта изношенных и поврежденных узлов и деталей, а также модернизации отдельных узлов;

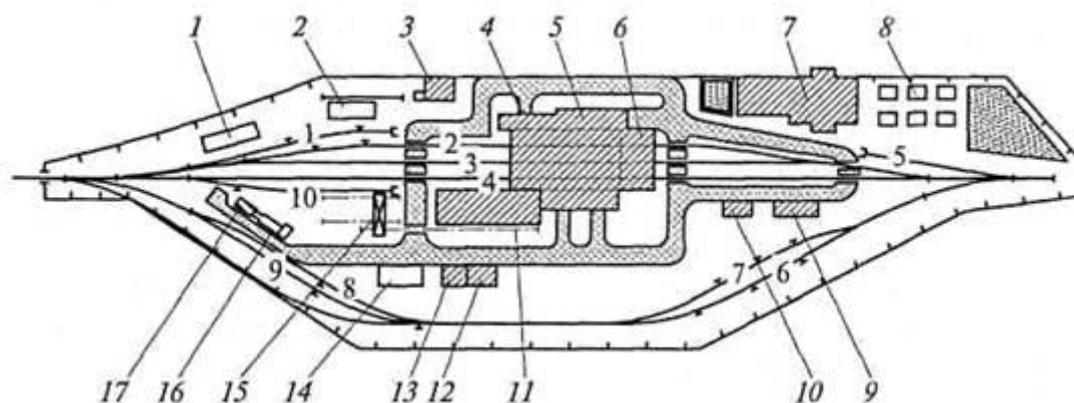
-капитальный ремонт — ремонт пассажирских вагонов с использованием восстановленных существующих конструкций кузовов и тележек, обновлением внутреннего оборудования и созданием современного интерьера.

Для учета пробега грузовых вагонов, управления парком этих вагонов, в том числе неисправных, создана автоматизированная система пономерного учета, контроля дислокации, анализа использования и регулирования вагонного парка на железных дорогах России (сокращенно ДИСПАРК — диалоговая, информационно-управляющая система парка грузовых вагонов).

К основным сооружениям и устройствам вагонного хозяйства, обеспечивающим исправное содержание вагонного парка, относятся: вагонные депо, пункты подготовки вагонов к перевозкам, пункты технического обслуживания, механизированные пункты текущего отцепочного ремонта, специализированные пути укрупненного ремонта вагонов, контрольные посты. Кроме того, в состав вагонного хозяйства входят вагоноколесные мастерские, контейнерные депо и мастерские, перестановочные пункты, пункты экипировки и технического обслуживания рефрижераторных вагонов, пассажирские технические станции.

Вагоноремонтные заводы являются промышленными предприятиями и предназначены для капитального ремонта вагонов, их модернизации, изготовления запасных частей и формирования колесных пар. Заводы, как правило, специализируются на ремонте одного типа вагонов. Они размещаются с учетом обслуживания определенных районов сети железных дорог и концентрации в этих районах преимущественного типа вагонов с тем, чтобы сократить время на пересылку их в ремонт.

Вагонные депо с соответствующими ремонтно-заготовительными цехами (Рисунок 77) относятся к линейным предприятиям вагонного хозяйства железных дорог и предназначены для деповского периодического и текущего отцепочного ремонтов вагонов, изготовления и ремонта запасных частей для пунктов технического обслуживания и безотцепочного ремонта вагонов в пределах прикрепленных к депо участков.



- 1 — площадка для утиля; 2 — угольный склад; 3 — котельная; 4 — служебно-технический корпус; 5 — мастерские; 6 — вагоноремонтный цех; 7 — деревообделочный цех; 8 — склад лесоматериалов; 9 — главный магазин тележек; 12 — трансформаторная подстанция; 13 — компрессорная; 14 — хранилище для бензина и красок; 15 — парк колесных пар и тележек; 16 — хранилище для смазки; 17 — концепропиточная

Рисунок 77. Пример планировки территории вагонного депо

Вагонные депо подразделяются на грузовые, пассажирские и рефрижераторные. При небольшом объеме ремонта они могут быть смешанными (для пассажирских и грузовых вагонов).

В настоящее время часть пассажирских вагонных депо на дорогах подчинены пассажирским службам или компаниям.

Депо имеют следующие основные цехи и отделения: сборочный, колесный, тележечный, механический, автосцепки и автотормозов, роликовых подшипников и букс, малярный, кузнечно-рессорный, деревообрабатывающий, электросварки, электроучасток в пассажирских и рефрижераторных депо, дизель-холодильный в рефрижераторных депо и некоторые отделения (кровельно-малярное, инструментальное, складских помещений, для ремонта крышек люков и дверей полувагонов и др.).

Депо для ремонта и содержания пассажирских вагонов размещаются в пунктах, где приписано не менее 1000 вагонов.

Пункты технического обслуживания вагонов (ПТО) размещают на сортировочных, участковых и пассажирских станциях для выявления и устранения технических неисправностей вагонов в формируемых и транзитных поездах и обеспечения максимально возможных пробегов их без остановок. Техническое обслуживание осуществляется комплексными бригадами. В состав смен ПТО входят специализированные бригады по ремонту тормозного оборудования.

Пункты контрольно-технического обслуживания вагонов (ПКТО) организуются для выявления и устранения технических неисправностей вагонов, угрожающих безопасности движения и для опробования тормозов. Эти пункты размещаются на участковых станциях, где производится смена локомотивов или локомотивных бригад, и на станциях, предшествующих перегонам с затяжными спусками.

Пункты текущего отцепочного ремонта вагонов (ПТОР) располагают на сортировочных, участковых станциях или в пунктах массовой погрузки и выгрузки вагонов. На некоторых сортировочных и крупных участковых станциях выделяются специализированные пути для укрупненного ремонта вагонов.

Контрольные посты предназначены для выявления на ходу поезда вагонов с перегретыми буксами и другими неисправностями, угрожающими безопасности движения. Эти посты размещают перед промежуточными станциями, разъездами и обгонными пунктами на участках с интенсивным безостановочным движением поездов.

Вагоноколесные мастерские служат для ремонта колесных пар, а контейнерные депо и мастерские — для планового, текущего и капитального ремонтов контейнеров.

Перестановочные пункты обеспечивают перестановку вагонов с колеи 1520 мм на колею 1435 мм. Здесь происходит смена тележек: вагоны поднимаются на домкратах, затем выкатываются тележки одной колеи и подкатываются тележки другой колеи. Для предупреждения схода тележек на перестановочных путях укладываются констрельсы. Размещают эти пункты на пограничных станциях.

Пункты экипировки и технического обслуживания рефрижераторных вагонов служат для заправки их топливом, маслом, водой, соляным раствором, хладагентом (фреоном, аммиаком) и другими материалами. В пунктах технического обслуживания производится периодический профилактический осмотр, регулировка аппаратуры и ремонт рефрижераторных вагонов.

Пассажирские технические станции и пункты экипировки пассажирских вагонов предназначены для экипировки и их технического обслуживания при подготовке в рейс (снабжение водой, топливом, постельными принадлежностями, продуктами, наружная и внутренняя уборка вагонов с обмывкой и санитарной обработкой). Пассажирские технические станции и пункты экипировки располагают в пунктах формирования пассажирских составов и приписки большого числа пассажирских вагонов.

#### 2.4.5. Текущее содержание вагонов

Основным условием обеспечения исправного состояния вагонного парка в эксплуатации является высококачественное выполнение ремонта вагонов в депо. Однако все возрастающая интенсивность эксплуатации вагонов требует усиления контроля за техническим состоянием и качеством ремонта вагонов в пунктах технического обслуживания и пунктах подготовки их к перевозкам. При этом должны быть выявлены и устранены неисправности в вагонах за время стоянки поезда, предусмотренной графиком движения.

С целью механизации производственных процессов и повышения производительности труда пункты технического обслуживания на сортировочных станциях оборудуют громкооповестительной связью, электросварочными линиями, воздухопроводной сетью, устройствами централизованного ограждения составов и опробования тормозов.

В крупных пунктах применяют специальные передвижные тележки, оборудованные подъемными средствами для смены неисправных подшипников, производства сварочных работ. На этих тележках находятся также необходимый запас материалов, запасных частей и инструмента для ремонта вагонов. Многие пункты технического обслуживания оборудованы специальными тоннелями под путями станций для транспортировки запасных частей и материалов на междупутья, где производится безотiepочный ремонт вагонов.

Для выявления греющихся букс, заторможенных колесных пар, волочащихся частей вагонов и дефектов поверхностей колес, на перегонах устанавливаются специальные комплексы автоматических приборов (комплексы КТСМ-01Д, КТСМ-02(БТВК)).

Широкое распространение получила комплексная дистанционно информационная система контроля за техническим состоянием подвижного состава ДИСК-БКВ-Ц. В составе этой системы имеются подсистемы ДИСК-Б, ДИСК-К и ДИСК-В, предназначенные соответственно для обнаружения перегретых букс, дефектов поверхностей колес и волочащихся частей, а также ДИСК-Ц — для сбора и передачи информации на центральный пункт контроля в ПТО и ПКТО.

## **2.4.6. Восстановительные и пожарные поезда**

На ряде станций находятся в постоянной готовности разнообразные восстановительные средства, используемые для ликвидации последствий крушений и аварий на участках и размещаемые в большинстве случаев на территории локомотивного хозяйства.

К этим средствам относятся восстановительные и пожарные поезда, автодрезины и автомобили для восстановления пути, контактной сети, линий связи, обслуживаемые аварийно-полевыми командами.

Восстановительные поезда в зависимости от технической оснащенности и грузоподъемности входящих в их состав кранов на железнодорожном ходу делятся на три категории. Восстановительные поезда I категории имеют кран грузоподъемностью 75—100 т, II категории — 45—50 т и III категории — 15—25 т. В состав восстановительного поезда входят вагон-электростанция с прожекторной установкой, крытые вагоны и платформы с подъемно-транспортными машинами, оборудованием и запасом элементов верхнего строения пути. Поезда I и II категорий имеют в своем составе санитарный вагон.

В этих поездах предусмотрены штат постоянных работников во главе с начальником поезда, а также бригады аварийно-полевых команд, комплектуемые из неосвобожденных работников — слесарей депо, работников пути и электромехаников.

Восстановительные поезда стоят на путях, позволяющих отправлять поезда в любом направлении, примыкающем к станции, без каких-либо маневров. Пожарные поезда имеют в своем составе цистерны и мощное насосное и противопожарное оборудование. Они предназначены для тушения пожаров на железных дорогах.

## **2.5. Системы и устройства автоматики, телемеханики и связи**

### **2.5.1. Общие сведения об автоматике, телемеханике и основах сигнализации на железных дорогах**

Важнейшим направлением совершенствования перевозочного процесса на железнодорожном транспорте является применение и развитие устройств и систем автоматики, телемеханики или, как их еще называют, средства сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ). Эти

технические средства обеспечивают автоматизацию процессов, связанных с управлением движением поездов, безопасность движения поездов и маневровой работы, увеличение пропускной и провозной способности железных дорог, увеличение скорости доставки грузов и пассажиров, увеличение производительности труда, а также улучшение экономических показателей работы.

Обычно системами автоматики осуществляется регулирование, контроль и управление объектами, когда расстояние между ними невелико, а если объекты удалены, то системы автоматики преобразуются в системы телемеханики.

Слово «телемеханика» образовано греческими словами «теле» (на расстоянии, далеко) и «механика» (машина, устройство).

На железнодорожном транспорте устройства СЦБ в зависимости от их назначения делятся на две группы: устройства СЦБ на перегонах и устройства СЦБ на станциях.

Перегонные системы регулируют движение поездов на перегонах, их чаще называют устройствами интервального регулирования движения. К ним относятся: автоблокировка, автоматическая локомотивная сигнализация, диспетчерский контроль за движением поездов, путевая полуавтоматическая блокировка, автоматическая переездная сигнализация и автошлагбаумы.

Станционные системы предназначены для регулирования движения поездов на станциях, управления маневровой и сортировочной работой. К ним относятся: электрическая, диспетчерская централизация, комплекс устройств горочной автоматики и др.

Необходимая надежность устройств СЦБ обеспечивается резервированием устройств и линий связи в целях избежания опасных сбоев и отказов.

Следует отметить, что необходимо проводить регулярное профилактическое обслуживание по проверке элементов устройств, контролю их параметров в течение срока службы.

Движение поездов по перегонам, поездная и маневровая работа на станциях осуществляются в условиях непрерывно изменяющейся обстановки. В этих условиях для быстрой передачи на расстоянии различных приказов и извещений локомотивным бригадам и другим работникам, связанным с движением поездов, применяют железнодорожную сигнализацию.

Сигнализация служит для регулирования движения поездов на перегонах, поездной и маневровой работы на станциях, для обеспечения безопасности движения.

Сигналом называется условный видимый или звуковой знак, с помощью которого подается определенный приказ, подлежащий безусловному выполнению. Работники железнодорожного транспорта должны использовать все возможные средства для выполнения требования сигнала. На транспорте под словом сигнал обычно принимают и сигнальный прибор и его сигнальное показание.

Значения сигнальных показателей, единые для всех железных дорог России, стран СНГ и Балтии, установлены Инструкцией по сигнализации на железных дорогах.

Применяемые на транспорте сигналы (Рисунок 78) по способу их восприятия подразделяют на видимые и звуковые.

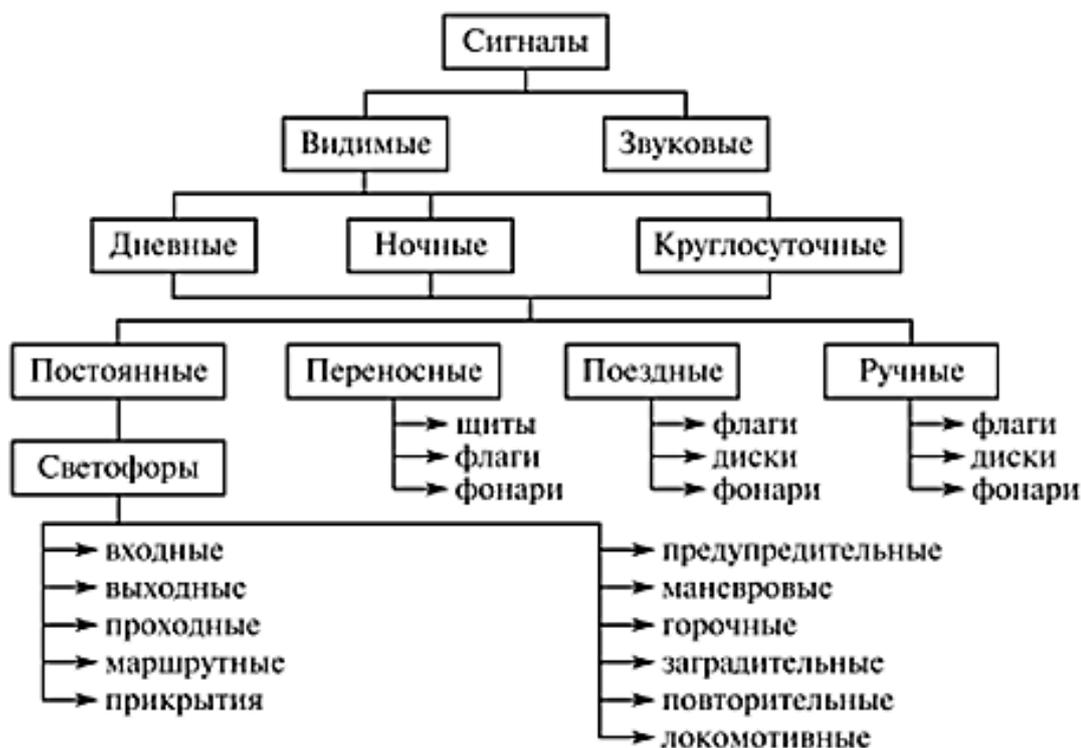


Рисунок 78. Классификация сигналов

Видимые сигналы подаются сигнальными приборами и обозначаются цветом огней светофоров, щитов, флагов, дисков; числом и взаимным положением сигнальных показаний; режимом горения сигнальных огней и формой переносных сигнальных щитов.

Достоинство видимых сигналов заключается в том, что они могут быть переданы на большее расстояние, чем звуковые сигналы.

По времени применения видимые сигналы подразделяют на дневные, подаваемые в светлое время суток и сигнализирующие цветом окраски щита, флага, диска или цветом, режимом горения и сочетания огней сигнального прибора; ночные, сигнализирующие огнями установленных цветов и подаваемые в темное время суток; круглосуточные, подаваемые одинаково как в светлое, так и в темное время суток и сигнализирующие цветом, режимом горения и сочетанием огней. В тоннелях применяются только ночные или круглосуточные сигналы.

Видимые сигналы подаются светофорами, флагами, фонарями, щитами и дисками. Назначение этих приборов, их сигнальные показания, места установки и порядок пользования определены Правилами технической эксплуатации и Инструкцией по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации.

Видимые сигналы в зависимости от сигнальных приборов, которыми их подают, делят на: постоянные (светофоры, устанавливаемые в определенных местах железнодорожного пути, и локомотивные светофоры); переносные (щиты, флаги, фонари на шестах, предназначенные для временного ограждения тех или иных участков пути и подвижного состава); ручные (флаги, диски, фонари, посредством которых подают различные команды и указания); поездные (диски, флаги и фонари для обозначения головы и хвоста поезда). В качестве постоянных сигналов на железных дорогах применяются светофоры, которые используют во всех системах железнодорожной автоматики и телемеханики. По назначению постоянные сигналы делят на основные и предупредительные.

Основные ограждают станции и блок-участки на перегонах и подают сигналы, которые разрешают или запрещают движение поездов по этим пунктам или участкам. Предупредительные сигналы извещают о приближении к основным сигналам и об их показании.

Основные сигналы в свою очередь в зависимости от назначения подразделяются на: входные, ограждающие станции со стороны прилегающих перегонов и служащие для разрешения или запрещения поезду следовать на станцию; выходные, разрешающие или запрещающие поезду отправиться со станции на перегон; проходные, расположенные на перегоне и разрешающие или запрещающие поезду проследовать на ограждаемые ими блок-участки; маршрутные — для разрешения или запрещения поезду проследовать из одного района станции в другой; прикрытия — для ограждения мест пересечений в одном уровне железных дорог с другими железными дорогами, трамвайными путями и троллейбусными линиями, а также разводных мостов. Кроме того,

применяются маневровые, горочные, по-вторительные, заградительные, предупредительные и локомотивные светофоры.

Основными сигнальными цветами на транспорте являются красный, желтый и зеленый (возможно, их сочетание). Их выбор неслучаен: при одинаковой силе света красный огонь лучше виден и искажается меньше, чем другие огни. Поэтому он принят в качестве сигнала остановки. Желтый огонь близок к красному и виднее зеленого. Он разрешает движение, но требует снижения скорости. В тумане желтый огонь приобретает красноватый оттенок и благодаря этому его нельзя ошибочно принять за зеленый, который разрешает движение с установленной скоростью.

Основной принцип сигнализации — это остановка подвижного состава перед светофором с красным сигнальным показанием и разрешение проследовать светофор с желтым и зеленым показаниями.

Согласно Инструкции по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации основными значениями сигналов являются следующие: один зеленый огонь разрешает движение с установленной скоростью; один красный огонь запрещает проезжать сигнал; один желтый мигающий — разрешает движение с установленной скоростью, следующий светофор открыт и требует движения с уменьшенной скоростью; один желтый огонь — разрешает движение с готовностью остановиться, т.к. следующий светофор закрыт; два желтых огня, из них верхний мигающий требуют проследование светофора с уменьшенной скоростью, поезд проследует с отклонением по стрелочному переводу, следующий светофор открыт; два желтых огня дают разрешение проследовать светофор с уменьшенной скоростью и готовностью остановиться у следующего светофора, поезд следует с отклонением по стрелочному переводу

Кроме названных цветов, применяют синий, лунно-белый, прозрачно-белый и молочно-белый сигнальные огни. Синий огонь используют как запрещающий на маневровых светофорах. Лунно-белый огонь применяют как разрешающий маневровый и как пригласительный на входных, выходных и маршрутных светофорах, а прозрачно-белый — в ручных фонарях, поездных сигналах, указателях гидроколонок и светящихся указателях перегрева букс и др. Молочно-белый огонь применяют в стрелочных указателях и указателях путевого заграждения.

Кроме перечисленных светофоров, сигналами которых пользуются машинисты, применяют переездные светофоры с мигающими красными огнями для ограждения переездов со стороны автотранспорта.

Звуковые сигналы обозначаются числом и сочетанием звуков различной продолжительности. Значение их днем и ночью одно и то же. Для подачи звуковых сигналов служат свистки локомотивов, моторвагонных поездов и дрезин, звонки, ручные свистки, духовые рожки, сирены, гудки и петарды. Все локомотивы оборудуются звуковыми устройствами двух типов — большой громкости (тифоны) для перегонов и малой (свистки) для подачи сигналов в черте города. Звуковые сигналы подают по возможности так, чтобы не создавать шума, особенно в населенных пунктах. Поэтому они слышны обычно на сравнительно небольших расстояниях. Подача большинства звуковых сигналов требует непрямого участия человека.

### **2.5.2. Общие сведения о маневровых, переносных, ручных, поездных сигналах, сигнальных указателях и знаках**

При маневровой работе применяют: маневровые светофоры, сигнализирующие лунно-белым огнем разрешение маневров и синим огнем запрещение маневров; горочные светофоры, имеющие несколько показаний, по которым разрешается производить роспуск составов с сортировочных горок с разными скоростями; ручные и звуковые сигналы, посредством которых машинисту маневрового локомотива подают команды «Вперед», «Назад», «Тише», «Стой».

К сигналам ограждения относятся постоянные диски ограничения скорости, переносные прямоугольные и квадратные шиты для обозначения опасных участков пути, мест препятствий для движения, мест производства работ на перегонах и станциях, а также для ограждения подвижного состава на станционных путях и на перегоне при вынужденной остановке.

Для подачи ручных сигналов используют красный и желтый флаги, фонари с красным, желтым, зеленым и прозрачно-белым огнями, ручной красный и белый с черным окаймлением диски. Ручные сигналы применяют при маневровой работе, опробовании тормозов поезда, приеме, пропуске и отправлении поездов, встрече поездов путевыми, мостовыми и тоннельными обходчиками; их используют также работники, обслуживающие поезда, и др. С помощью ручных сигналов машинистам локомотивов либо предъявляют требование остановить поезд, либо разрешают движение с установленной или пониженной скоростью, либо требуют произвести пробное торможение или отпустить тормоза.

Сигналами, применяемыми для обозначения поездов, локомотивов и других подвижных единиц, являются фонари с прозрачно-белыми, красными, желтыми огнями, красные и желтые флаги, красные диски. Они служат для обозначения головы и хвоста поезда и других подвижных единиц. Голову и хвост поезда обозначают различно в зависимости от движения на однопутном или по правильному пути двухпутного участка; по неправильному пути двухпутного участка; следует поезд или одиночный локомотив; движется поезд с локомотивом впереди или вагонами вперед. По числу, цвету и расположению сигналов в голове и хвосте поезда, зная Инструкцию по сигнализации, можно днем или ночью ориентироваться в том, по какому пути и как следует поезд.

Для передачи дополнительных указаний на дорогах применяют самые разнообразные по назначению и виду сигнальные указатели и сигнальные знаки (Рисунок 79).

Имеется несколько типов сигнальных указателей: маршрутные — для указания номера пути приема или направления движения поезда; стрелочные, указывающие положение стрелок на движение по прямому или боковому пути; путевого заграждения; гидравлических колонок; перегрева букс на участках, оборудованных устройствами для выявления перегретых букс у проходящих поездов; границы блокучастков, где применяется автоматическая локомотивная сигнализация; «Опустить токоприемник» — на электрифицированных участках перед воздушным промежутком.

Сигнальные знаки разделяются на временные и постоянные.

Временные сигнальные знаки устанавливаются на участках, где работают снегоочистители, а также при производстве плановых ремонтных и строительных работ.

Сигнальные знаки требуют от машиниста локомотива определенного действия (например, «Начало торможения» или «Поднять токоприемник») или снизить скорость движения поезда и т.п. Каждый сигнальный знак в отличие от светофоров и сигнальных указателей имеет только одно сигнальное значение.



Рисунок 79. Классификация сигнальных указателей и сигнальных знаков

Сигнальные знаки отличаются тем, что не имеют собственных источников света, поэтому их размещают так, чтобы при приближении поезда они освещались прожектором. Для лучшей видимости некоторые сигнальные знаки оборудованы отражателями.

Широкое распространение на железнодорожном транспорте у работников ряда профессий получили специальные жилеты из ткани оранжевого цвета. Для ночного времени жилеты дополняются полосами из специальной световозвращающей ткани, которые отражают лучи прожектора локомотива. Такие жилеты значительно увеличивают

дальность видимости, что очень важно для обеспечения безопасности труда ремонтных рабочих пути, монтеров пути и контактной сети и др.

### **2.5.3. Устройства сигнализации, централизации и блокировки на перегонах и станциях**

Основными видами устройств СПБ на перегонах для регулирования, обеспечения безопасности движения поездов и необходимой пропускной способности являются следующие средства: автоматическая блокировка (автоблокировка), автоматическая локомотивная сигнализация, устройства диспетчерского контроля за передвижением поездов, полуавтоматическая блокировка, автоматическая переездная сигнализация и автошлагбаумы.

Полуавтоматическая блокировка не обладает высоким качеством автоматических систем и поэтому применяется на участках со сравнительно небольшими размерами движения поездов.

На малодейственных участках и подъездных путях в качестве средств связи при движении поездов ПТЭ допускают применять электрожелезную систему и телефон.

**Автоматическая блокировка.** Автоблокировка (АБ) является основной системой для интервального регулирования движения поездов на линиях магистральных железных дорог. Она обеспечивает более высокую, чем все другие средства СЦБ, пропускную способность и безопасность движения поездов. При автоблокировке межстанционный перегон делят на блок-участки длиной от 1000 до 2600 м. Каждый блок-участок ограждают проходным автоматически действующим светофором. Открытие и закрытие, а также смена сигнальных показаний каждого светофора происходят автоматически при движении поезда по перегону. Исключением являются выходные и входные светофоры: ими управляют дежурные по станциям.

Автоблокировка бывает двухзначной, трехзначной и четырехзначной. Двухзначная АБ находит применение только на линиях метрополитена, где необходимо обеспечить как можно меньшие интервалы между поездами. На магистральных железных дорогах из-за большой скорости движения, большой массы поездов и значительной длины тормозных путей применяют трех- и четырехзначную АБ.

Если блок-участок свободен, ток от источника питания протекает по рельсам и поступает в путевое реле, которое замыкает цепь сигнальной батареи СБ на зеленый огонь светофора. Если блок-участок занят хотя бы

одной колесной парой (или лопнул рельс), то ток не будет поступать в путевое реле, якорь его отпадет, и пепь сигнальной батареи замкнется на лампу красного огня светофора.

В последние годы разработаны и внедрены новые системы автоблокировки, которые применяются на участках с любыми видами тяги и обладают высокой эксплуатационной надежностью. К таким системам относятся: частотная АБ с использованием рельсовых цепей и сигналов автоматической локомотивной сигнализации (АЛС) переменного тока повышенной частоты; АБ с рельсовыми цепями без изолирующих стыков и проходных путевых светофоров с размещением перегонной аппаратуры на прилегающих станциях; унифицированная АБ с программированным контролем освобождения рельсовых цепей и разрешающих показаний путевых светофоров.

Основным средством интервального регулирования движения поездов является АБ с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением аппаратуры (ЦАБ). Она позволяет отказаться от изолирующих стыков на перегонах — самого слабого звена действующих систем АБ. Это особенно необходимо при применении бесстыкового пути.

Отличительной особенностью ЦАБ, упрощающей ее техническое обслуживание, является отсутствие на перегоне проходных светофоров и основной аппаратуры, которая размещается на прилегающих к перегону станциям. Движение поездов по перегону осуществляется по сигналам автоматической локомотивной сигнализации (АЛС).

Перегон, оборудованный ЦАБ, делят на относительно короткие блок-участки (по 800—1000 м), границы которых отмечены номерными кабельными стойками со светоотражателями на них и телефонными аппаратами наружной установки.

**Автоматическая локомотивная сигнализация (АЛС).** Автоматическая локомотивная сигнализация (АЛС) предназначена для повышения безопасности движения поездов, увеличения пропускной способности линии и улучшения условий труда локомотивных бригад.

В условиях плохой видимости сигналов (дождь, туман, снегопад), особенно при наличии кривизны пути и частых переломах профиля, машинист поезда может своевременно не заметить показания светофора, что приведет к проезду запрещающего сигнала.

Чтобы исключить такие негативные случаи, автоблокировка дополняется АЛС — специальными устройствами, при помощи которых показания путевых светофоров с приближением поезда к ним передаются

на светофор локомотива, установленный в кабине машиниста. Устройства АЛС дополняются автостопами, которые тормозят поезд перед закрытым светофором, если сам машинист не примет мер к своевременному торможению.

Систему АТС дополняют устройством для проверки бдительности машиниста и контроля скорости движения поезда, а в наиболее совершенных системах — устройствами автоматического регулирования скорости.

АЛС с автостопом осуществит торможение поезда и в случаях превышения допустимой скорости или неподтверждения машинистом бдительности.

**Устройства диспетчерского контроля за движением поездов.** Устройства диспетчерского контроля (ДК) применяются на участках, оборудованных АБ для непрерывной передачи информации поезвному диспетчеру об установленном направлении движения (на участках однопутной блокировки), занятости блок-участков, главных и приемо-отправочных путей промежуточных станций, а также показаниях входных и выходных светофоров.

Кроме того, устройства ДК дают возможность дежурным промежуточных станций следить за движением поездов на прилегающих участках, а так же эта система сообщает информацию о повреждениях перегонных устройств АБ и переездной сигнализации на прилегающих к станции перегонах.

На железных дорогах применяют систему частотного диспетчерского контроля (ЧДК). Она представляет собой устройства телеконтроля, дающие информацию о состоянии перегона в пределах диспетчерского круга центрального диспетчерского пункта (ДНИ) с циклом опроса 14 секунд (каждый сигнал передается примерно 0,4 секунды) с общим количеством контролируемых объектов 480. ДК предусматривает трехуровневую систему контроля и передачи информации.

При возникновении на какой-нибудь сигнальной точке повреждения, соответствующий индикатор на табло дежурного по станции (ДСП) начинает мигать. Характер повреждения можно определить по ритму мигания.

Система может быть дополнена устройствами технического прогнозирования состояния контролируемых объектов. Для определения состояния объектов линейных пунктов, с промежуточных станций посылаются сигналы опроса, а обратно — ответные сигналы для передачи

контроля за техническим состоянием аппаратуры автоблокировки и электрической централизации.

**Автоматическая переездная сигнализация.** На пересечении железной дороги в одном уровне с автомобильными дорогами устраивают переезды, которые бывают регулируемы, когда имеются устройства переездной сигнализации, и нерегулируемы, когда возможность безопасного проезда полностью зависит от водителя транспортного средства. В ряде случаев переездная сигнализация обслуживается дежурным работником. Такие переезды называются охраняемыми, а необслуживаемые — неохраняемыми. К переездным устройствам относится автоматическая светофорная сигнализация с автоматическими шлагбаумами или без них и автоматическая оповестительная сигнализация, дополняемая неавтоматизированными шлагбаумами. Эти устройства служат для закрытия движения автотранспортных средств через переезд при приближении к нему поезда. Применение тех или иных устройств, ограждающих переезд определяется его категорией. Существуют четыре категории в зависимости от интенсивности движения транспортных средств в двух направлениях. Основные требования к устройствам ограждения переездов сформулированы в ПТЭ.

Переезды с интенсивным движением (I и II категории) для ограждения со стороны автомобильной дороги оборудуют автоматической светофорной переездной сигнализацией с автошлагбаумами и заградительным устройством (УЗП). Переезд ограждается двузначными светофорами ПС с попеременно мигающими красными огнями и подается звуковой сигнал для оповещения пешеходов. Мигающая сигнализация применяется для того, чтобы водитель автотранспортного средства не мог принять переезд за обычный городской перекресток. УЗП обеспечивает автоматическое ограждение с помощью устройств поднятием крышек при приближении поезда. Контроль состояния УЗП обеспечивается специальными датчиками с информированием дежурного по переезду. В ночное время для видимости крышка оборудована катафотами.

Для предупреждения автотранспорта о приближении к переезду перед ним устанавливают два предупредительных треугольных знака на расстоянии 40—50 м от ПС и на расстоянии 120—150 метров. Автоматические шлагбаумы, перекрывающие проезжую часть автодороги, и светофоры автоматической светофорной сигнализации устанавливают на правой ее обочине.

Нормальное положение автоматических шлагбаумов открытое, а электрошлагбаумов и механизированных шлагбаумов, как

правило, закрытое. Для приведения в действие автоматической переездной сигнализации используют рельсовые цепи автоблокировки или устраивают специальные цепи.

Когда поезд приближается на определенное расстояние к переезду, включается переездная сигнализация и звонок, а через 10—12 с опускается брус шлагбаума; звонок выключается, а световая сигнализация действует до освобождения переезда и поднятия бруса. В случае аварии на переезде его ограждают со стороны подхода поездов красными огнями заградительных светофоров 31, 32, включаемых дежурным по переезду. На участках с автоблокировкой одновременно загораются красные огни ближайших светофоров автоблокировки.

Заградительные светофоры устанавливаются с правой стороны по движению поезда на расстоянии не менее 15 м и не более 800 м от переезда. Место установки светофора выбирают так, чтобы обеспечивалась видимость огня светофора на расстоянии не менее тормозного пути, необходимого в данном случае при экстренном торможении и максимально реализуемой скорости.

На железнодорожных переездах поезда имеют преимущественное право беспрепятственного движения через переезд, так как тормозной путь поезда более чем в 10 раз превышает тормозной путь транспорта на автодороге.

Чтобы избежать замыкания рельсовых цепей автоблокировки при проходе через переезд гусеничных тракторов, катков и других дорожных машин, верх настила переезда устраивают выше головок рельсов на 50 мм.

**Полуавтоматическая блокировка.** Полуавтоматическая блокировка (ПАБ) применяется в качестве интервального регулирования движения поездов на малодеятельных участках железных дорог, где интенсивность движения поездов не высока. Полуавтоматической она называется потому, что часть действий по изменению показаний сигнала происходит автоматически под воздействием колес подвижного состава на путевые датчики, а другая часть — работником, отвечающим за движение поездов. При ПАБ на межстанционном перегоне может находиться только один поезд. Для увеличения пропускной способности наиболее длинные межстанционные перегоны делят на два межпостовых перегона (блок-участка) и на месте раздела устраивают путевой блок-пост. Разрешением на занятие поездом свободного перегона служит разрешающее показание выходного (для станции) и проходного (для блок-поста) сигнала.

Согласно требованиям ПТЭ устройства ПАБ не должны допускать открытие выходного или проходного светофора до освобождения

подвижным составом межстанционный или межпостового перегона, а также самопроизвольного закрытия светофора в результате перехода с основного на резервное энергоснабжение или наоборот. Для этого на каждой станции (посту) ограждаемого перегона устанавливаются блок-аппараты, связанные друг с другом электрической сетью таким образом, что для пользования сигналами от дежурных по станции или посту требуется выполнять необходимые действия в определенной последовательности.

Релейную полуавтоматическую блокировку (РПАБ) применяют на однопутных и двухпутных участках, оборудованных светофорами.

В РПАБ все блокировочные зависимости выполняют реле. Эта система по сравнению с электромеханическими обеспечивает более высокий уровень автоматизации управления, так как известительные сигналы подаются автоматически и действия дежурного по станции упрощены. Аппараты управления релейной ПАБ имеют кнопки для подачи блокировочных сигналов и индикаторные лампочки для контроля состояния входных и выходных светофоров и действия самой блокировки.

Полуавтоматические системы блокировки автоматически контролируют прибытие поезда, но не обеспечивают проверку прибытия его в полном составе. Это должен сделать сам дежурный по станции, и только после проверки он имеет право подать блокировочный сигнал о прибытии поезда на станцию.

Этот недостаток при РПАБ устраняется применением специального устройства автоматического контроля хвоста поезда, которое устанавливается на станции и на последнем вагоне поезда.

При отсутствии такого контроля подача блокировочного сигнала «Прибытие» и отправление на перегон следующего поезда исключены.

Устройства ПАБ достаточно просты и надежны, и поэтому они применяются на отечественных железных дорогах еще с 1870-х годов.

#### **2.5.4. Виды технологической электросвязи на железнодорожном транспорте**

Для нормальной и четкой работы железнодорожный транспорт оснащается необходимыми устройствами связи, при помощи которых производится передача любой информации. В системе железнодорожной связи имеются различные виды, которые делятся: по назначению — на общетехнологическую и оперативно-технологическую; по району действия — на магистральную, дорожную, отделенческую, местную и станционную; по типу используемых линий на проводную, радио, радиорелейную, спутниковую и другие системы.

Существующая сеть связи является в основном аналоговой и организована на кабельных и воздушных линиях. Аналоговое оборудование сети еще будет преобладающим на протяжении довольно длительного времени и поэтому должно модернизироваться. Перспективным направлением является внедрение цифровой техники и высокоскоростных линий связи. Это позволит более эффективно развивать и совершенствовать новые комплексы информационных технологий, направленных на рост эффективности управления на основе качества и надежности связи.

**Проводная связь.** Общетехнологическая телефонная связь предназначена для ведения служебных переговоров между работниками, расположенными на одной или на разных станциях.

Такая связь организуется из сети местной, имеющей выход на междугородную телефонную связь. Эта сеть строится по трем уровням связи (в соответствии со структурой управления работой транспорта) — магистральному, дорожному и отделенческому.

Станционная телефонная связь служит для переговоров работников станций между собой, с отделением и управлением дороги; дорожная (телефонная, телеграфная) — для связи ОАО «РЖД» с управлениями дорог.

Оперативно-технологическая связь (ОТС) — предназначена для оперативного управления технологическим процессом соответствующих подразделений транспорта, организации перевозочного процесса, регулирования грузопотоков, повышения эффективности использования подвижного состава, обеспечения взаимодействия и координации работы различных подразделений.

По району действия оперативная связь различается на магистральную, дорожную, отделенческую и станционную. Магистральная О-ТС связь организуется между ОАО «РЖД» и управлениями железных дорог. К ней относятся магистральная связь совещаний (МСС), распорядительная (МРС), управления военизированной охраны, транспортной милиции и др.

Дорожные О-ТС связи организуются между управлением и региональными отделами, а также между крупными станциями.

К этой связи относятся и дорожная связь совещаний (ДСС), дорожная распорядительная связь (ДРС), дорожные диспетчерские связи служб управления дорог с дистанциями.

К станционной О-ТС телефонной связи относятся: стрелочная и станционная распорядительная связи. Рассмотрим подробнее назначение некоторых основных видов связи.

Более совершенной является фототелеграфная связь, обладающая большой пропускной способностью, полной автоматичностью и точностью передачи документов: копии фотографий, чертежей, рукописного и печатного текста и т.п.

**Радиосвязь.** Основным преимуществом радиосвязи по сравнению с проводной является то, что она дает возможность вести переговоры с работниками, находящимися в движении (машинистами локомотивов, составителями, осмотрщиками, работниками бригад по ремонту-пути, контактной сети, устройств СПБ, строительных подразделений, работниками, обслуживающими пассажирские поезда, и др.). Применяют радиосвязь поездную, станционную и ремонтно-оперативную.

Поездная радиосвязь предназначена для обеспечения непрерывной двусторонней связи между поездным диспетчером и машинистами локомотивов, находящихся в пределах диспетчерского участка; между машинистом локомотива, находящегося на перегоне, и дежурным по ближайшей станции, а также для связи машинистов встречных поездов между собой на расстоянии не менее 3 км. Поездную радиосвязь устраивают в виде сочетания радио- и проводной связи. Радиостанции устанавливают на локомотивах и в служебных помещениях дежурных по промежуточным станциям участка. Переговоры от локомотива до ближайшей станции ведут по радио, а дальше от этой станции до поездного диспетчера — по проводам. К поездной относится также радиосвязь машинистов локомотивов в соединенных поездах. К этой

связи предъявляются особые требования в отношении качества и надежности канала связи.

Станционная радиосвязь бывает маневровой и горочной. Маневровая радиосвязь обеспечивает надежную двустороннюю связь маневрового диспетчера (дежурного по станции, составителя поездов) с машинистами маневровых локомотивов в пределах территории станций, а на крупных станциях — в пределах маневрового района. Горочная радиосвязь применяется для переговоров дежурного по горке с машинистами горочных локомотивов.

Для организации маневровой и горочной радиосвязи локомотивы оборудуют радиостанциями РВ, а у маневрового диспетчера и дежурных по паркам устанавливают стационарные радиостанции РС с двумя или тремя пультами управления. Составители и их помощники имеют радиостанции РН, а слесари и регулировщики скорости скатывания отцепов с горки — переносные приемники. Радиостанции имеют также работники пунктов технического обслуживания и коммерческого осмотра составов, диспетчеры грузового двора, службы охраны и др.

Ремонтно-оперативная радиосвязь предназначена для управления ремонтными работами на перегонах. Она должна обеспечивать надежную двустороннюю связь внутри ремонтных подразделений с руководителем работ, а руководителя работ — с машинистами поездных локомотивов и с руководством и дежурным аппаратом соответствующей службы.

Устройства поездной и станционной радиосвязи могут быть оборудованы приборами для автоматической записи переговоров.

Радиорелейные линии связи. Они позволили создать многоканальные системы радиосвязи в ультракоротковолновом диапазоне. Радиорелейные линии образуют цепочку приемо-передающих радиостанций, располагающихся на расстоянии 50—60 км в прямой видимости их антенн. При помощи антенн ультракороткие волны излучаются в виде направленного пучка, представляющего собой высокочастотный широкополосный канал связи, который позволяет одновременно вести сотни переговоров. Радиорелейные линии работают очень устойчиво, не подвержены воздействиям атмосферы и высоковольтных линий переменного тока. Радиорелейные линии используются также для передачи телевизионных изображений.

**Телевидение.** На отечественных и зарубежных железных дорогах широко применяют разнообразные системы промышленных телевизионных установок (ПТУ), предназначенных для наблюдения за

различными производственными процессами. Применение телевидения идет по следующим основным направлениям.

Обзорные телевизионные системы используются для передачи изображений станций, отдельных парков, цехов локомотивных и вагонных депо. Они позволяют наблюдать за работой складов и сортировочной горки, контролировать прохождение процессов загрузки грузовых, почтовых, багажных и пассажирских вагонов.

Телевизионные установки способствуют повышению безопасности движения поездов, особенно на переездах с интенсивным движением автотранспорта, а также наглядному контролю за состоянием пути, мостов, тоннелей, контактной сети и др.

Телевизионные системы регистрации движущихся поездов эффективно используются для считывания номеров грузовых вагонов по ходу поезда при приеме на станции, перестановке составов из сортировочных парков в парки отправления. Телекамера и видеомагнитофон включаются при вступлении поезда на контрольную рельсовую цепь, а после прохода поезда видеомагнитофон переводится в режим замедленного воспроизведения для оператора считывающего номера или в память ЭВМ.

Телевизионные системы отображения видеоинформации. Такие системы охватывают диспетчерские дисплейные системы, видеоинформационные системы вокзалов и пассажирских поездов, телевизионно-цифровые тренажеры и обучающие устройства, телевизионноизмерительные установки. Большинство диспетчерских дисплейных систем входят как со-ставные части в автоматизированные устройства управления движением поездов.

## **2.6.Раздельные пункты и железнодорожные узлы**

### **2.6.1. Назначение и классификация раздельных пунктов**

Для пропуска необходимого числа поездов по участку и обеспечения безопасности движения поездов железнодорожные линии делятся на перегоны или блок-участки раздельными пунктами.

Различают раздельные пункты без путевого развития и с путевым развитием.

К отдельным пунктам без путевого развития относятся путевые посты (блокпосты при полуавтоматической блокировке, посты примыкания на однопутном перегоне с двухпутной вставкой и т.п.) и проходные светофоры автоблокировки, которые служат для разграничения движущихся поездов. На участках с автоматической локомотивной сигнализацией, применяемой как самостоятельное средство сигнализации и связи, эту функцию выполняют обозначенные границы блок-участков, так как проходные светофоры на таких участках отсутствуют.

К отдельным пунктам с путевым развитием относятся разъезды, обгонные пункты и станции.

Разъезды — это отдельные пункты на однопутных линиях, имеющие путевое развитие, предназначенное для скрещения и обгона поездов.

Обгонные пункты — это отдельные пункты на двухпутных линиях, имеющие путевое развитие, допускающее обгон поездов и в необходимых случаях — перевод поезда с одного главного пути на другой.

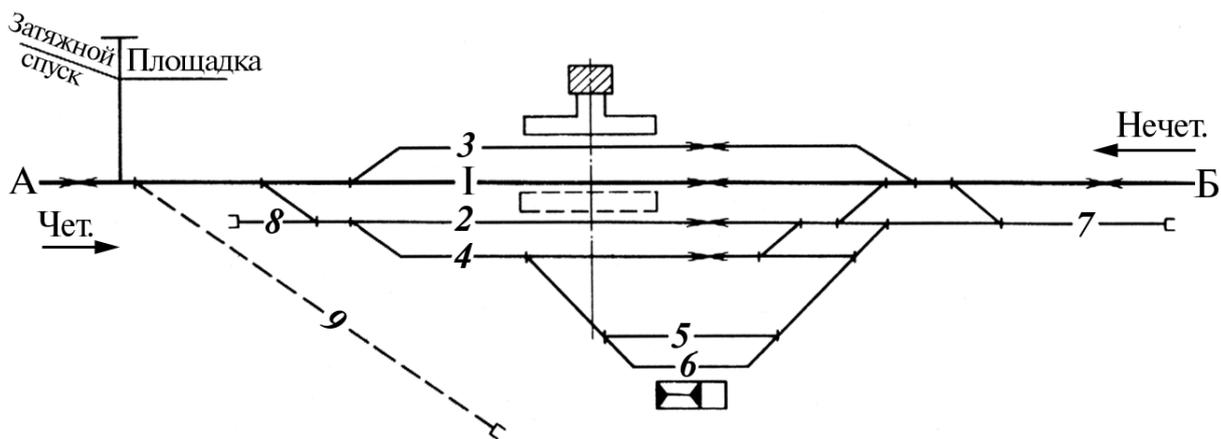
Станциями называются отдельные пункты, имеющие путевое развитие, позволяющее выполнять операции по приему, отправлению, скрещению и обгону поездов, операции по приему и выдаче грузов и обслуживанию пассажиров, а при развитых путевых устройствах — маневровую работу по расформированию и формированию поездов и технические операции с ними.

По характеру работы станциями делятся на промежуточные, участковые, сортировочные, пассажирские и грузовые. Станции, к которым примыкает не менее трех магистральных направлений, называются узловыми. В зависимости от объема и сложности работы станции подразделяются на классы. Станции, выполняющие большой объем работы и имеющие высокий уровень технического оснащения, относятся к внеклассным, затем следуют станции I, II, III, IV и V классов.

Станции являются основными производственно-хозяйственными единицами (предприятиями) транспорта, через которые осуществляется непосредственная связь железных дорог с клиентурой.

### **2.6.2. Станционные пути и их назначение**

Железнодорожные пути на отдельных пунктах (Рисунок 79) подразделяются на станционные и специального назначения.



1 — главный; 2—4 — приемно-отправочные; 5 — выставочный; 6 — погрузочно-выгрузочный; 7 — вытяжной; 8 — предохранительный тупик; 9 — улавливающий тупик

Рисунок 79. Схема раздельного пункта пути

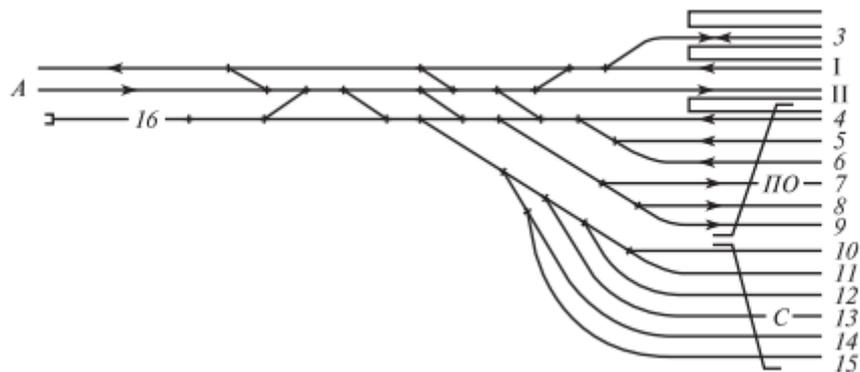
К станционным относятся пути в границах станций — главные, приемно-отправочные, сортировочные, вытяжные, погрузочно-выгрузочные, деповские (локомотивного и вагонного хозяйств); соединительные, а также прочие пути. К путям специального назначения относят предохранительные и улавливающие тупики и подъездные пути. Предохранительные тупики — это тупиковые пути, предназначенные для предупреждения выхода подвижного состава на маршруты следования поездов.

Улавливающие тупики — это тупиковые пути, предназначенные для остановки потерявшего управление поезда или части поезда при движении по затяжному спуску, расположенному на примыкающем к станции перегоне.

Пути, предназначенные для выполнения одних и тех же операций, объединяют в отдельные группы, называемые парками. В зависимости от своего назначения различают парки приема и отправления поездов, сортировочные и др.

Зону, в которой уложены стрелочные переводы, соединяющие пути и парки между собой, а также с главными, вытяжными и ходовыми путями называют горловиной станции. Конструкция горловин должна обеспечивать необходимую пропускную способность и безопасность движения. Для этого при проектировании предусматривают возможность одновременного передвижения в горловине поездов и маневровых составов. На Рисунке 80 приведена схема горловины, позволяющая одновременно выполнить три передвижения: пропуск поездов по I и II главным путям и маневры на вытяжном пути /6; или отправление поездов

из приемо-отправочного парка в сторону Л; прием поездов в приемо-отправочный парк со стороны А и маневровое передвижение по вытяжному пути 16.



ПО — приемоотправочный парк; С — сортировочный парк  
Рисунок 80. Схема стрелочной горловины станции

Число и длину путей на станциях устанавливают на основе технико-экономических расчетов. При этом различают полную и полезную длину путей. Полной длиной сквозного пути называется расстояние между стыками рамных рельсов стрелочных переводов, ограничивающих путь, а тупикового пути — расстояние отстыка рамного рельса стрелочного перевода, ограничивающего путь, до упора. Полезной считается часть полной длины, в пределах которой может находиться подвижной состав, не нарушая безопасности движения по соседним путям. При отсутствии выходных сигналов полезная длина сквозного пути ограничивается предельными столбиками, относящимися к этому пути, а полезная длина тупикового пути — с одной стороны путевым упором, а с другой — предельным столбиком или стыком рамного рельса стрелочного перевода.

При наличии выходных сигналов и оборудования путей электрическими рельсовыми цепями полезная длина сквозного пути определяется расстоянием от выходного сигнала до изолирующего стыка, установленного в противоположном конце, а тупикового пути от выходного сигнала до путевого упора.

Предельные столбики устанавливаются посередине междупутья в том месте, где расстояние между осями сходящихся путей составляет 4100мм. Места установки предельных столбиков, изолирующих стыков и выходных сигналов. Расстояния от центра стрелочного перевода до места установки предельного столбика или сигнала зависят от марки

крестовины, радиуса закрестовинной кривой и ее направления, а также от размера междупутья и ширины стойки светофора.

Пути на станциях магистральных железных дорог проектируются стандартной полезной длиной 1050 и 850м, а для длинносоставных поездов при технико-экономическом обосновании — 2100 и 1700м.

Каждому пути и стрелочному переводу станций присваивают номер.

Главные пути нумеруются римскими цифрами, а остальные станционные пути — последующими арабскими. Стрелочные переводы со стороны прибытия четных поездов нумеруют четными цифрами (2, 4 и т.д.), а со стороны прибытия нечетных поездов — нечетными (1, 3, 5 и т.д.). Границей между четной и нечетной сторонами станций или парка путей при нумерации стрелочных переводов является ось пассажирского здания или ось парка, перпендикулярная направлению путей.

Маневровой называется работа, связанная с передвижением вагонов с локомотивами, а также одиночных локомотивов по путям станции для расформирования и формирования составов, обработки поездов и вагонов, подачи вагонов к местам погрузки, выгрузки, подачи поездных локомотивов под составы и уборки их из-под составов в депо. Важнейшее требование к производству маневровой работы — это безусловное обеспечение безопасности передвижений и сохранности грузов и подвижного состава.

### **2.6.3. Стрелочные переводы и посты**

На железнодорожных станциях, разъездах и обгонных пунктах важным элементом являются устройства, которые служат для перевода подвижного состава с одного пути на другой и носят название соединения путей.

Наиболее распространенным видом соединения путей являются стрелочные переводы. Они позволяют переводить с одного пути на другой вагоны, локомотивы и поезда.

Стрелочные переводы объединяются в посты, которые в зависимости от их перевода подразделяются на стрелочные посты (пещен трализовапные) и посты централизации.

Стрелочные посты объединяют стрелки, острия которых переводит вручную дежурный стрелочного поста при помощи переводного механизма непосредственно у стрелки.

Посты централизации объединяют стрелки, которые переводятся специальными устройствами (электроприводами) с одного центрального пункта.

Эти пункты на станциях называются станционными постами централизации, в которых сосредоточено управление централизованными стрелками и сигналами всей станции или группой централизованных стрелок и сигналов.

Станционные централизованные посты подразделяются на:

- пост ДСП (дежурного по станции);
- пост ГАЦ (горочной автоматизации);
- ДЦ (диспетчерская централизация);
- СП (станционные посты сигнализации, когда стрелками и сигналами управляет сигналист с поста или маневровой колонки, расположенной в районе группы управляемых им стрелок и сигналов).

Стрелочные переводы нумеруются: со стороны нечетного направления — нечетными арабскими цифрами; со стороны четного направления — четными арабскими цифрами.

Не допускается одинаковая нумерация стрелок на одной станции, а для крупных станций для каждого парка устанавливается своя нумерация.

Номера стрелок указываются в техническо-распорядительном акте станции (ТРА) и выписках из него.

Стрелочные переводы, расположенные на главных и приемо-отправочных путях, должны находиться в нормальном положении.

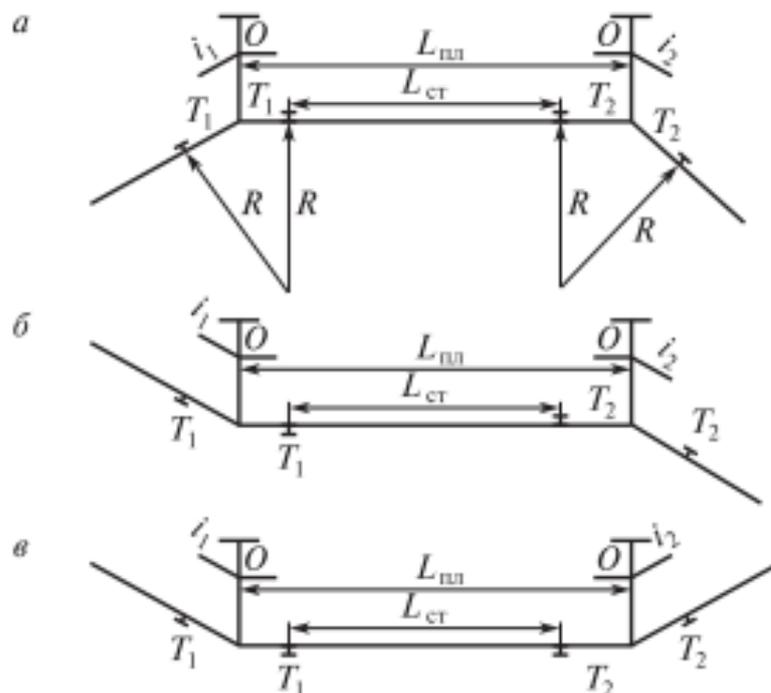
Нормальным положением стрелочных переводов является:

- входных на главных путях станций однопутных линий - направление с каждого конца станции на разные пути;
- входных на главных путях станций двухпутных линий - направление по соответствующим главным путям;
- всех остальных на главных путях станций - направление по соответствующим главным путям;
- ведущих в предохранительные и улавливающие тупики - направление в эти тупики.

Установленное нормальное положение обозначается на станинах ручных стрелок и на кожухах приводов стрелок электрической централизации.

## 2.6.4. Продольный профиль и план путей на станциях

Участок продольного профиля, на котором размещается станция,разъезд или обгонный пункт, называется станционной площадкой. Можно выделить три варианта расположения площадок в профиле:на горбе (Рисунок 81, а), на уступе (Рисунок 81, б) и в яме профиля (Рисунок 81, в).



а — на горбе; б — на уступе; в — в яме;  $i_1, i_2$  — уклоны профиля на подходе к станции;  
 $R$  — радиус вертикальной кривой;  $T_1, T_2$  — тангенсы вертикальных кривых;  
 $L_{пл}$  — длина станционной площадки между точками перелома профиля на подходах к станции;  $L_{ст}$  — длина станционной площадки без учета тангенсов вертикальных кривых  $L_{ст} = (L_{пл} - T_1 - T_2)$

Рисунок 81. Размещение станционных площадок в профиле

Расположение станционной площадки на горбе обеспечивает благоприятные условия для замедления поездов на подходе к станции и разгона при отправлении и лучшие условия отвода воды от площадки. При расположении в яме ухудшаются условия разгона и замедления поездов и отвода воды от станционной площадки. Расположение станционной площадки на уступе занимает среднее положение по своим качествам между двумя первыми вариантами.

Потребная длина станционных площадок на новых линиях устанавливается между тангенсами вертикальных кривых в зависимости от типа раздельного пункта, полезной длины приемоотправочных путей на перспективу, а также от числа главных путей на линии и расположения приемо-отправочных путей (продольное, полупродольное, поперечное). Исходя из этого минимальная длина площадки при поперечном и продольном расположении путей (парков) составляет соответственно для разъездов 1300—2450м, для обгонных пунктов — 1500—2600м, для промежуточных станций — 1450—2900м и для участковых станций — 2000—4000м, а на трехпутных и четырехпутных линиях для промежуточных станций — 2200—3600м, для участковых — 3000—4800м.

Во избежание самопроизвольного ухода вагонов станционные пути в профиле располагаются, как правило, на горизонтальной площадке; в отдельных случаях для уменьшения объема земляных работ допускается размещать их на уклоне 0,0015, а в трудных условиях — не круче 0,0025. Пути стоянки пассажирских составов и отдельных вагонов на пассажирских станциях располагаются на горизонтальной площадке. Такое же требование предъявляется и к путям: у погрузочно-разгрузочных платформ и площадок, для стоянок вагонов без локомотивов, для экипировки и стоянки локомотивов; в трудных условиях допускается располагать эти пути на уклоне до 0,0025, а стрелочные горловины станций — на уклонах не круче руководящего. Пути в зданиях размещаются на горизонтальных площадках.

Для уменьшения сопротивления движению подвижного состава и по условиям видимости станции, разъезды и обгонные пункты, а также отдельные парки и вытяжные пути в плане следует располагать на прямых участках пути. В трудных условиях допускается их размещать на кривых радиусом не менее 1200м, а на линиях со скоростями движения поездов более 120км/ч — не менее 1500м. В особо трудных топографических условиях при соответствующем обосновании допускается уменьшать радиус кривой до 600м, а в горных условиях — до 500м.

В закрестовинных кривых радиус принимается не менее чем у переводной кривой прилегающего стрелочного перевода. Минимальный радиус кривых соединительных и ходовых локомотивных путей, а также кривых в горловине горочного сортировочного парка не менее 200м.

Помимо указанных требований к размещению станционной площадки в профиле и плане при выборе ее на местности, необходимо учитывать: возможность рационального расположения на площадке всех

станционных устройств; обеспечение минимальных объемов работ по строительству земляного полотна и искусственных сооружений; наличие вблизи станционной площадки соответствующей территории для жилищного строительства; наличие надежного источника водоснабжения для технических нужд и населения; возможность дальнейшего развития станции без значительных затрат; надежность осушения станционной территории (следует избегать заболоченных мест) и защиты ее от снежных заносов. При выборе станционной площадки необходимо уточнить расположение электрокабелей, газопроводов и других инженерных сетей с тем, чтобы вынести их или удалиться от них на установленные нормами проектирования расстояния.

### **2.6.5. Маневровая работа на станциях**

Маневровой называется работа, связанная с передвижением вагонов с локомотивами, а также одиночных локомотивов по путям станции для расформирования и формирования составов, обработки поездов и вагонов, подачи вагонов к местам погрузки, выгрузки, подачи поездных локомотивов под составы и уборки их из-под составов в депо. Важнейшее требование к производству маневровой работы — это безусловное обеспечение безопасности передвижений и сохранности грузов и подвижного состава.

Маневровые передвижения подвижного состава с одного пути на другой с переменной направлением движения называются маневровыми рейсами. Каждый из них состоит из двух полурейсов, т.е. из двух передвижений в одном и другом направлениях.

Маневровая работа с вагонами может производиться на вытяжных путях толчками и осаживанием и на сортировочных горках путем роспуска составов с использованием силы тяжести скатываемых вагонов.

Маневры осаживанием производят передвижением маневрового состава с вытяжки на соответствующий путь, где после остановки отцепляют назначенную группу вагонов, а затем процесс повторяют до полного расформирования состава. Время полурейса складывается из времени разгона состава, следования его с постоянной скоростью и торможения при подходе к осаживаемой группе вагонов.

При маневрах толчками машинист подает маневровый состав на вытяжной путь и сильно разгоняет его в сторону сортировочных путей, а

затем резко тормозит, при этом отцепленные вагоны сами перемешаются на соответствующий путь.

Основные требования к порядку выполнения маневровой работы установлены ПТЭ. В них указано, что маневры на станционных путях должны производиться по указанию только одного работника — дежурного по станции, маневрового диспетчера, дежурного по сортировочной горке или парку, а на участках, оборудованных диспетчерской централизацией, — поездного диспетчера. Движением локомотива, производящего маневры, должен руководить только один работник — руководитель маневров (составитель поездов), ответственный за правильное их выполнение.

Подвижной состав на станционных путях должен устанавливаться в пределах их полезной длины. Стоящие на станции вагоны должны быть сцеплены и надежно закреплены от ухода ручными тормозами или тормозными башмаками.

#### **2.6.6. Технологический процесс работы станции. Техническо-распорядительный акт**

Технологический процесс работы станции предусматривает операции по пропуску транзитных поездов, по обработке составов вагонов, расформированию и формированию, маневровой и местной работе в минимальные сроки на основе научной организации и применения передовых методов труда при полном использовании технических средств станции. При разработке технологического

процесса стремятся обеспечить поточность и параллельность выполнения различных операций, уменьшение затрат времени на каждую из них и слаженность в работе штата.

Технологические процессы работы станций применяют как типовые, разработанные ОАО «РЖД», так и составленные специально для станций с большим объемом работы — сортировочных, грузовых, пассажирских и участковых — применительно к местным условиям работы.

Основным требованием к организации работы станции является безусловное обеспечение безопасности движения и строгое соблюдение правил охраны труда работников станции. Этой цели служит техническо-распорядительный акт (ТРА), который устанавливает порядок использования технических средств станции и предусматривает

безопасное и беспрепятственное выполнение операций по приему, отпраалению и проследованию поездов по станции и производству маневровой работы.

Он содержит общие сведения о станции и прилегающих к ней перегонах, данные о примыкании подъездных путей, назначении станционных путей, стрелок и сигналов, об условиях приема и отпрааления поездов, организации маневровой работы и особенностях ее выполнения на станции. Отдельный раздел ТРА отражает требования по технике безопасности на территории станции, относящиеся к работникам, связанным с движением поездов.

### 2.6.7. Устройство и работа отдельных пунктов

На разъездах обычно бывает один главный и один-два приемоотправочных пути для скрещения и обгона поездов.

Скрещение заключается в предварительном приеме поезда на один из приемо-отправочных путей с остановкой. Поезд противоположного направления пропускают через разъезд по главному пути без остановки, после чего отправляется ранее прибывший поезд. Обгон поездов состоит в приеме с остановкой первого поезда на приемо-отправочный путь и пропуске второго поезда того же направления по главному пути или свободному приемо-отправочному пути.

Кроме скрещения и обгона поездов на разъездах производятся посадка и высадка пассажиров, а в некоторых случаях — грузовые операции в небольшом объеме. Разъезды бывают с продольным, полупродольным (Рисунок 82) и поперечным размещением путей.

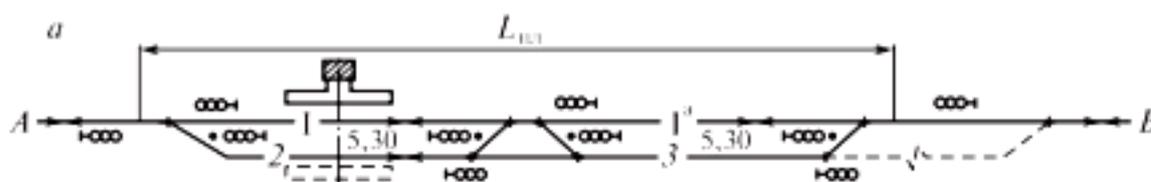


Рисунок 82. Схемы разъездов с продольным односторонним (а), полупродольным

На обгонных пунктах для обгона поездов на двухпутных линиях, как правило, имеется по одному приемо-отправочному пути в каждом направлении, кроме главных; на трехпутных — 2—3; на четырехпутных — 3—4 пути. Для перевода поездов с одного главного пути на другой между главными путями в горловинах укладываются диспетчерские съезды.

Промежуточные станции сооружаются на одно-, двух- и многопутных железнодорожных линиях. Они предназначены для скрещения, обгона и пропуска поездов, выполнения работы по погрузке-выгрузке грузов, посадке-высадке пассажиров, по приему, хранению и выдаче багажа, а также маневровой работы по отцепке вагонов отборных поездов, подаче их к грузовым фронтам, уборке с грузовых фронтов и прицепке к сборным поездам.

В средних условиях расстояние между промежуточными станциями принимают 40—60 км, а на линиях с суровыми климатическими условиями Крайнего Севера — 60—80 км.

Существует три основных типа промежуточных станций: с продольным, полупродольным (Рисунок 83) и поперечным расположением путей.

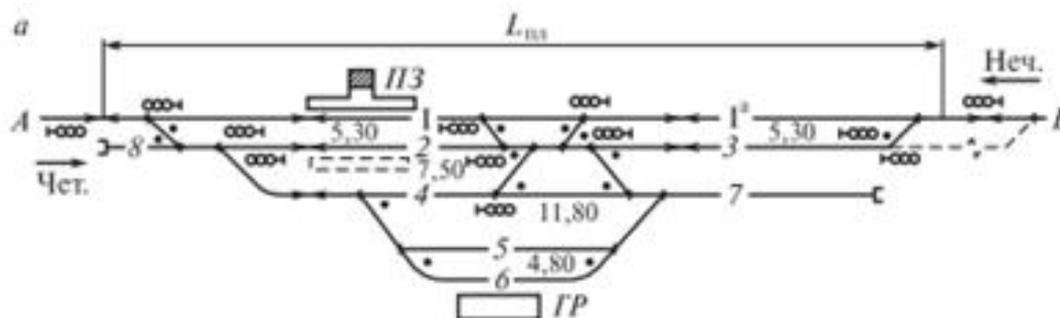


Рисунок 83. Схема промежуточных станций: на однопутной линии с продольным (а), полупродольным расположением путей

Число приемо-отправочных путей на промежуточных станциях принимается от двух до пяти (без главных) в зависимости от размеров движения и числа главных путей на линиях.

**Участковые станции.** Для организации обслуживания поездов и работы локомотивных бригад, технического обслуживания, экипировки и ремонта подвижного состава, расформирования и формирования сборных и участковых поездов железнодорожные линии делятся на участки, на границах которых размещаются участковые станции. Размещение участковых станций на железнодорожных линиях зависит от вида тяги, способа обслуживания поездов локомотивами и локомотивными бригадами. На новых линиях расстояния между участковыми станциями с основным депо при электрической тяге составляют 700—1 000 км, а при тепловозной — 500—800 км.

Участковые станции предназначены для выполнения следующей работы: прием и отправление транзитных пассажирских и грузовых поездов со сменой локомотивов и локомотивных бригад или со сменой только локомотивных бригад, техническое обслуживание и коммерческий осмотр вагонов, расформирование и формирование составов сборных и участковых поездов, техническое обслуживание, экипировка и ремонт локомотивов, отцепочный ремонт вагонов, обслуживание пассажиров, прием и выдача багажа и почты, погрузка и выгрузка грузов в грузовом районе, обслуживание подъездных путей промышленных предприятий.

**Сортировочные станции.** Сортировочными станциями, предназначенными для массового расформирования и формирования грузовых поездов. Здесь перерабатывают транзитные и местные вагонопотоки со сходящихся направлений и формируют поезда, идущие на большие расстояния без переработки на попутных станциях. Кроме того, на сортировочных станциях формируют участковые, сборные и передаточные поезда и выполняют также операции с транзитными грузовыми поездами, ремонт вагонов, экипировку локомотивов, снабжение водой поездов с живностью, сортировку мелких отправок и контейнеров и другие операции.

Сортировочные станции устраивают в районах массовой погрузки или выгрузки грузов, на подходах к крупным промышленным центрам в узловых пунктах железных дорог, где имеет место значительное сосредоточение вагонопотоков. Для выполнения сортировочной работы на этих станциях сооружают сортировочные парки, горки, вытяжные пути.

На сортировочных станциях имеются устройства локомотивного и вагонного хозяйств, водоснабжения, электроснабжения, связи и СЦБ. Станции оборудуются современными устройствами автоматики и телемеханики.

По числу сортировочных систем (комплектов) станции могут быть одно- и двусторонними. Двусторонние имеют две системы сортировочных устройств, каждая из которых перерабатывает вагоны определенного (четного или нечетного) направления. На односторонних станциях в сортировочном парке перерабатывают вагоны обоих направлений.

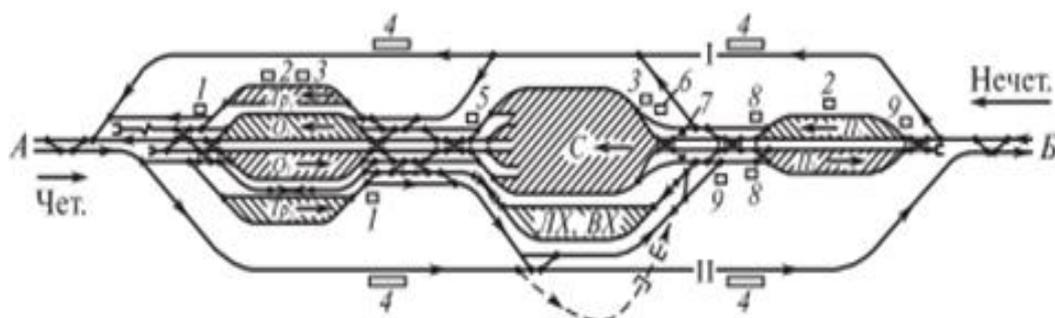
Наиболее прогрессивными являются горочные станции с общими парками приема и отправления поездов для всех примыкающих линий (Рисунок 84).

Горки подразделяют на автоматизированные, механизированные и немеханизированные. Автоматизированные и механизированные горки

оборудуют специальными устройствами для торможения вагонов (вагонными замедлителями), и электрической централизацией стрелок и сигналов или ГАЦ.

В зависимости от объема переработки вагонов и числа путей в сортировочном парке различают сортировочные горки повышенной, большой, средней и малой мощности.

**Пассажирские станции.** Пассажирские станции сооружают в крупных городах, промышленных центрах и курортных районах. На них выполняют работу по обслуживанию пассажиров (продажу проездных билетов, посадку и высадку пассажиров, прием, хранение, выдачу багажа и ручной клади, прием и отправку почты), осуществляют подготовку подвижного состава к перевозкам и организуют движение пассажирских поездов.



- 1 — пост дежурного по отправлению; 2 — пункт технического обслуживания (ПТО);  
 3 — компрессорная; 4 — пассажирский остановочный пункт; 5 — пост дежурного по формированию; 6 — центральный пост управления; 7 — сортировочная горка;  
 8 — приемный пункт пневмопо  
 9 — приемный пункт пневмопо

Рисунок 84. Схема односторонней сортировочной станции

В зависимости от основного назначения различают три вида пассажирских станций: станции, обслуживающие дальнее, местное и пригородное движение; головные, обслуживающие только пригородное движение, и зонные на пригородных участках, включая передочные станции в пунктах слияния или пересечения с линиями метрополитена.

Пассажирские станции, обслуживающие дальнее, местное и пригородное движение, имеют следующие основные устройства: пассажирское здание (вокзал) с помещениями для обслуживания пассажиров; пассажирские платформы и переходы в одном и разных уровнях (тоннели, пешеходные мосты), связывающие вокзал и привокзальную площадь с платформами; пути для приема и отправления

поездов, выполнения маневровых операций и временной стоянки отдельных вагонов (служебных, беспересадочного сообщения и др.); технические парки для очистки, ремонта, формирования, экипировки и стоянки небольшого числа обрабатываемых пассажирских составов в сутки (при большом числе таких составов вместо технических парков строятся самостоятельные пассажирские технические станции); локомотивное и вагонное хозяйства; багажные и почтовые устройства; устройства СПБ и связи, контактной сети, освещения, водоснабжения, канализации и теплоснабжения.

**Грузовые станции.** Грузовые станции предназначены для массовой погрузки и выгрузки. Эти станции устраивают в крупных промышленных и населенных пунктах. В зависимости от назначения и характера выполняемой работы грузовые станции подразделяют на неспециализированные (общего пользования), служащие для погрузки и выгрузки всех видов грузов, и специализированные – для отдельных видов грузов. Последние сооружают в районах добычи ископаемых материалов и в крупных городах перед входами в промышленный район для обслуживания крупных комбинатов или непосредственно на предприятиях. Эти станции служат для погрузки или выгрузки какого-либо одного или нескольких родственных грузов, перевозимых в больших объемах, например угля, руды, минерально-строительных материалов и др.

Грузовые станции общего пользования располагаются на окраинах городов в пунктах, соединенных железной дорогой с сортировочными станциями и автомобильными дорогами с промышленными районами города.

Грузовая станция состоит из двух частей: парков путей, предназначенных для приема, отправления и сортировки вагонов по пунктам подачи, и грузового района, где сосредоточены погрузочно-выгрузочные и выставочные пути, склады, площадки, автоподъезды к ним и механизмы.

**Железнодорожные узлы.** Железнодорожным узлом называется пункт пересечения или примыкания не менее трех железнодорожных линий, в котором имеются специализированные станции и другие отдельные пункты, связанные соединительными путями, обеспечивающими пропуск пассажирских и грузовых поездов с одной линии на другую. Границей узла служат входные сигналы преузловых отдельных пунктов. Железнодорожный узел в крупных населенных пунктах является частью транспортного узла, представляющего собой

комплекс транспортных устройств в районе стыка различных видов транспорта, совместно выполняющих операций по обслуживанию транзитных, местных и городских перевозок. В транспортный узел, помимо железных дорог, могут входить морской, речной порты, автомобильные дороги, сеть промышленного транспорта, аэропорты, сети трубопроводного транспорта и городской транспорт.

В транспортном узле происходит массовая пересадка пассажиров и передача грузов с одного вида транспорта на другой.

В зависимости от размещения основных элементов различают узлы с одной станцией (Рисунок 85), крестообразные, треугольные, с параллельным и последовательным расположением основных станций, кольцевые, радиальные, полукольцевые и комбинированные.

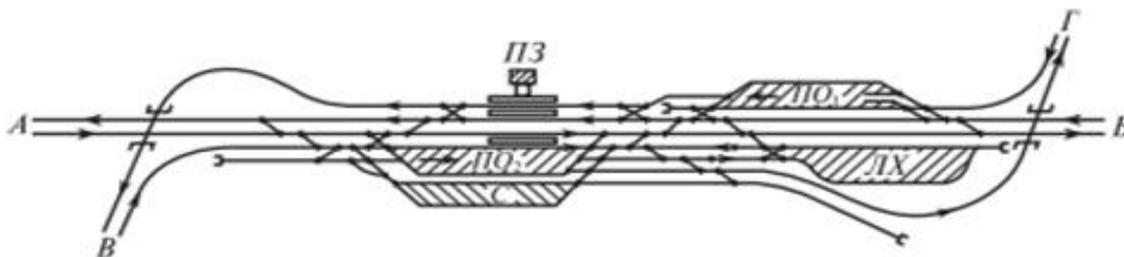


Рисунок 85. Схема узла с одной станцией

## **2.7. Основные сведения о материально-техническом обеспечении железных дорог**

### **2.7.1. Задачи и организационная структура материально-технического обеспечения**

Стабильное и устойчивое функционирование железнодорожного транспорта требует бесперебойного снабжения его подразделений материалами, топливом, запасными частями, оборудованием, инвентарем и другими материально-техническими ресурсами (МТР) необходимого качества и объема в установленные сроки. Несвоевременное и неполное выполнение этих функций органами материально-технического обеспечения влияет на качество перевозочного процесса и конкурентоспособность предприятий железнодорожного транспорта.

Материально-техническое обеспечение (МТО) представляет собой систему планирования и организации закупок, поставок, распределения,

хранения, учета и контроля использования материально-технических ресурсов.

Снижение материальной составляющей в эксплуатационных расходах железных дорог при обеспечении надежной и безопасной работы железнодорожного транспорта является главной целью системы материально-технического обеспечения.

Для достижения этой цели должны решаться следующие задачи: определение обоснованной потребности предприятий в МТР по номенклатуре, объему и качеству, формирование рациональных хозяйственных связей с поставщиками МТР, размещение заказов и закупка необходимых МТР у отечественных и зарубежных поставщиков, а также их последующее рациональное распределение по предприятиям ОАО «РЖД» (с учетом заказов и запасов), организация и контроль поставок, хранения и использования МТР и другие. Важную роль при выполнении этих задач играют совершенствование системы учета и отчетности, внедрение передовых информационных технологий.

Структура управления МТО в целом соответствует корпоративной структуре ОАО «Российские железные дороги» — владельца железнодорожной инфраструктуры и основного перевозчика в стране. На верхнем уровне системы управления МТО на железнодорожном транспорте находятся: отраслевой филиал ОАО «РЖД» — Дирекция «Росжелдорснаб» и Управление планирования и нормирования материально-технических ресурсов ОАО «РЖД».

Дирекция «Росжелдорснаб» осуществляет управленческую деятельность в сфере МТО и организации поставок МТР для нужд ОАО «РЖД». Для организации централизованного снабжения предприятий материальными ресурсами в распоряжении «Росжелдорснаба» находятся базы «Спецжелдорснаба». На уровне железных дорог в структуру «Росжелдорснаба» входят региональные Дирекции по материально-техническому снабжению, оказывающие услуги по снабжению МТР, складской переработке грузов, транспортной обработке подвижного состава (включая перевалку с железнодорожного на автомобильный транспорт и обратно), а на уровне отделений железных дорог — отделы ДМТО.

Для организации централизованного снабжения предприятий материальными ресурсами в распоряжении каждой региональной Дирекции находится Главный материальный склад железной дороги и материальные склады отделений железной дороги.

Линейные предприятия и структурные производственные подразделения железнодорожного транспорта, потребляющие материальные ресурсы, имеют в своем штате секторы и группы снабжения, в распоряжении которых находятся кладовые линейных предприятий.

Система МТО выполняет две функции — управления и производственно-хозяйственную.

Первая функция состоит в разработке нормативов и плановых заданий для органов управления низового уровня, а также в руководстве исполнением оперативных и перспективных задач, нормировании расхода материальных ресурсов, спецификации выделенных фондов, формировании нарядов и др.

Вторая функция относится к объектам складского хозяйства базам «Спецжелдорснаба», главным материальным складам дорог, складам и кладовым линейных подразделений. Задачей складских объектов является организация складирования, хранения, отгрузки потребителям материальных ресурсов.

Указанная система материально-технического снабжения обеспечивает подразделения железнодорожного транспорта всей необходимой номенклатурой материалов, оборудования и запасных частей.

### **2.7.2. Организация материально-технического обеспечения**

Организация МТО предусматривает формирование заявок, планирование и осуществление закупок и поставок материалов на склады железных дорог и их структурных подразделений с последующим их распределением в соответствии с заявками.

Разработка плана материально-технического обеспечения основана на делении всех ресурсов на номенклатуру централизованной поставки и децентрализованной заготовки. К первой группе относятся топливо, материалы, оборудование и запасные части, поставки которых оказывают основное влияние на устойчивую и бесперебойную работу железных дорог. За эту группу отвечает «Росжелдорснаб» (примерно 80 % поставок). Ко второй группе относятся МТР, планируемые органами снабжения железных дорог и отраслевых дирекций.

Количество номенклатурных позиций важнейших запчастей, оборудования и материалов централизованного планирования составляет

более 2800 единиц, среди них: запасные части для подвижного состава, материалы верхнего строения пути, кабельная и электротехническая продукция, транспортные средства, энергетические узлы и нефтепродукция, лесоматериалы, дорожно-строительная техника, спецодежда и др.

В настоящее время сбор заявок, планирование и выполнение закупок, поставка материалов для подразделений железных дорог организуется в два этапа следующим образом. На первом этапе осуществляется подача заявок и формируется план поставок. На втором этапе выполняется закупка и доставка материалов.

На первом этапе устанавливается право (пределный уровень) на поставки для технических служб и подведомственных структурных подразделений – за 60 дней до начала планируемого квартала. Далее технические службы формируют сводную заявку с группировкой по структурным подразделениям за 30 дней до начала квартала. За 25 дней Дирекция по материально-техническому обеспечению (ДМТО) формирует предварительный план поставок и направляет его в техническую службу соответствующего отраслевого хозяйства (пути, СЦБ, энергоснабжения и др.), а после его корректировки в технических службах формирует окончательный план поставок за 5 дней до начала планируемого квартала.

На втором этапе закупки и поставок ДМТО формирует заявку в «Росжелдорснаб» с учетом части для самостоятельных закупок (до 20 %).

«Росжелдорснаб» после утверждения тендерной комиссией определяет поставщиков и осуществляет закупки. Материалы в соответствии с планом поставок доставляются на склады ДМТО, о чем информируются отделы МТО и затем материалы поставляются на склады этих отделов и далее в соответствии с разрядкой на склады и кладовые соответствующих структурных подразделений.

Аналогично выполняется закупка и поставка материалов, выполняемая самой ДМТО, а также в отраслевых вертикально интегрированных дирекциях — Федеральной пассажирской дирекции, Дирекции по ремонту грузовых вагонов, Дирекции управления движением и др.

Разработка стратегического плана МТО начинается с уточнения перспективной номенклатуры потребляемых ресурсов, на основе анализа плана капитальных вложений, инновационной деятельности, тенденций НТП и стратегии транспортного развития. В результате формируется

прогноз по потребностям в новых МТР, и снижается количество номенклатур ранее применявшихся материалов.

### **2.7.3.Складское хозяйство**

В настоящее время в системе материально-технического обеспечения железных дорог имеются склады следующего назначения:

1. Базисные склады, находящиеся в ведении «Росжелдорснаба» базы «Спецжелдорснаба»;
2. На железных дорогах — главные и отделенческие материальные склады региональных Дирекций материально-технического обеспечения;
3. На линейных предприятиях линейные склады, являющиеся филиалами отделенческих, а в отдельных случаях — и главных складов и производственных кладовых структурных подразделений.

На базах «Спецжелдорснаба» сосредоточены запасы наиболее важных комплектующих, агрегатов и ценных материалов, которые в соответствии с планом поставок направляются на главные материальные склады железных дорог.

Главные и отделенческие материальные склады являются оптовыми в пределах своего подразделения, в них хранятся основные запасы дороги и региональных отраслевых дирекций. При складах имеются мастерские для ремонта оборудования и тары.

В линейных материальных складах, расположенных на определенных станциях, и кладовых структурных подразделений хранятся ходовые материалы для потребителей.

Движение материальных ресурсов по иерархическим уровням системы материально-технического обеспечения через складское хозяйство показано на Рисунке 86.

При широком ассортименте хранимых материалов, разнообразии их физико-химических свойств, с учетом климатических условий, приходится применять необходимые меры предосторожности. Например, для случаев, когда материалы пылят, выделяют пары и газы, предусматривают искусственную вентиляцию складов.

По своему устройству склады могут быть: закрытыми, отапливаемыми и неотапливаемыми; в виде навесов, имеющие только крышу; с высокими и низкими платформами; с открытыми площадками на уровне пола вагона или на уровне земли.



Рисунок 86. Поток материальных ресурсов в системе материально-технического обеспечения железных дорог

Складские помещения бывают специализированными – для хранения определенного материала и универсальными – для хранения различных материалов.

Современные склады оборудуются также системами автоматизированного управления складскими процессами. В зависимости от объема товаров на складе используются различные средства вычислительной техники и информационных технологий.

## **Раздел 3 ОРГАНИЗАЦИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК И УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ**

### **3.1. Планирование и организация перевозок и коммерческой работы**

#### **3.1.1. Общие сведения. Основы планирования грузовых перевозок**

Вся деятельность железных дорог подчинена единой цели – выполнению плана перевозок, в соответствии с которым определяются потребность в подвижном составе и затратах на развитие и содержание железнодорожного транспорта. Перевозочный процесс включает в себя операции по перевозке и обслуживанию пассажиров, погрузке, выгрузке грузов и подаче для этого вагонов, уборке их и включению в поезда, продвижению по участку и др.

В основу организации перевозочного процесса и движения поездов на железных дорогах положены следующие важнейшие принципы:

- безусловное обеспечение безопасности движения и сохранности грузов;
- внедрение современных технологий, научная организация труда и управления во всех звеньях и четкое взаимодействие их на основе единого плана;
- высокопроизводительное и экономичное использование технических средств;
- высококачественное обслуживание клиентуры (грузовладельцев, пользователей транспортной инфраструктуры и пассажиров);
- увязка в работе с другими видами транспорта.

Осуществление этих принципов, составляющих сущность эксплуатационной и коммерческой работы на железнодорожном транспорте, обеспечивает выполнение перевозок при минимальных затратах, своевременность и качество перевозки пассажиров и грузов.

Методы эксплуатации железных дорог непрерывно совершенствуются. Основными из них являются внедрение транспортной логистики, разработка оптимальных планов формирования, организация движения поездов по твердому графику, техническое нормирование, оперативное планирование и регулирование поездной и грузовой работы.

Перевозка грузов на железных дорогах осуществляется в соответствии с заявками грузоотправителей на перевозку грузов согласно Уставу железнодорожного транспорта Российской Федерации (Федеральный закон от 10.01.2003 №18-ФЗ). С принятием заявки железной дорогой, она обязана подавать перевозочные средства, а грузоотправитель или представитель организации, осуществляющей перевозку грузов, — предъявлять грузы к перевозке.

Размеры и направление планируемых грузопотоков зависят от географического размещения районов производства и потребления, транспортно-экономических балансов промышленной и сельскохозяйственной продукции этих районов и межрайонного обмена. Транспортно-экономические балансы показывают соотношение между ресурсами и потребностями данного района в том или ином продукте и, следовательно, необходимые размеры ввоза и вывоза его.

Заявки грузоотправителей на перевозку на ближайший месяц являются основой для составления месячного плана работы железнодорожного транспорта (эксплуатации, капитального строительства и ремонта, финансового и др.), а также для разработки технических норм эксплуатационной работы сети железных дорог.

От объема перевозок зависит потребность железных дорог в топливе и материалах, контингент работников, фонд заработной платы, величина эксплуатационных расходов, размеры доходов и прибыли, производительность труда, себестоимость перевозок.

Проект месячных планов подготавливается Центром фирменного транспортного обслуживания (ЦФТО) ОАО «РЖД» и ТЦФТО дорог на основе заявок грузоотправителей, материалов железных дорог, данных маркетинговых исследований о потребности в перевозках в железнодорожном и в смешанных сообщениях, в том числе по экспортным и импортным грузам.

При организации перевозочного процесса стремятся наиболее полно использовать грузоподъемность вагонов, уменьшить порожний пробег подвижного состава, максимально сократить неравномерность перевозок по периодам года с учетом сезонных потребностей отраслей народного хозяйства.

Для количественной и качественной оценки перевозочной работы установлены показатели: объем отправления грузов в тоннах, грузооборот, среднесуточная погрузка в вагонах, средняя масса поезда, статическая нагрузка вагона, средняя дальность перевозки грузов и др.

### 3.1.2. Организация грузовой и коммерческой работы

К местам общего пользования относятся крытые и открытые склады, а также участки, специально выделенные на территории железнодорожной станции, принадлежащие железной дороге и используемые для выполнения операций по погрузке, выгрузке, сортировке, хранению грузов, багажа и грузобагажа.

К местам необщего пользования относятся прирельсовые склады, а также участки, специально выделенные как на территории железнодорожной станции, так и за ее пределами, не принадлежащие железной дороге или сданные ею в аренду и используемые для выполнения операций по погрузке, выгрузке грузов.

Более 80 % грузов, предъявляемых к перевозке, грузится и выгружается на путях предприятий и организаций, связанных с общей сетью железных дорог непрерывной рельсовой колеей. Такие пути называются подъездными путями или путями необщего пользования. Взаимоотношения железной дороги с предприятием, имеющим подъездные пути, а также порядок подачи и уборки вагонов регулируются договорами на эксплуатацию этих путей.

Для лучшего использования локомотивов и вагонов, сокращения их простоя, ускорения погрузочно-разгрузочных операций и экономии средств работа подъездных путей предприятий и станций примыкания осуществляется по единому технологическому процессу. При этом технология обработки вагонов увязывается с ритмом производственного процесса на предприятии. В тех же целях практикуется кооперированное использование погрузочно-разгрузочных механизмов и других технических средств станций и подъездных путей.

Перед перевозкой на складах станций или предприятий осуществляется подготовка груза с целью проверки качества его упаковки и состояния продукции. Подготавливаются к перевозке и вагоны, которые работники железнодорожного транспорта проверяют в техническом отношении (проверка состояния узлов и деталей вагонов, их тормозного оборудования, автосцепных устройств, исправности кузова), а грузоотправители или перевозчики осматривают вагоны в коммерческом отношении (проверка вагона на предмет обеспечения сохранности перевозимого груза).

Прием груза к перевозке осуществляется на местах общего и необщего пользования. Наряду с приемкой груза выполняют: подготовку и взвешивание груза, оформление перевозочных документов, взимание провозной платы и сборов, пломбирование вагонов, хранение груза на станциях и др. Оформление перевозочных документов производится: при нецентрализованных расчетах на станциях, а при централизованных расчетах — в подразделениях ЦФТО. Грузы перевозят грузовой скоростью в обычных грузовых поездах и большой скоростью с оплатой по повышенному тарифу — в ускоренных поездах (скоропортящиеся продукты, живность). Кроме того, грузы перевозят пассажирской скоростью в багажных вагонах пассажирских поездов или в специальных почтово-багажных поездах.

На каждую отправку груза — повагонную или мелкую, а также на целый маршрут или группу вагонов грузоотправитель составляет накладную — основной грузовой перевозочный документ. Накладная сопровождает груз на всем пути следования и на станции назначения выдается грузополучателю вместе с грузом.

Грузы подготавливаются к перевозке средствами отправителя и предъявляются вместе с накладной приемосдатчику грузов в пункте погрузки. Приемосдатчик осматривает упаковку груза и отправительскую маркировку, в которой указывается получатель и его адрес, затем регистрирует его и наносит железнодорожную маркировку. В ней указывается наименование груза и число мест, а также станция и дорога отправления. В товарной конторе железнодорожной станции определяют провозную плату; вписывают ее в накладную (плата за перевозку устанавливается специальным Тарифным руководством). Кроме того, железные дороги взимают дополнительные сборы за погрузку, выгрузку, взвешивание и подачу вагонов на подъездные пути. Достаточно часто провозная плата рассчитывается и взимается централизованно.

На основании накладной в товарной конторе составляют дорожную ведомость, которая необходима для учета и отчетности о выполнении плана перевозок, отчета о прибытии грузов и взыскания провозной платы.

На каждый загруженный вагон приемосдатчик составляет вагонный лист, в котором приводятся данные о вагонах и отправках груза с указанием номеров накладных. По вагонному листу проверяется наличие груза при выгрузке и подсчитывается масса грузов в вагонах при определении массы поезда.

Перевозочные грузовые документы пересылаются в станционный технологический центр (СТЦ), где составляется поездной документ — натуральный лист — на каждый сформированный состав. В натурном листе указывают номер поезда, станцию формирования и станцию назначения, номера вагонов в порядке их расположения в составе, массу и длину поезда, и другие данные. По натурному листу производятся прием и сдача поездов, подборка, прием и сдача грузовых документов, расформирование и формирование поездов на участковых станциях.

В настоящее время на сети железных дорог сети широко используется автоматизированная система централизованной подготовки и оформления документов. Система ЭТРАН (электронная транспортная накладная) обеспечивает переход на использование электронного безбумажного документооборота при взаимодействии с пользователями услугами железнодорожного транспорта по перевозкам грузов.

На железных дорогах перевозят и грузы, называемые опасными, и подразделяющиеся на группы в зависимости от чувствительности к тепловым и химическим воздействиям (взрывчатые материалы, сжатые и сжиженные газы и др.) Для каждой из этих групп установлены особые условия перевозки, которые должны строго соблюдаться.

Широкое применение получила на железнодорожном транспорте, а также в смешанных железнодорожно-автомобильных и железнодорожно-водных сообщениях перевозка грузов в контейнерах. Контейнерный парк состоит из универсальных контейнеров и специальных (для скоропортящихся, наливных и других грузов), принадлежащих грузоотправителям. Развиваются перевозки в крупнотоннажных контейнерах массой брутто 20 т и более.

Контейнеры, загруженные на складах грузоотправителей, перевозят автомобилями на станции, где их перегружают кранами на контейнерную площадку, а затем грузят на железнодорожные платформы. По прибытии на станцию назначения контейнеры перегружают на контейнерную площадку или на автотранспорт, который доставляет их на склад получателя.

На некоторых железнодорожных линиях для ускоренной доставки грузов курсируют специальные контейнерные поезда, имеющие меньший вес и более высокую скорость движения. Благодаря этой технологии доставка грузов в Европу по сравнению с Трансокеанским морским маршрутом сокращается на 10—15 суток. Дальнейшее повышение конкурентоспособности Транссиба связано с развитием технологии

контейнерных перевозок, в частности с внедрением технологии блок-поездов и развитием хабов, а также созданием мощной транспортно-логистической инфраструктуры вдоль всей трассы пути. Для эффективного развития контейнерных перевозок планируется создание сбалансированной сети таких перевозок. В настоящее время контейнерные станции оборудованы мощными кранами со специальными захватными устройствами, позволяющими автоматизировать застропку и отстропку контейнеров. На ряде железных дорог внедрена автоматика и вычислительная техника для управления работой по перевозке контейнеров. Этой цели служит автоматизированная система АСУ «Контейнер», которая решает задачи планирования учета и технологии управления контейнерными перевозками в масштабе сети железных дорог. Составной частью АСУ «Контейнер» является Автоматизированная система управления контейнерным пунктом (АСУ КП). Эта система предназначена для автоматизации основных функций работников контейнерного пункта в части грузовой и коммерческой работы. Целью ее создания является совершенствование системы управления перевозками грузов в контейнерах, что позволяет сократить простой подвижного состава на станции, ускорить обработку перевозочных документов, улучшить качество актов-разыскной работы.

Действует единая контейнерная транспортная система, основанная на доставке грузов контейнерами массой брутто 20 т и 30 т от склада отправителя до склада получателя.

Для увеличения вместимости контейнеров в последние годы стали применять крупнотоннажные массой брутто 24 т вместо изготавливаемых ранее 20-тонных. При этом высота контейнера увеличивается с 2438 до 2591 мм.

На железных дорогах широко применяется перевозка тарно-упаковочных грузов пакетами и перегрузка их по схеме «вагон-автомобиль». Применение пакетов позволяет уменьшить расходы на перевозки на 15—30 %, а производительность труда на погрузочно-разгрузочных работах увеличить в 3—4 раза. При перевозке обращают особое внимание на сохранность и быстрее доставку грузов получателю. С этой целью установлены сроки доставки в зависимости от категории груза, способа, вида, скорости и дальности перевозок.

За задержку по вине железной дороги подачи вагонов под погрузку и выгрузку грузов, а также за задержку уборки вагонов с мест погрузки и

выгрузки железная дорога уплачивает штраф грузополучателям, грузоотправителям.

Для выполнения грузовых операций и хранения груза железные дороги имеют комплекс устройств и сооружений, состоящий из крытых складов, контейнерных и навалочных площадок, весового хозяйства и др.

Кроме того, для погрузки и выгрузки грузов, перевозимых в контейнерах. На поддонах и в ящиках, на открытых платформах и площадках применяют автопогрузчики, а в крытых складах — вилочные электропогрузчики.

Для этих же целей на открытых платформах и площадках устанавливают стреловые, козловые (Рисунок 87) и мостовые краны.

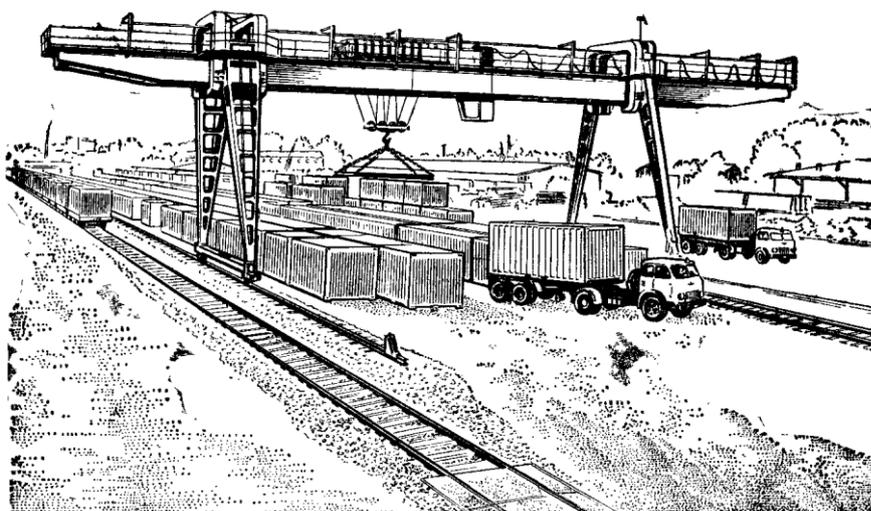


Рисунок 87. Контейнерный терминал с козловым краном

Краны для сыпучих грузов оборудуют грейферами, а для тарноштучных грузов и контейнеров — автоматическими захватами и другими специальными приспособлениями.

При выполнении грузовых и коммерческих операций обращается особое внимание на соблюдение требований техники безопасности, изложенных в соответствующих правилах и инструкциях.

Переход к рыночным отношениям внес определенные изменения в организацию грузовой и коммерческой работы, направленные на повышение конкурентоспособности железных дорог по сравнению с другими видами транспорта.

При организации грузовой и коммерческой работы в условиях рыночных отношений все шире используются методы маркетинга, менеджмента и транспортной логистики, суть которых излагается ниже.

### 3.1.3. Основы организации пассажирских перевозок

Пассажирские перевозки играют важную роль в обеспечении жизнедеятельности общества. Основная задача организации пассажирских перевозок состоит в удовлетворении потребностей населения в передвижении с обеспечением безопасности и качественного обслуживания пассажиров на вокзалах и в поездах. Этим обусловлена необходимость реализации осуществляемой на железнодорожном транспорте реформы пассажирского комплекса. В частности, создание на базе Федеральной пассажирской дирекции — филиала ОАО «РЖД» — управляющего холдинга «Федеральная пассажирская компания», состоящего из дочерних акционерных обществ, формируемых на основе региональных дирекций по обслуживанию пассажиров. В состав холдинга также войдут предприятия, обслуживающие пассажирский комплекс, в том числе предприятия, занимающиеся оказанием услуг питания, туристическим и другим бизнесом.

Целью реформирования пассажирского комплекса железнодорожного транспорта являются обеспечение устойчивости его работы в рыночных условиях, повышение качества предоставляемых услуг, снижение доли совокупных затрат и удовлетворение платежеспособного спроса на пассажирские перевозки.

В ходе реформирования железнодорожного транспорта из состава пассажирских станций были выделены вокзальные комплексы, управление которыми возложено на Дирекцию железнодорожных вокзалов (ДЖВ). В подчинении ДЖВ находятся сервисные, вспомогательные и технические службы, осуществляющие обслуживание пассажиров и содержание вокзальных комплексов.

Важным элементом процесса организации пассажирских перевозок является планирование их объема с учетом уровня развития экономики различных районов страны, плотности, подвижности, уровня доходов и материального благосостояния населения, строительства новых городов и поселков, сооружения новых и реконструкция существующих железнодорожных линий и т.д. Объем предстоящих пассажирских перевозок определяется в результате специального технико-экономического обследования статистических данных и с учетом заявок на перевозки центральных и местных органов власти. На основе этих данных устанавливают: направление следования, участки обращения и

размеры движения пассажирских поездов различных категорий, потребность в подвижном составе, поездных бригадах и материальном обеспечении перевозок.

ППК — Пригородная пассажирская компания.

Пассажирские перевозки подразделяются по видам сообщений в зависимости от сферы обращения пассажирских поездов и от дальности поездки (таблица 10).

Таблица 10 - Виды сообщений при перевозках пассажиров

Виды сообщения	Сфера обращения пассажирских поездов	Дальность перевозки, км
Дальние	В пределах 2-х дорог и более	Более 700
Местные	Между станциями одной железной дороги	От 200 до 700
Пригородное	В пределах пригородных участков, примыкающих к крупным населенным пунктам	Менее 200

В зависимости от скорости движения, условий и комфортности поездки поезда дальнего и местного сообщения подразделяются на скорые, скоростные и пассажирские. Скорые и скоростные поезда имеют высокую маршрутную скорость, в том числе за счет меньшего числа остановок и их меньшей продолжительности. Эти поезда формируются из наиболее комфортабельных вагонов, ряд поездов дальнего и местного следования относятся к категории фирменных, отличающихся высоким уровнем предоставляемых сервисных услуг. Этим поездам могут присваиваться персональные названия, например, «Красная стрела», «Невский экспресс», «Сапсан» и др.

Пассажирские поезда имеют более низкую маршрутную скорость из-за большого количества остановок и меньшей технической скорости.

Для освоения незначительных по величине, но устойчивых пассажиропотоков используется принцип перевозки людей отдельными вагонами или группой вагонов беспересадочного сообщения, которые от станции отправления до станции назначения следуют с разными поездами.

Перевозка почты и багажа осуществляется в специальных вагонах, включенных в скорые и пассажирские поезда. На отдельных направлениях, где значительны перевозки багажа и почты, назначают специальные

почтово-багажные поезда, в состав которых могут быть включены и пассажирские вагоны.

На линиях с небольшим объемом перевозок курсируют грузопассажирские поезда, сформированные из вагонов для пассажиров и грузов.

В некоторых случаях при наличии больших пассажиропотоков, а также с целью оптимизации графика движения поездов могут формироваться пассажирские поезда длинносоставные, повышенной длины и соединенные. В первом случае длина поезда превышает установленную схему его формирования, во втором случае пассажирский поезд имеет в своем составе 20 и более вагонов. Пассажирский поезд называется соединенным, если он составлен из двух пассажирских поездов, сцепленных между собой, с действующими локомотивами в голове каждого состава.

На основе плана формирования пассажирских поездов составляется график и расписания их движения. Отправление дальних поездов с начальных пунктов назначают, как правило, в вечернее время, а прибытие на конечные пункты — в утренние часы. Расписание движения местных и пригородных поездов стремятся сделать удобным для основной части категории пассажиров, увязывая его с часами работы предприятий.

Наибольший удельный вес в общем объеме пассажирских перевозок занимают пригородные перевозки. При организации движения пригородных поездов необходимо обеспечить: соотношение числа поездов и размеров пассажиропотока в целом за сутки и по периодам суток; удобное для пассажиров распределение поездов во времени и требуемые частоту и скорость их движения.

В зависимости от величины пассажиропотока и характера его изменений для сокращения затрат времени пассажиров на поездку и более эффективного использования пригородного подвижного состава пригородные участки делятся на зоны. На пригородных линиях с небольшими размерами пассажирского движения, где применение электрической тяги может оказаться экономически неоправданным, используют дизель-поезда, автомотрисы или автобусы на рельсовом ходу. В крупных городах развивается направление пригородных перевозок, называемое «аэроэкспресс» между железнодорожными вокзалами и аэропортами.

На железнодорожном транспорте используется АСУ «Экспресс», которая позволяет осуществлять продажу и бронирование

билетов на все поезда дальнего и местного следования в любой кассе. В состав АСУ «Экспресс» входят терминалы (оборудование билетных касс), справочно-информационное обеспечение, оборудование коммутации и связи для обмена данными между вычислительным комплексом и удаленными терминальными устройствами.

АСУ «Экспресс-3» работает в диалоговом режиме, ее основное отличие от ранее действующих систем заключается в сокращении временных затрат для пассажира на приобретение билета (время печати проездного документа до 15 с) и сокращение диалога с кассиром до 24 с.

В пригородном сообщении продолжается внедрение на сети железных дорог Автоматизированной системы сбыта, контроля и учета пассажиров электропоездов (АСОКУПЭ). Этот комплекс позволяет снизить потери ППК от нарушения пассажирами условия пользования их услугами. АСОКУПЭ обеспечивает проход пассажира на посадку или выход его с перрона только при наличии билета за счет специальных устройств (считыватели штрих-кодов и ридеры смарт-карт), установленных на турникетах. Также этот комплекс позволяет автоматизировать процесс сбора информации о работе пригородных касс вокзала, формировать в режиме реального времени статистическую и финансовую отчетность.

В последние годы для повышения конкурентоспособности железных дорог в области пассажирских перевозок на ряде станций — пунктах стыкования различных видов транспорта — созданы объединенные вокзалы, обслуживающие пассажиров железнодорожного, автомобильного и авиационного транспорта.

### **3.1.4. График движения поездов и пропускная способность железных дорог. График движения поездов**

График — основа организации движения поездов; он объединяет работу всех подразделений железных дорог и призван:

- удовлетворять потребности в перевозках пассажиров и грузов;
- обеспечивать безопасность движения поездов;
- эффективно использовать пропускную и провозную способности участков и перерабатывающую способность станций; рационально использовать подвижной состав;
- соблюдать установленную продолжительность непрерывной

работы локомотивных бригад;

– обеспечивать возможность производства работ по текущему содержанию и ремонту пути, сооружений, устройств СЦБ, связи и электроснабжения.

График устанавливает: размеры движения пассажирских и грузовых поездов на каждом участке, серии локомотивов, которые их обслуживают, нормы массы и длины составов.

Вычерчивают его на бумаге с сеткой из горизонтальных и вертикальных линий.

Горизонтальные линии соответствуют станциям (сплошные) или остановочным пунктам (штриховые). Вертикальными линиями поле графика делится на 24 части — часы суток.

Для удобства пользования вертикальные линии, соответствующие 06,12,18 и 24 ч, делают толще остальных (Рисунок 88).

Каждый час делится на шесть равных частей — 10-минутных интервалов; линию, соответствующую 30 мин, изображают обычно пунктиром. Поезда обозначают на графике наклонными прямыми линиями, идущими слева вниз направо (нечетные) и слева вверх направо (четные). Над каждой линией в начале и конце участка проставляют номер поезда. В месте пересечения наклонных линий с горизонтальными, обозначающими станцию, ставят время прибытия, отправления или проследования поезда через данный отдельный пункт.

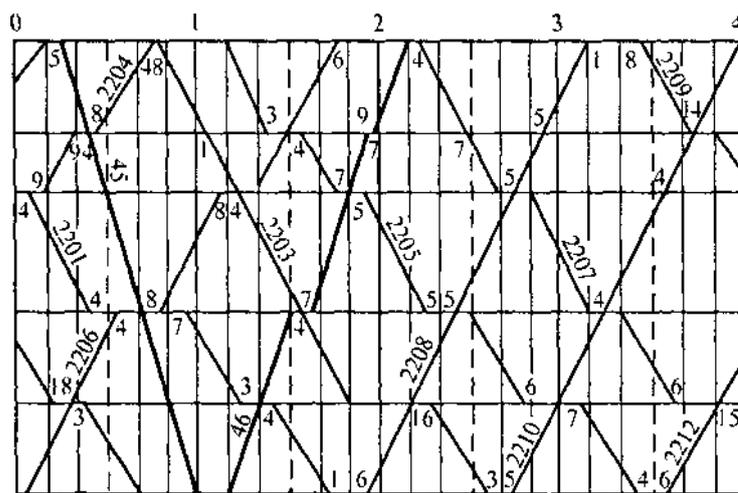


Рисунок 88. Сетка графика движения поездов на участке дороги

**Классификация графиков движения поездов.** Графики движения поездов разделяются: по соотношению скоростей движения поездов — на параллельные и непараллельные;

✓ по числу главных путей — на однопутные (Рисунок 89), двухпутные (Рисунок 90) и многопутные;

✓ по соотношению числа поездов по направлениям следования и по времени занятия перегонов парой поездов или поездом — на парные и непарные, идентичные и неидентичные;

✓ по порядку следования поездов в попутном направлении — на пачечные (Рисунок 91), пакетные (Рисунок 92) и частично пакетные (Рисунок 93).

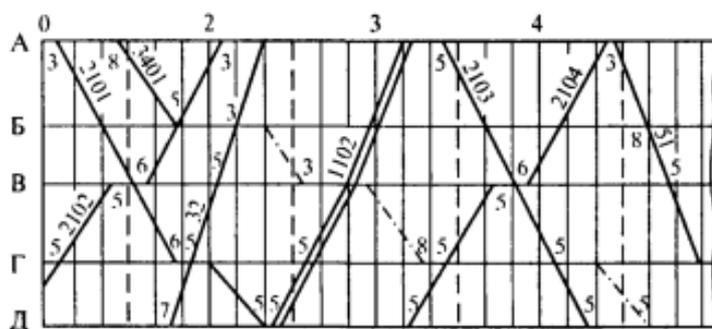
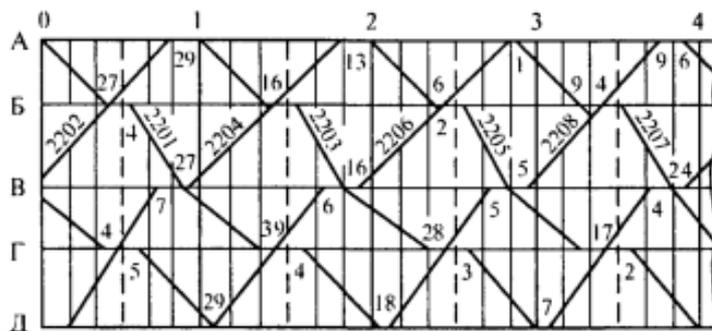


Рисунок 89. Однопутный парный параллельный график

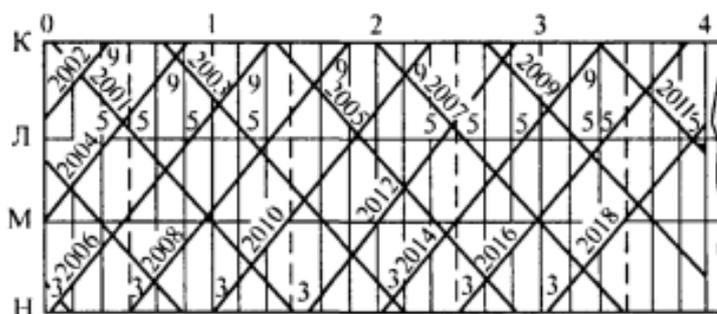


Рисунок 90. Двухпутный параллельный график

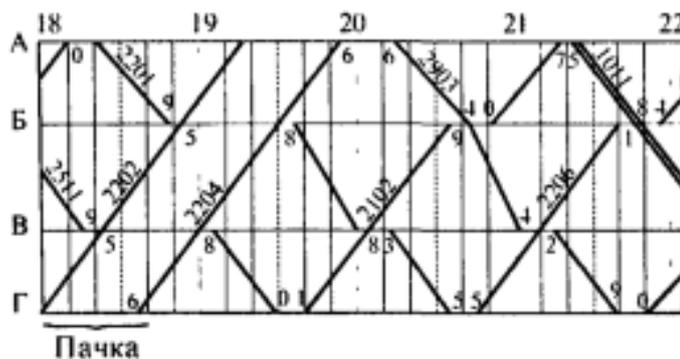


Рисунок 91. Пакетный однопутный график

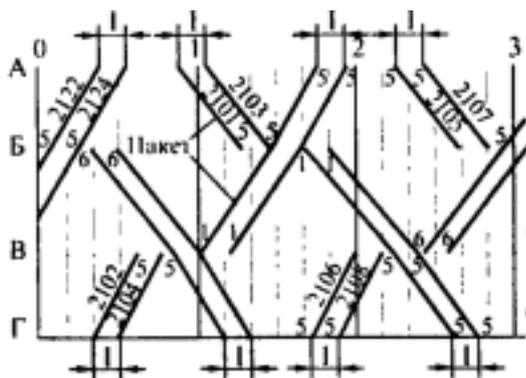


Рисунок 92. Однопутный пакетный график

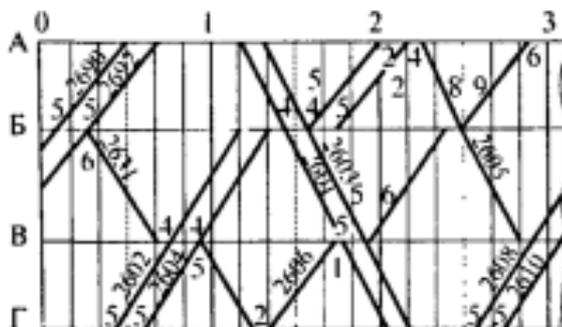


Рисунок 93. Частично пакетный однопутный график

На однопутных участках, а следовательно, и на графике, скрещение поездов происходит лишь на отдельных пунктах, имеющих путевое развитие. На двухпутных — линии хода поездов пересекаются на перегонах и на станциях. На многопутных участках, в зависимости от принятой системы организации движения, отдельные пути используются для движения поездов обоих направлений.

По отношению скоростей движения поездов разных категорий графики делятся на параллельные и непараллельные. Параллельным называется график, на котором поезда всех категорий имеют одинаковую

ходовую скорость, и поэтому линии хода их на графике параллельны. В непараллельном графике пассажирские и грузовые поезда разных категорий (скорые, пассажирские, грузовые, грузовые ускоренные и др.) имеют разные скорости. Этот тип графика — основной.

**Элементы графика.** К основным элементам графика движения относятся: перегонное время хода поезда, определяемое тяговыми расчетами и опытными поездками с учетом достижений передовых машинистов; технологические нормы времени стоянок поездов на промежуточных станциях, сортировочных и участковых станциях для выполнения технологических операций, а также на станциях оборота, экипировки и профилактических осмотров; станционные и межпоездные интервалы.

На однопутных участках основные станционные интервалы разделяются на:

- интервал скрещения;
- интервал неодновременного прибытия поездов противоположных направлений;
- интервал попутного следования;
- интервал неодновременного отправления и прибытия, прибытия и отправления попутных поездов и др.

Для графиков движения поездов на двухпутных участках из числа перечисленных определяются интервалы: попутного прибытия поездов, попутного отправления поездов, неодновременного прибытия и попутного отправления поездов, неодновременного отправления и попутного прибытия поездов, неодновременного отправления и встречного прибытия поездов, попутного следования (для линий, не оборудованных автоблокировкой).

Межпоездные интервалы определяются по кривым времени хода поездов при движении по участку без остановок на отдельных пунктах в соответствии с размещением проходных светофоров. Как правило, при трехзначной автоблокировке, эти интервалы рассчитываются из условий разграничения попутно следующих поездов тремя блок-участками (езда на зеленый огонь светофора). При необходимости и в случаях, когда это не влечет за собой снижения скорости движения поездов, применяют интервалы с разграничением попутно следующих поездов двумя блок-участками (езда на зеленый огонь).

На скоростных участках, оборудованных автоблокировкой с четырехзначной сигнализацией, движение поездов осуществляется по

зеленому огню проходного светофора при свободности трех и более блок-участков; по желтому и зеленому огням — при свободности двух блок-участков.

Расписание движения поездов. На основе графика составляют служебное расписание движения поездов — таблицы с указанием времени прибытия, отправления и продолжительности стоянок на станциях для каждого поезда. Расписание выдают машинистам, дежурным по станциям и другим работникам, связанным с движением поездов.

В служебном расписании также помещают:

- установленные нормативы по обеспечению поезда автоматическими и ручными тормозами;
- установленную нумерацию поездов и таблицы массы тары и условной длины подвижного состава;
- таблицы времени хода, норм массы и длины составов поездов и норм времени на технические операции с поездами на станциях.

Для пассажиров выпускают афиши и справочники о движении пассажирских поездов.

Понятие о пропускной и провозной способности железных дорог. Каждая железнодорожная линия или участок имеет определенную пропускную способность.

Пропускной способностью железнодорожной линии называется число пар поездов или поездов установленной массы, которое может быть пропущено по линии в течение определенного времени (суток или часа) при имеющейся технической оснащенности и принятой системе организации движения поездов.

Возможные размеры движения на линии определяются мощностью ее отдельных элементов — перегонов, станций, локомотивного хозяйства, устройств энергоснабжения на электрифицированных дорогах и пр. Каждый из этих элементов имеет свою пропускную способность, поэтому расчет пропускной способности каждого из них производится в соответствии с Инструкцией по расчету пропускной способности железнодорожных участков.

Пропускная способность перегонов зависит от их технического оснащения (числа путей, устройств сигнализации и связи и др.), от времени хода поездов по перегонам, организации их движения (типа графика).

Пропускную способность перегонов предварительно рассчитывают по параллельному графику движения грузовых поездов. На однопутных

участках по одному и тому же главному пути перегона следуют (обычно поочередно) поезда четного и нечетного направлений. Поэтому на однопутных перегонах пропускную способность измеряют в парах поездов и определяют делением суточного периода времени (1440 мин) на время, мин, занятия перегона парой поездов, которое называется периодом графика (Рисунок 94).

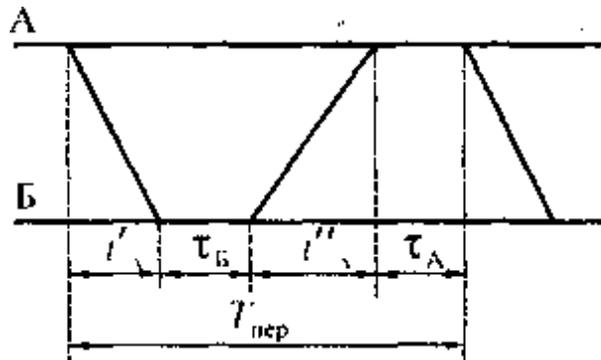


Рисунок 94. Период однопутного графика движения поездов

Период графика  $T_{пер}$  — это время занятия перегона группой поездов, идентичной для данного типа графика, которое складывается из времени хода по перегону соответственно нечетного и четного поезда  $t_{\chi}^I$  и  $t_{\chi}^{II}$  и станционных интервалов  $t_A^I$  и  $t_B^{II}$ . На двухпутных участках главные пути специализированы по направлениям движения, поэтому пропускная способность определяется для каждого пути отдельно и не в парах поездов, а в поездах. Ес рассчитывают также делением суточного периода времени (1440 мин) на межпоездной интервал, который в этом случае является временем занятия перегона, мин, одним поездом соответствующего четного или нечетного направления (Рисунок 95).

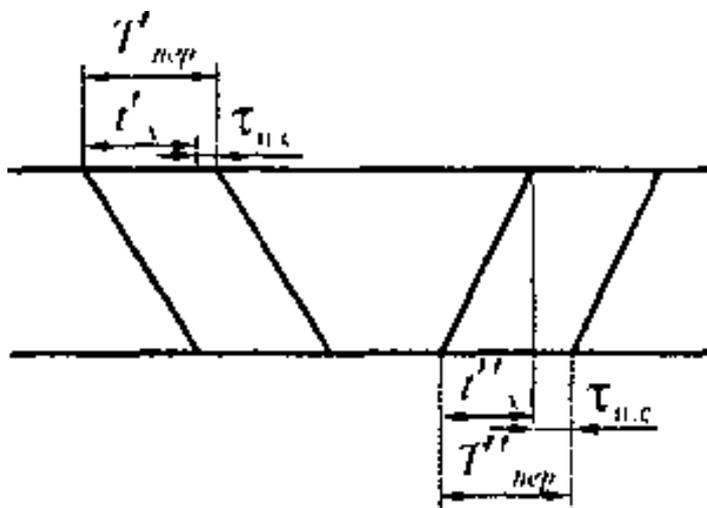


Рисунок 95. Период двухпутного графика движения поездов

На двухпутных участках поезда следуют друг за другом в пакетном движении, поэтому пропускная способность перегонов не зависит от времени хода и длины перегона (Рисунок 96).

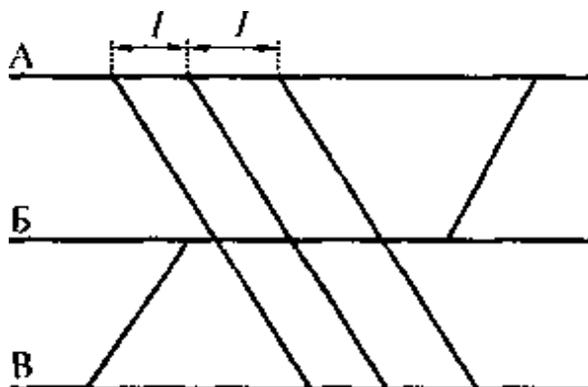


Рисунок 96. Схема интервала между поездами в пакете на двухпутных участках

Пропускная способность на двухпутных участках определяется интервалом между поездами в пакете  $I$  — это минимальное время разграничения поездов при следовании их по перегону на участках, оборудованных автоматической или полуавтоматической блокировкой.

От пропускной способности отличают провозную способность участка, линии, железной дороги, определяющую объем перевозок в тонно-километрах, который может быть освоен имеющимся количеством технических средств — локомотивов, вагонов, электроэнергии, топлива и также при данной обеспеченности кадрами.

Провозная способность, также как и пропускная способность, определяется числом поездов, вагонов или тонн груза.

## **3.2. Информационные технологии и системы автоматизированного управления**

### **3.2.1. Становление современных железнодорожных информационных технологий**

Применение вычислительной техники на железнодорожном транспорте началось в 1950-е годы, когда ЭВМ в основном использовались для решения локальных инженерных задач (составление плана формирования поездов, тяговые расчеты). В результате успешного применения вычислительной техники для нужд железной дороги

появилась возможность создания системы автоматизации управления перевозочным процессом, включающей в себя:

- планирование и оперативное регулирование эксплуатационной работой;

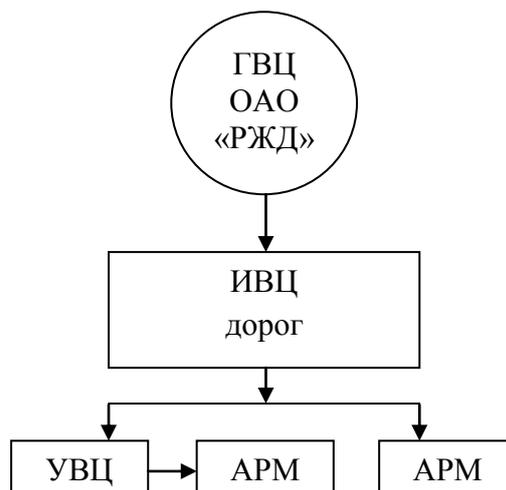
- управление движением поездов на участке и маневровой работой на станциях (автоматическое выполнение основных функций поездного диспетчера, автоматизация роспуска вагонов с сортировочной горки, регулирование расформирования и формирования поездов, приема и отправления поездов на станциях);

- автоматизацию учета, коммерческих операций и технико-экономических расчетов (составление отчетности, оформление перевозочных документов, резервирование мест в пассажирских поездах, определение провозной платы и т.д.).

Информационные системы железнодорожного транспорта возникли как составные элементы концепции создания автоматизированной системы управления железнодорожным транспортом (АСУЖТ).

В 1975 году в соответствии с утвержденными основными положениями Генеральной схемы развития АСУЖТ были созданы автоматизированная система управления сортировочной станцией (АСУСС), автоматизированная система оперативного управления перевозками (АСОУП), единый комплекс интегрированной обработки дорожной ведомости (ЕК ИОДВ). В конце 1970-х годов была разработана диалоговая информационная система контроля оперативного управления перевозками (ДИСКОР). В 1980—1990-е годы основное внимание уделялось расширению функций АСОУП, системы резервирования и продажи билетов «Экспресс», системы ЕК ИОД В, внедрялась автоматизированная система интегрированной обработки маршрута машинистом (ИОММ), создавались АСУТПСС, АСУГС<sup>1</sup>, АСУ железнодорожного узла, диалоговая информационная система контроля дислокации вагонного парка (ДИСПАРК).

Назначение АСУЖТ состоит в автоматизации сбора, хранения, обработки, анализа, передачи информации, выдачи рекомендаций для оптимизации управления перевозочным процессом и деятельностью предприятий железнодорожного транспорта. Большая роль в автоматизации процессов управления принадлежит системе вычислительных центров (ВЦ) (Рисунок 97), куда поступают первичные данные о грузовой работе, состоянии локомотивного и вагонного парка отчетные данные со станций и депо.



ГВЦ - главный вычислительный центр; ИВЦ — информационно-вычислительные центры дорог; УВЦ — узловые информационно-вычислительные центры; АРМ — автоматизированные рабочие места на предприятиях и у пользователей  
Рисунок 97. Единая сеть вычислительных центров на железнодорожном транспорте

Здесь с помощью ЭВМ на основе исходных данных формируется информация, направляемая структурным подразделениям железнодорожного транспорта и предоставляемая по запросам пользователям.

Созданные в конце прошлого века АСУ представляют собой отдельные прикладные системы, выполняющие одну или несколько локальных задач.

В процессе реализации структурной реформы железнодорожного транспорта, начатой в конце XX века, появилась необходимость формирования единого информационного пространства в транспортной сфере. Этим обуславливается разработка новой информационно-технологической основы функционирования ОАО «РЖД», которая базируется на информационно-управляющих интегрированных аналитических системах. К ним относятся: АС электронной коммерции (ЭЛ КОМ), АС<sup>1</sup> производственного блока (СИРИУС) и АСУ финансово-хозяйственного блока (ЕК АСУФР).

Эффективность деятельности железнодорожного транспорта зависит от согласованной работы этих систем на основе сквозных технологий и единых интеграционных решений.

В современных условиях информационные технологии становятся одним из определяющих факторов совершенствования процесса управления перевозками.

Информационные технологии представляют собой упорядоченную совокупность технических решений и методов сбора, хранения, обработки, передачи, визуализации и использования данных.

В настоящее время в ОАО «РЖД» создан информационно-технологический комплекс, использующий электронный обмен данными для выполнения технологических процессов при формировании, организации продвижения и расформирования поездопотоков. В качестве основы инфраструктуры этого комплекса используется волоконно-оптическая магистральная цифровая сеть связи отечественных железных дорог. Сеть связи ОАО «РЖД» совместима с аналогичными сетями других видов транспорта, что свидетельствует о наличии в России единого транспортного информационного пространства.

Приоритетными направлениями внедрения и развития информационных технологий на железнодорожном транспорте являются:

- совершенствование внутреннего и внешнего документооборота с переходом на безбумажные технологии, внедрение электронных форм контрактов, перевозочных документов и платежей;

- информационная интеграция на транспорте и в логистике с целью обеспечения всеобъемлющего контроля движения грузов на основе единого информационного пространства производителей продукции, транспортных структур и потребителей.

### **3.2.2. Обеспечение работ автоматизированных систем управления (АСУ)**

Обеспечение АС представляет собой совокупность специального оборудования и компьютерных программ, предназначенных для автоматизации деятельности и предоставления необходимой информации работникам железнодорожного транспорта и пользователям его услуг.

Технические средства АС подразделяются на средства сбора, регистрации, передачи, обработки, защиты данных и средств отображения информации. Вычислительные центры оснащаются электронно-вычислительными машинами, в которых применяются большие интегральные схемы (БИС), составляющие основу микропроцессорных средств, с огромным объемом памяти и быстродействием в десятки или сотни миллионов операций в секунду. На основе БИС также конструируются персональные компьютеры, которые используются при

создании автоматизированных рабочих мест (АРМ) работников железнодорожного транспорта.

Микропроцессоры, например, используются в системах автоматизации сортировочной горки, ведения поезда, слежения за передвижением подвижного состава.

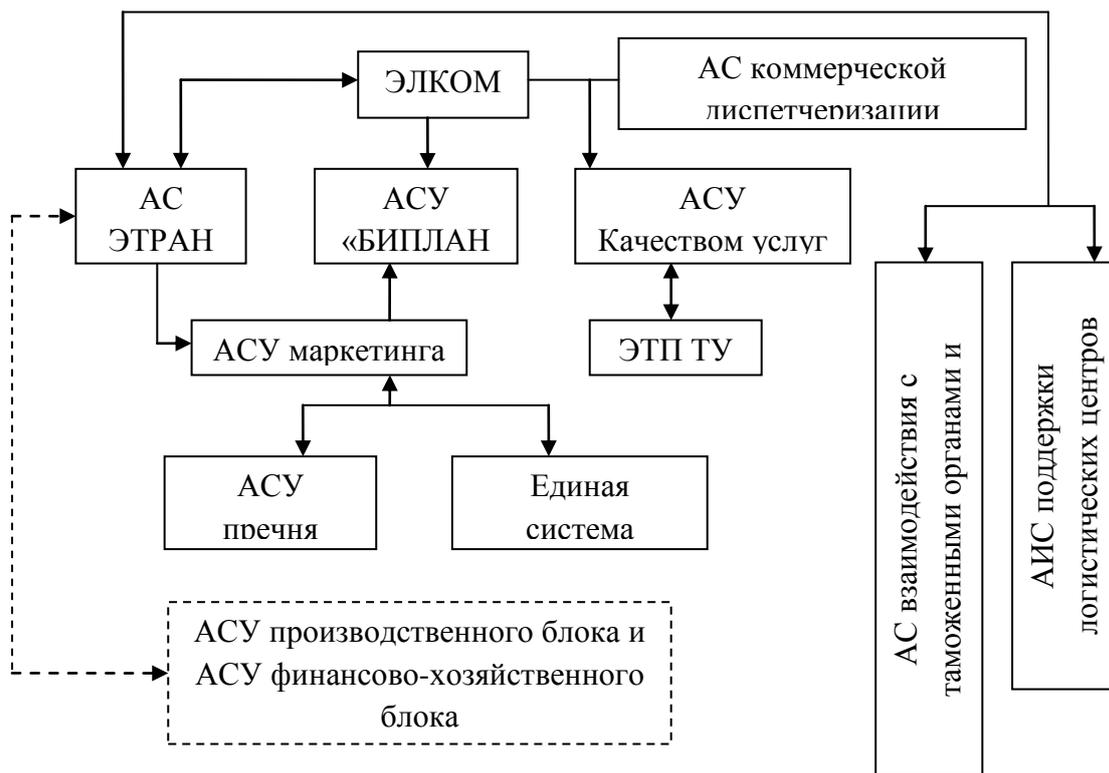
Для передачи информации и обеспечении связи между терминальными устройствами (АРМ и т.д.) применяют специальные средства, которые объединяются в единую сеть передачи данных железнодорожного транспорта. Эти средства называются аппаратурой передачи данных (модемы), в функции которых входит, помимо передачи информации, согласование ЭВМ с каналом связи и защита передаваемых данных от ошибки.

Вычислительная сеть представляет собой совокупность соединенных определенным образом ПЭВМ, для управления которыми имеется специальное сетевое программное обеспечение (ПО). По назначению ПО подразделяется на пять основных типов: системное<sup>1</sup>, прикладное<sup>2</sup>, системы разработки, системы управления базами данных (СУБД) и экспертные системы.

Примером функционирования автоматизированных систем может служить организация АСОУП, в основе которой лежит обмен сообщениями между ее подсистемами. В результате этого процесса получают данные, формирующие элементы информационных моделей перевозочного процесса и отражающие движение транспортных объектов в комплексе подсистем АСОУП.

### **3.2.3. Основные виды АСУ на железнодорожном транспорте**

**Автоматизированные системы электронной коммерции.** Для автоматизации процессов управления в области сбыта грузовых перевозок создана система ЭЛ КОМ, которая обеспечивает ОАО «РЖД» и клиентов необходимой информацией и документацией (Рисунок 98).



АС ЭТРАН — автоматизированная система централизованной подготовки и оформления перевозочных документов; АСУ «БИПЛАН» — АСУ бюджетирования и планирования грузовых перевозок; ЭТП ТУ — электронная торговая площадка транспортных услуг; ----- — связь взаимодействия

Рисунок 98. Принципиальная схема системы ЭЛ КОМ:

Основу этой системы составляет единая база данных и автоматизированные системы, обеспечивающие:

- ведение единого лицевого счета клиента на все виды услуг;
- доступ в режиме реального времени пользователей услугами железнодорожного транспорта к информации;
- защиту процесса информационного обмена от несанкционированного (неразрешенного) доступа к нему ;
- единовременное внесение необходимых изменений в систему;
- расширение функциональных возможностей ранее созданных систем.

Система ЭЛ КОМ интегрирована с системами СИРИУС и ЕК АСУФР. В таблице 11 приведены основные функции существующих и создаваемых АС, входящих в комплекс ЭЛ КОМ.

Таблица 11 – Основные функции существующих и создаваемых АС, входящих в комплекс ЭЛ КОМ

Наименование автоматизированной системы	Функция
1	2
Электронная транспортная накладная — АСУ ЭТРАН	обработка и определение заявок-накладных по отправлению и прибытию; электронный обмен данными с клиентами; применение электронно-цифровой подписи (для электронного документооборота); взаимодействие с ЕК АСУФР в режиме реального времени;
АСУ маркетинга	прогнозирование и планирование перевозок грузов (анализ информации и система планирования); формирование маркетинговой информации о клиентах
АСУ ассортиментной политики	формирование Единого прейскуранта услуг
Электронная торговая площадка транспортных услуг (ЭТП ТУ)	предоставление информационных услуг пользователю; формирование полигона внедрения предоставляемых услуг, разработка системы предоставления транспортных услуг. определение результатов исполнения услуг
АСУ бюджетирования и планирования грузовых перевозок (АСУ «БИПЛАН»)	формирование предложений по тарифам и ценам на предоставляемые услуги; анализ и уточнение прогнозов объемов перевозок с оценкой доходов от них; анализ данных, поступающих из АСУ ЭТРАН
АИС поддержки логистических центров	формирование заявок и перевозочных документов; анализ результатов согласования заявок и документов

**Автоматизированные системы финансово -хозяйственного блока.** В качестве основы для интеграции всех составляющих отраслевого комплекса информационно-управляющих систем в сфере финансово-хозяйственной деятельности ОАО «РЖД» используется единая корпоративная автоматизированная система управления финансами и ресурсами (ЕК АСУФР) (Рисунок 99).

ЕК АСУФР представляет собой комплексную систему автоматизации хозяйственной деятельности предприятий и организаций железнодорожного транспорта на основе интеграции и унификации

методов бухгалтерского и оперативного учета для управления ресурсами корпорации (финансовыми, материальными и кадровыми).

В качестве основного программного обеспечения ЕК АСУФР выбрана стандартная ERP-система R/3 компании SAP AG. В рамках системы R/3 организуется учет доходных поступлений с использованием хозяйственных операций на основе первичных документов.



МТР — материально-технические ресурсы

Рисунок 99. Организация взаимосвязи между основными блоками ЕК ЛСУФР

**Основные виды АСУ в области управления перевозками (производственного блока).** АС производственного блока объединяют в себе автоматизированные системы управления процессами перевозок (АСУ движенческого блока) и взаимодействующие с ними АС, управляющие ресурсами (тяговым и нетяговым подвижным составом — АСУТ, АСУВ и др.) и контролирующие состояние инфраструктуры. В состав АСУ движенческого блока входят системы, созданные на различных информационных базах: АСОУП, АСУ местной работой, АСУ контейнерными площадками, ДИСПАРК, ДИСКОН<sup>4</sup>, ДИСТПС<sup>5</sup>, АСУ поездной работой и другие. Но они охватывают лишь отдельные этапы процесса управления перевозками. Практически во всех АСУ отсутствует моделирование процесса перевозок(прогноз).

В 2004 году в рамках проекта СИРИУС (сетевая интегрированная российская информационная управляющая система) (Рисунок 100) были реализованы управление поездами, поездопотоками, грузопотоками, транспортными коридорами, кольцевыми маршрутами, вагонными и локомотивными парками с использованием универсального

пользовательского интерфейса и возможность оптимизировать эксплуатационную деятельность железных дорог. Критерием эффективности управления становится рентабельность перевозок при сокращении транспортной составляющей в структуре ВВП.

В подсистемах СИРИУСа выполняются различные операции, целью которых является представление объективной и всеобъемлющей информации, позволяющей соответствующему работнику принять наиболее выгодное решение в определенной оперативной ситуации. Для этого осуществляется не только анализ исходных данных по всем сферам производственной деятельности железнодорожного транспорта, но и прогнозируется развитие ситуации, а так же предлагаются решения в этих ситуациях. Схема взаимосвязи СИРИУСа с существующими и создаваемыми АС в сфере управления перевозками представлена на Рисунке 100.



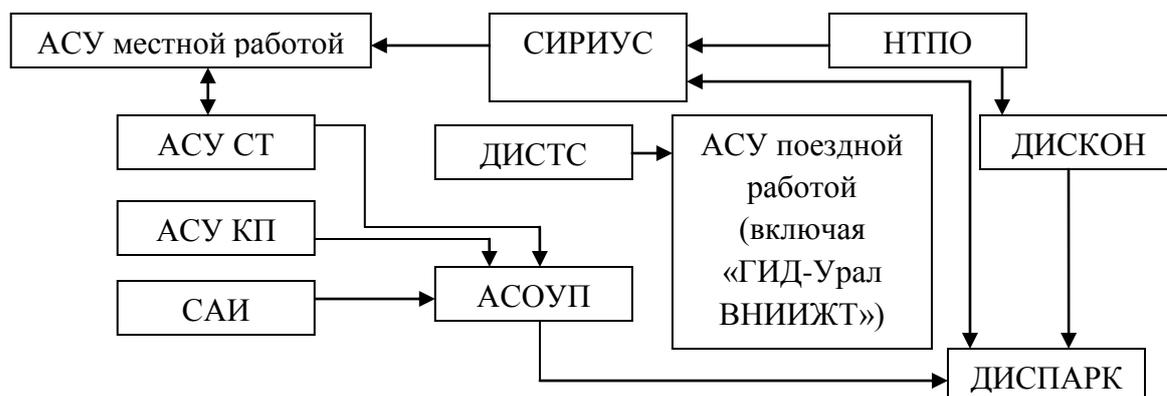
Рисунок 100. Структура информациионо-управляющей системы СИРИУС

В процессе реализации проекта СИРИУС была введена в эксплуатацию система «ГИД<sup>1</sup> — Урал ВНИИЖТ», обеспечивающая автоматизированное ведение и анализ сокращенного графика движения поездов, контроль поездной ситуации и дислокации локомотивов. А также эта система позволяет планировать грузовую работу и осуществлять оперативный контроль местной работы. Система «ГИД —Урал ВНИИЖТ»

позволяет управлять ходом перевозочного процесса с АРМов диспетчерского и руководящего аппарата всех уровней управления эксплуатационной работой.

«ГИД — Урал ВНИИЖТ» состоит из следующих подсистем: ГИДДНЦ<sup>1</sup>, ГИД ДСП<sup>2</sup> и ГИД ДГП<sup>3</sup>, которые представляют собой соответствующее программное обеспечение, установленное на АРМ определенных оперативных работников. Система ГИД имеет связь с АСОУП и системой СУВ.

Каждая из автоматизированных систем, приведенных на Рисунке 101, отвечает за весь комплекс операций в управляемой ими области железнодорожного производства. АСОУП предназначена для создания и поддержания в режиме реального времени информационной модели перевозочного процесса, прогнозирования и текущего планирования эксплуатационной работой железных дорог.



АСУ СТ — АСУ станциями; АСУ КП — АСУ контейнерными площадками;  
 ДИСКОН — диалоговая информационная система управления контейнерами;  
 ДИСТС — автоматизированная система управления тяговым подвижным составом;  
 ДИСПАРК — диалоговая информационная система контроля за дислокацией вагонного парка; НТПО — автоматизированная система «Нормативно-технологическая и правовая основа; СЛИ — система автоматической идентификации

Рисунок 101. Взаимосвязи между автоматизированными системами в блоке «Управление перевозочным процессом»

В настоящее время это многоуровневая общесетевая информационно-управляющая система.

Для решения задач по управлению и контролю использования парка грузовых вагонов, соблюдения сроков доставки грузов, работы межгосударственных пограничных станций, наличия вагонов на подъездных путях и месторасположения порожних вагонов используется ДИСПАРК.

Система ДИСКОН позволяет вести автоматизированный учет всех операций с контейнерами и представлять работникам и клиентам железнодорожного транспорта подробную информацию о текущем состоянии и месте нахождения любого контейнера. Это обеспечивается за счет наличия в системе ДИСКОН оперативной базы данных, содержащей информацию о каждом контейнере по его номеру.

Для автоматизации функций управления эксплуатацией тягового подвижного состава (ТПС) и организации работы локомотивных бригад (ЛБ) формируется система ДИСТПС, которая состоит из комплекса информационных технологий организации и оперативного управления ТПС и ЛБ. В этой сфере на сети железных дорог уже функционируют версии систем ОКДЛ-1 (оперативный контроль наличия, состояния и дислокации локомотивов грузового парка и организация их подвода на техническое обслуживание) и ОКДБ-1 (оперативный контроль наличия, дислокации, режимов работы и отдыха локомотивных бригад).

Существенное внимание уделяется развитию группы АС, осуществляющих управление различными железнодорожными станциями и объектами. АСУСС обеспечивает работников сортировочной станции необходимой информацией для оперативного планирования работы станции, автоматизирует процесс составления технологических документов, контролирует соблюдение норм формирования поездов. В основе системы заложена информационная модель, отражающая в масштабе реального времени расположение и перемещение вагонов на путях сортировочной станции и ближайших подходах к ней. Аналогичные по сути системы созданы для оперативной работы на грузовых станциях (АСУГС), в том числе на пограничных станциях (АСУПС), на контейнерных пунктах и площадках (АСУКП). Для повышения эффективности управления грузовыми перевозками в международном сообщении (через морские порты и сухопутные пограничные переходы) разрабатывается АСУГЭ (автоматизированная система управления «Грузовой экспресс»), как сквозной информационно-технологический комплекс на основе типовых технических средств АСУ припортовых станций и пограничных переходов, И ВЦ железных дорог и ГВЦ ОАО «РЖД».

Одной из причин внедрения АС является необходимость сокращения объема ручного труда при сборе и вводе информации. Для решения этой задачи была создана система автоматической идентификации (САИ «Пальма»), которая обеспечивает автоматизацию операций по сбору и

вводу информации о перемещении подвижного состава на железных дорогах страны. Принцип ее действия состоит в следующем: на подвижном составе или крупнотоннажном контейнере крепят кодовый бортовой датчик с закодированной информацией о номере вагона (локомотива, контейнера). В точках контроля движения поездов вблизи железнодорожного пути размещается стационарный пункт считывания информации (ПСИ), где находится аппаратура, передающая в направлении подвижного состава сигналы в диапазоне сверхвысоких частот. Отраженные от датчика сигналы воспринимаются аппаратурой ПСИ, дешифруются и полученная информация передается в вычислительную сеть. Это позволяет ускорить продвижение вагонопотоков, сократить потребность в подвижном составе, повысить эффективность системы организации подготовки вагонов, внедрить в ближайшей перспективе безбумажную систему управления.

Практически одновременно с АСОУП на железных дорогах страны появлялась система резервирования и продажи пассажирских билетов — «Экспресс». В новых условиях работы железнодорожного транспорта в России возникла необходимость перехода от системы продажи билетов на уровень управления пассажирскими перевозками в целом по сети железных дорог. «Экспресс-3» (Рисунок 102) позволяет предоставлять пассажирским компаниям всю информацию, необходимую для принятия решений по регулированию пассажирских перевозок, снижению затрат и получению дополнительных доходов. АСУ «Экспресс-3» состоит из следующих подсистем: планирования и управления пассажирскими перевозками (АСУ-Л), билетно-кассовых операций, комплексного справочно-информационного обслуживания пассажиров (ЭКАСМС), управления багажной работой (ЭСУ-БР), управления парком пассажирских вагонов (АСУ-П В), финансового и статистического учета пассажирских перевозок (ЭФИС), сервисного обслуживания пассажиров (СЕРВИС) и другие.

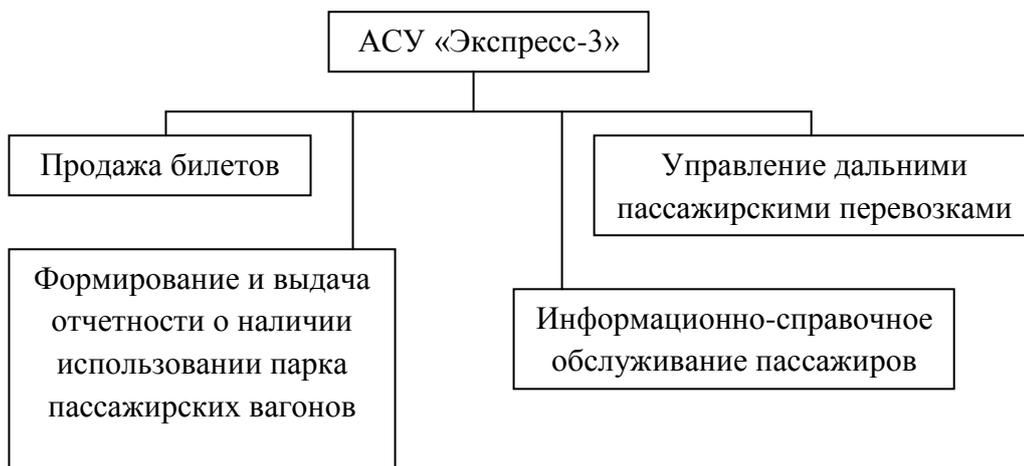


Рисунок 102. Функциональные задачи АСУ «Экспресс-3»

В ближайшее время планируется создание автоматизированной системы управления пригородными перевозками (АСУ «Пригород»), куда войдет составной частью ныне существующая АСОКУПЭ.

Помимо указанных автоматизированных систем на сети железных дорог широко используются десятки других АС, в том числе АСРПФП (по расчету' различных вариантов плана формирования поездов). Однако достигнутый уровень информатизации железнодорожного транспорта еще не отвечает требованиям, которые должны быть решены ОАО «РЖД» в ходе структурных преобразований компании. Необходима реализация принципов интегрированных информационных технологий с перспективой создания систем, построенных с использованием принципа «искусственного интеллекта».

### 3.2.4. Представление информации для ввода в ЭВМ

Как известно, «языком» ЭВМ являются коды, в которые переводится вся информация, поступающая в машину. В связи с этим важное значение приобретает цифровая система кодирования подвижного состава, станций, грузов, отправителей и получателей. Это нашло отражение в формах ряда перевозочных документов и прежде всего вагонных и натуральных листов.

На каждом вагоне наносится восьмизначный номер, семь цифр которого определяют техническую характеристику вагона.

В комплекс цифровой системы кодирования входит также единая сетевая разметка станций, состоящая из пяти цифр (кодов). Первые две цифры указывают номер района, куда идет вагон, а третья и четвертая

цифры — порядковый номер станции в этом районе, пятая цифра — контрольная. Сеть разбита на районы, в каждом из них определенное число станций, производящих грузовые операции. Например, разметка 64705 означает, что вагон следует в район 64 узла Лиски на станцию 70 — Лихая, 5 — контрольная цифра.

Четырехзначными кодами обозначаются объекты станций, отправители и получатели, а пятизначными кодами — сами грузы.

Для передачи и получения точной и своевременной информации о подходе поездов и грузов на станциях организованы информационные пункты. Еще до прибытия поезда сюда поступает от соседней участковой или крупной грузовой станции телеграмма-натурка, составляемая на основе натурального листа и содержащая в закодированном виде данные о поезде и о каждом вагоне. Размеченный в соответствии с принятой на станции условной разметкой первый экземпляр телеграммы-натурки передают в станционный технологический центр по обработке документов (СТЦ) для натурной проверки состава, а второй — маневровому диспетчеру для организации операций с прибывающим поездом. На крупных сортировочных станциях информационно-вычислительные центры обмениваются взаимной информацией с соседними участковыми и сортировочными

станциями и передают необходимую информацию на грузовые станции. Таким образом, комплексная информация дает возможность вычислительным центрам дорог прогнозировать и планировать поездную и внутрисканнионную работу с помощью ЭВМ, создает условия для автоматизации учета вагонопотоков и управления перевозочным процессом.

Краткие сведения об использовании математических методов и программных средств для решения эксплуатационных задач

Для оптимизации процессов управления и решения эксплуатационных задач применяются различные математические методы. Для отыскания оптимального варианта прикрепления потребителей к поставщикам однородного груза, распределения порожних вагонов, организации работы погрузочно-разгрузочных устройств, прикрепления к поездам локомотивов и бригад используют методы линейного программирования.

Распространение на транспорте получила система сетевого управления работами, связанная с математической теорией графов (пример сетевого графика рассмотрен в главе 4).

Если непосредственный анализ не позволяет определить функциональной связи вследствие влияния различных, в том числе случайных, причин (например, при изучении характера колебаний по суткам передачи вагонов по стыковым пунктам между двумя дорогами), прибегают к помощи математической статистики, теории вероятностей. В ряде случаев при установлении оптимального числа билетных касс, турникетов, машин и механизмов и т.п. используют теорию массового обслуживания.

В процессе решения ряда задач, связанных с составлением графика движения поездов, определением числа путей в приемо-отправочных парках станции, приходится иметь дело с вычислением функций, вызывающем трудности при выполнении аналитического расчета. Тогда заменяют расчет воспроизведением большого числа реализаций случайного процесса, специально построенного применительно к условиям задачи (метод имитационного моделирования или статистических испытаний). Практически это сводится к вычислительным действиям, производимым над числовыми значениями случайной величины. Случайные числа, например значения интервалов между поступлением требований и временем обслуживания, подчиняющиеся определенным законам распределения, получают на ЭВМ по специальным программам, составленным с учетом заданного закона распределения этих чисел.

На железнодорожном транспорте приходится решать сложные задачи, состоящие из ряда последовательных взаимосвязанных шагов, соответствующих различным моментам времени или многоступенчатой структуре процесса (разработка плана формирования поездов, выбор мероприятий по усилению пропускной способности железных дорог, оптимизация движения поездов по заданному участку и др.). В этом случае пользуются методами динамического программирования, позволяющими, не нарушая строгости решения, резко сократить число рассматриваемых вариантов.

Для нахождения оптимальной стратегии в ситуациях игрового характера, связанных с выбором наиболее выгодного решения по тому или другому критерию, используют алгебраические и интеграционные методы математической теории игр.

Применяемые математические методы успешно реализуются спомошью широкого арсенала общесистемных и специальных программных средств. Процесс разработки конкретных программ

значительно облегчается посредством применения стандартных программных модулей.

При решении задач, описание которых не может быть полностью формализовано, например задачи оперативного диспетчерского регулирования, все большее применение находят программные средства, основанные на искусственном интеллекте. Имеются в виду экспертные системы, аккумулирующие в своих базах знаний богатый опыт и интуицию многих экспертов-специалистов в данной области.

### **3.3. Перспективы повышения качества и эффективности перевозочного процесса**

#### **3.3.1. Понятие о структурной реформе на железнодорожном транспорте**

В результате произошедших в России в конце XX века экономических и политических перемен возникла ситуация, потребовавшая пересмотра принципов управления и организации технологических процессов в национальных системах промышленного производства и транспорта, в том числе и на железнодорожном транспорте.

В 2001 году Правительство Российской Федерации приняло Программу структурной реформы на железнодорожном транспорте с целью развития мощностей инфраструктуры железных дорог для освоения растущих объемов перевозок. Среди основных задач реформирования следует выделить обеспечение повышения устойчивости работы железнодорожного транспорта, как базового элемента общего транспортного пространства страны, и формирование на его основе единой гармоничной транспортной системы России.

В Программе, исходя из анализа работы железнодорожного транспорта России и зарубежных стран, обосновывается необходимость реформирования отрасли, определены цели, задачи и этапность реализации реформы. В процессе решения этих задач необходимо было удовлетворить растущий спрос на услуги, предоставляемые железными дорогами, и снижение совокупных затрат на грузовые перевозки.

Для реализации структурной реформы и достижения ее целей Программой предусмотрено:

- постепенное, поэтапное реформирование и минимизация риска необратимых действий;
- разделение функций государственного регулирования и управления хозяйственной деятельностью;
- переход от монопольного состояния отрасли к конкурентному для повышения эффективности и качества транспортных услуг;
- разделение основных и неосновных видов деятельности;
- формирование организационной структуры по основным видам деятельности (грузовые перевозки, пассажирские перевозки и т.п.);
- сохранение государственного регулирования и контроля над монопольным сектором (инфраструктурой);
- сохранение интеграции инфраструктуры с частью грузовых перевозок, по крайней мере, в течение первых лет реформирования, с поэтапным увеличением доли подвижного состава, принадлежащего независимым компаниям-операторам.

На первом этапе была сформирована законодательная база и проведены подготовительные мероприятия для разделения функций государственного регулирования и хозяйственного управления на железнодорожном транспорте. Основу законодательной базы составили федеральные законы «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации», «О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон «О естественных монополиях», «Об особенностях управления и распоряжения имуществом железнодорожного транспорта» и целый ряд правовых актов Правительства Российской Федерации. Основным итогом первого этапа структурной реформы стало создание открытого акционерного общества «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД»), все акции которого принадлежат государству. В составе общества были образованы 17 территориальных филиалов — железных дорог, функциональные филиалы (заводы, проектные институты и т.д.) и представительства ОАО «РЖД».

В качестве основных мероприятий второго этапа реформирования отрасли следует выделить: создание акционерных обществ из отдельных структурных подразделений ОАО «Российские железные дороги», сокращение перекрестного субсидирования пассажирских перевозок и повышение конкуренции в сфере грузовых перевозок. В ходе реализации II этапа была разработана и утверждена Концепция корпоративного строительства ОАО «РЖД».

В течение 2004 и 2005 годов руководством общества было принято решение о создании 27 дочерних и зависимых акционерных обществ. Кроме этого, к концу 2005 года на сети железных дорог уже функционировало 6 пригородных пассажирских компаний. Для создания условий, способствующих повышению конкуренции на железнодорожном транспорте, Правительством РФ было принято Постановление по вопросам свободного доступа к железнодорожной инфраструктуре и введен в действие Прейскурант 10-01, регулирующий вопросы тарифообразования в сфере грузовых перевозок. К концу второго этапа реформирования независимые от ОАО «РЖД» компании-операторы владели примерно третью всего вагонного парка страны, и на их долю приходилось порядка 25% всех грузов, перевозимых по железной дороге. Функции государственного регулирования функционирования отрасли были закреплены за Министерством транспорта РФ.

Основной целью третьего этапа являлось привлечение инвестиций в железнодорожную отрасль. При этом предполагалось решить несколько задач:

- оценить целесообразность полного организационного отделения инфраструктуры от перевозочной деятельности;
- выполнить передачу большей части парка грузовых вагонов и части локомотивного парка в частную собственность;
- продолжить развитие конкуренции, как в сфере перевозок, так и в видах деятельности железных дорог, не связанных с ними;
- реализовать акции дочерних и зависимых обществ.

В настоящее время уже сформирована целевая модель рынка железнодорожных транспортных услуг, в соответствии с которой ОАО «РЖД» остается единственным перевозчиком грузов и пассажиров в дальнем сообщении, но продолжится создание компаний местных перевозчиков в пригородном сообщении. В сфере грузовых перевозок в 2007 году создано ОАО «Первая грузовая компания», владеющее 50 % грузовых вагонов ОАО «РЖД». В 2010 г. было создано ОАО «Вторая грузовая компания», которому планировали передать оставшийся вагонный парк РЖД.

В рамках реализации Программы структурной реформы в области реформирования пассажирского комплекса вся структура, связанная с организацией перевозок пассажиров в дальнем сообщении, отделена от железных дорог и передана Федеральной пассажирской дирекции (ФПД), которая стала прообразом будущей Федеральной пассажирской компании.

В 2007 году создана Дирекция железнодорожных вокзалов, в ведении которой находятся более, чем 300 вокзалов, и которая в перспективе должна стать обособленным дочерним обществом.

В 2008 году Президентом РФ была поддержана «Стратегия развития железнодорожного транспорта Российской Федерации до 2030 года», реализация которой позволит получить следующие важные результаты:

1 Создание инфраструктурной основы для долгосрочного роста экономики России и повышение качества жизни населения, комплексного освоения новых месторождений полезных ископаемых и новых экономических районов страны.

2 Получение высокого мультипликативного эффекта за счет реализации комплексной программы строительства железнодорожных линий.

3 Рост транспортной доступности субъектов РФ и их транспортной обеспеченности.

4 Снижение совокупных транспортных издержек за счет повышения эффективности работы железнодорожного транспорта и достижения им конкурентоспособного уровня качества транспортных услуг.

5 Доведение технического и технологического уровня инфраструктуры, подвижного состава, сферы их содержания и ремонта до лучших мировых стандартов.

6 Решение системной задачи организации движения тяжеловесных грузовых поездов и пассажирских поездов с высокими скоростями на единой железнодорожной сети.

7 Создание условий для повышения мобильности населения, развития межрегиональных и культурных связей на основе реализации высокоскоростного и скоростного сообщения между крупнейшими центрами страны.

8 Реализация правовых решений в области интеграции железнодорожного транспорта в глобальную транспортно-логистическую систему на основе достижения комплексности и высоких стандартов качества транспортных услуг.

9 Превращение российских железных дорог в экспортера транспортных продуктов, технологий и технических решений.

10 Развитие отечественного научно-производственного комплекса для технического перевооружения и развития железнодорожного транспорта.

На третьем этапе реформы ОАО «РЖД» активизировало деятельность по корпоративному строительству и формированию эффективной холдинговой структуры, предусматривающей дальнейшие мероприятия по созданию дочерних компаний. В то же время продолжается работа по формированию вертикально-интегрированной системы управления компании по основным направлениям деятельности железнодорожного транспорта. В частности появятся несколько территориальных корпоративных центров, которые будут координировать работу составных частей холдинга. Примером, может служить создание единой вертикали управления в сфере организации движения поездов.

В процессе реформирования системы управления ОАО «РЖД» основное внимание уделяется производственным направлениям деятельности компании, среди которых важнейшим является эксплуатационная деятельность:

- своевременная доставка грузов к потребителям транспортных услуг;
- обеспечение грузоотправителей погрузочными ресурсами;
- управление продвижением и анализ использования вагонного парка;
- обеспечение безопасности движения перевозок;
- управление транзитными перевозками по международным коридорам и передачей поездов и вагонов по межгосударственным стыковым пунктам;
- взаимодействие с другими видами транспорта и зарубежными потребителями услуг.

Для реформирования структуры управления ОАО «РЖД» был использован принцип вертикальноинтегрированных управленческих структур - дирекций. Так были созданы Дирекция по комплексной реконструкции железных дорог и строительству объектов железнодорожного транспорта (ДКРС), Дирекция железнодорожных вокзалов (ДЖВ) и другие. Особое внимание было уделено реформированию деятельности ОАО «РЖД» в области управления перевозочным процессом, где одним из условий являлось отделение управления инфраструктурой от управления перевозками. Таким образом, были созданы Дирекция управления движением, Дирекция инфраструктуры, Дирекция тяги, Дирекция по ремонту тягового подвижного состава и функции Дирекции сбыта отданы уже существующей системе фирменного транспортного обслуживания

(СФТО). Каждая из этих дирекций является филиалом ОАО «РЖД» и состоит из соответствующих дорожных структур.

За Дирекцией тяги были закреплены следующие виды деятельности: предоставление тягового подвижного состава и локомотивных бригад для обеспечения перевозок грузов и пассажиров. В качестве показателей работы этой дирекции определены локомотиво-часы и бригадо-часы по видам деятельности, уровень удовлетворения заявок. В структуру Дирекции тяги входят 15 дорожных дирекций, 135 эксплуатационных депо и пункты технического обслуживания локомотивов.

Дирекция по ремонту тягового подвижного состава отвечает за техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт локомотивов. В ее составе также 15 дорожных дирекций и 110 локомотивных депо.

Дирекция инфраструктуры включает в себя департаменты электроснабжения, пути, автоматики и телемеханики и обеспечивает текущую эксплуатацию инфраструктуры железных дорог.

На СФТО возлагается ответственность за сбыт транспортных иных услуг ОАО «РЖД», формирование заказов на погрузку товаров грузоотправителей. Структура и функции Дирекции управления движением и СФТО более детально рассмотрены в последующих разделах.

### **3.3.2. Реформирование системы управления перевозками. Система сбыта транспортных услуг**

Большое значение в Программе структурной реформы придается реформированию системы управления перевозками.

К факторам, вызвавшим коренные преобразования в этой области, относятся:

- недостаточная эффективность сложившейся в границах железных дорог и отделений системы управления перевозками и инфраструктурой, что приводит к замедлению оборота вагона и снижению производительности труда;

- необходимость значительного повышения доходности железных дорог, сокращения эксплуатационных расходов, расширения финансовых возможностей для восстановления изношенной части основных фондов и приобретения новых технических средств;

- потребность в повышении скоростей движения поездов, устранении барьеров в продвижении поездопотоков, создании сервисных условий обслуживания пассажиров и грузовладельцев.

На Рисунок 103 представлена структура организации управления движением на сети железных дорог России.

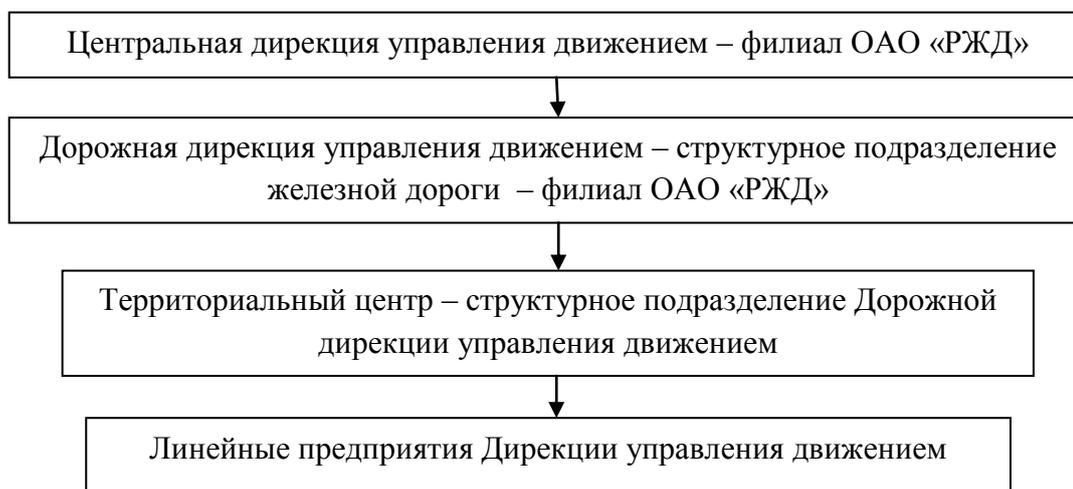


Рисунок 103. Структурная схема вертикально интегрированной системы управления перевозками

Начавшееся реформирование системы организации перевозок происходит на основе формируемой новой модели управления эксплуатационной работой сети железных дорог.

Особенностями этой модели, с учетом ее развития в перспективе являются:

- рехуровневая вертикаль;
- управление перевозками по принципу сквозных информационно-управляющих технологий, направленное от Центральной дирекции через дорожные дирекции и территориальные центры к автоматизированным рабочим местам (АРМ) линейных работников, исполнителей технических операций на станциях и к устройствам автоматики (диспетчерской централизации, диспетчерского контроля);
- деление сети на регионы и линейные районы по технологическому принципу, исходя в основном из возможной длины участков работы поездных локомотивов.

Основной целью создания Дирекции управления движением (ДУД) является повышение эффективности функционирования системы управления перевозочным процессом за счет снижения общих издержек на перевозки, разделение полномочий по видам деятельности, устранение

функциональных барьеров в работе структурных подразделений и повышение их ответственности за обеспечение плановых заданий. ДУД — филиал ОАО «РЖД» концентрирует в своих руках весь комплекс функций, связанных с организацией и управлением движением поездов в течение всего цикла транспортировки грузов:

- нормативно-технологическое обеспечение перевозочного процесса (график движения, план формирования, технические нормативы, правила погрузки);

- диспетчерское управление движением подвижного состава;

- коммерческая деятельность, связанная с определением возможности допуска частного подвижного состава на пути общего пользования и оказание услуг на начально-конечных операциях.

Необходимость создания Дирекции вызвана требованиями транспортного рынка и появившимися возможностями управления перевозками на крупных полигонах сети и транспортных коридорах.

Центральный уровень управления перевозками формируется из ранее существовавших в составе ОАО «РЖД» департаментов управления перевозками ШД) и грузовой и коммерческой работы (УМ), Центра управления терминально-складским комплексом и управлений, обеспечивающих финансово-хозяйственную деятельность. На региональном уровне — из служб управления перевозками (Д) и грузовой и коммерческой работы (М), а также Регионального центра управления терминально-складским хозяйством и отделам финансово-хозяйственной деятельности.

При таком подходе сокращается число технических станций на пути следования поездов и число переработок вагонов, увеличиваются гарантийные плечи их обслуживания и тяговые плечи работы локомотивов и бригад, устраняются «барьеры» в продвижении вагонопотоков.

В регион будут входить железные дороги или часть их участков в рамках которых завершается цикл перевозок основной части грузов (70—80 % общего объема) от мест погрузки до станции выдачи груза клиенту — получателю.

Территориальный центр управления (Рисунок 104) охватит станции, объединенные по территориальному признаку, связанные единой технологией поездной и маневровой работы.

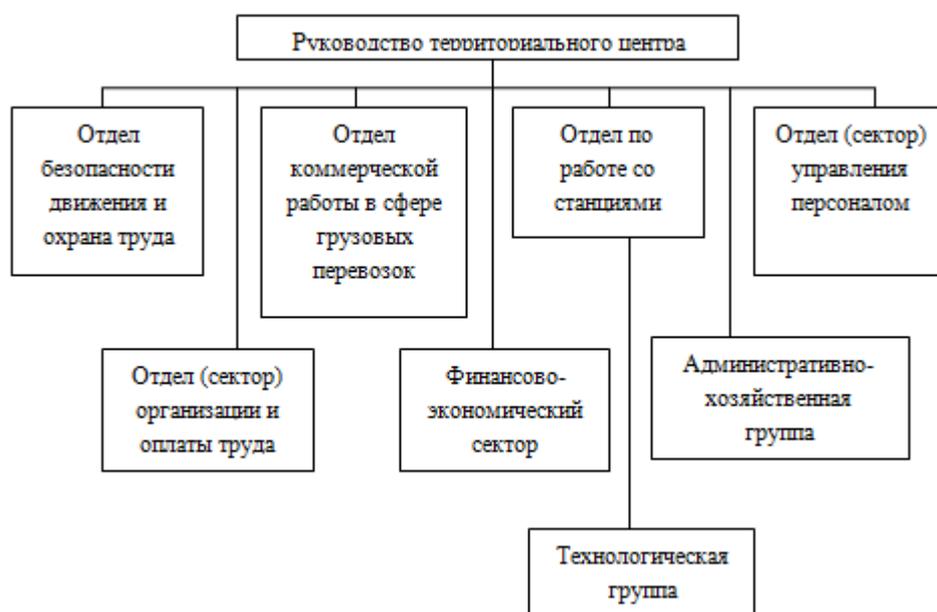


Рисунок 104. Структура территориального центра — структурного подразделения Дорожной дирекции управления движением

При этом осуществляется управление погрузочно-выгрузочными операциями, обеспечивается документальное их оформление, поача и уборка вагонов к местам погрузки-выгрузки и рациональное использование маневровых локомотивов.

Линейный уровень представляют железнодорожные станции и механизированные дистанции погрузочно-разгрузочных работ и коммерческих операций. На железнодорожных станциях осуществляются все виды эксплуатационной работы с поездами и вагонами, а также операции по подготовке грузов и багажа к транспортировке, грузовые операции, включая хранение грузов в складских помещениях станции.

Силами механизированной дистанции погрузочно-разгрузочных работ и коммерческих операций выполняются грузовые и коммерческие операции в местах общего пользования, документальное оформление перевозок, завоз и вывоз грузов со станции, ремонт и текущее содержание перегрузочных машин и оборудования, промывка и дезинфекция вагонов.

Характерной особенностью создаваемой дирекции является появление в ее составе ряда новых подразделений, осуществляющих экономическую, финансово-хозяйственную и кадровую работу с большим количеством линейных подразделений.

Новая модель управления перевозками будет формироваться на основе применения современных информационных технологий в режиме реального времени. Центральная дирекция, дорожные дирекции и

Территориальные центры, соединенные между собой волоконно-оптической связью, включаются в систему, обеспечивающую обновление информации о работе железных дорог через каждые 15—20 с. При этом первым двум структурам предстоит управлять вагонными и грузовыми потоками соответственно по сети железных дорог и регионам, а территориальным центрам — движением поездов и организацией грузовой и маневровой работы на своих полигонах. В территориальных центрах с помощью компьютеров будет отслеживаться местоположение и состояние любого оказавшегося на полигоне вагона.

Ядром Центральной и Региональной дирекций являются диспетчерские центры управления движением и управления местной работы, которые войдут в их состав после упразднения отделений.

В создаваемой системе управления движением усиливаются функции сменно-суточного планирования эксплуатационной работой подразделений регионального уровня управления, контроля и анализа выполнения нормативного графика движения поездов.

В региональные центры управления будет поступать информация о количестве поездов на направлениях, подходе их с соседних регионов. На экранах АРМ поездных диспетчеров появятся данные о каждом интересующем их поезде, его массе, длине, количестве вагонов, номере и типе локомотива (с указанием фамилии машиниста), месте и продолжительности остановок, скрещении и обгонах поездов. Наряду с информационными функциями, будут автоматически вырабатываться управляющие рекомендации. Например, высветится схема сортировочной станции с указанием варианта решений по расформированию и формированию поездов, из которых диспетчер выберет наилучший.

Центр управления перевозками Центральной дирекции управления движением внешне напоминает зрительный зал с дисплеем, перед которым амфитеатром расположены оборудованные компьютерами рабочие места диспетчеров (по пассажирским и грузовым перевозкам, вагонному и локомотивному паркам и др.). На дисплее отображается информация об обстановке на сети железных дорог. При этом можно высветить схему любой станции с ее путевым развитием и обнаружить причины сбоя в работе, с тем, чтобы принять необходимые оперативные меры.

С целью сохранения управляемости перевозок в условиях реорганизации соответствующей системы и обеспечения требуемого уровня взаимодействия с подразделениями, обеспечивающими содержание инфраструктуры и тягового подвижного состава,

предполагается организация 17 региональных дирекций. По мере развития управляющих систем в организации поездной работы возможно изменение количества и границ соответствующих дирекций на основе новых технологических условий. На первом этапе создания Дирекции управления движением (ДУД) они совпадают с действующими стыковыми пунктами передачи вагонов, что позволяет обеспечить преемственность управления перевозочным процессом. Наименование региональных дирекций предлагается осуществлять по месту нахождения диспетчерского центра.

Эффект от создания ДУД заключается в появлении структуры, полностью самостоятельно отвечающей за выполнение поставленных целей и задач, контролирующей расходы и доходы, связанные с ее деятельностью. Кроме того, появляется возможность гибкого изменения полигонов сети и границ ответственности региональных дирекций в зависимости от изменения географии грузопотоков и внедрения новых технологий, и с учетом этого эффективно использовать тяговые ресурсы.

Для ОАО «РЖД» в результате организации вертикально интегрированной системы управления движением в целом укрепляется принцип единоначалия управления перевозками и четкого разделения ответственности между подразделениями Дирекции на всех уровнях, формируется менее громоздкая трехзвенная система управления, реализуется возможность создания полноценной корпоративной системы менеджмента качеством на основе исполнения конкретных бизнес-процессов.

Дирекция управления движением является потребителем услуг отряда бизнес-единиц ОАО «РЖД» и в свою очередь предоставляет им свои услуги (таблица 12).

Для взаимодействия указанных Дирекций создаются регламенты взаимодействия, стандарты выполнения технологических операций, взаимоувязанная система показателей эффективности и единая система бюджетного управления технологическими и экономическими рисками.

В новых условиях существенно повысится роль графика движения поездов как основного технологического документа для формирования логистических цепочек доставки грузов и расписания движения пассажирских поездов.

Таблица 12 Услуги,получаемые Дирекцией управления движением

Услуги,получаемые Дирекцией управления движением		Услуги,получаемые Дирекцией управления движением	
От Дирекции инфра структуры	Предоставление пропускных способностей с учетом технологических «окон» в графике движения поездов	Дирекции сбыта (ЦФТО)	Предоставление нитки графика для движения грузовых поездов частных перевозчиков и доставки грузов (вкл. подачу и уборку вагонов,формирование и продвижение поезда)
От Дирекции тяги	Предоставление потебного количества локомотивов необходимого назначения и мощности и контингента локомотивных бригад для выполнения запланированного объема перевозок	Федеральной пассажирской компании. Пригородным пассажирским компаниям, компании независимых перевозчиков	Предоставление нитки графика для движения пассажирских и пригородных поездов и диспетчерское руководство по их пропуску
	Соблюдение локомотивными бригадами нормативов графика движения поездов		
От Дирекции инвентарного парка	Предоставление грузовых вагонов в технически исправном состоянии и в объеме.необходимом для выполнения запланированного объема перевозок	Дирекции инфраструкту ры	Предоставление нитки графика и диспетчерского управления при организации движения хозяйственных и ремонтных поездов
От Дирекции сбыта (ЦФТО)	Формирование плана перевозок на бюджетный год		
От Дирекции по техническому обслуживанию вагонов	Технический осмотр вагонов на станциях и их техническая подготовка		

### **3.3.3. Перспективы развития скоростного и высокоскоростного движения**

Среди планируемых результатов реализации Стратегии развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года намечено «создание условий для повышения мобильности населения, развития межрегиональных экономических и культурных связей на основе реализации высокоскоростного и скоростного сообщения между крупнейшими центрами страны».

В настоящее время на железных дорогах мира к скоростному движению поездов относятся пассажирские перевозки со скоростями до 200 км/ч. Движение пассажирских поездов со скоростями свыше 200 км/ч относится к высокоскоростным перевозкам и как правило осуществляется по специально построенным высокоскоростным магистралям (ВСМ). В ряде зарубежных стран (Япония, Франция, Германия, Италия, Испания и др.) накоплен определенный опыт в решении проблем организации высокоскоростных перевозок, обеспечения их безопасности, охраны окружающей среды, повышения доходности ВСМ и изыскания средств для их дальнейшего развития.

Опыт эксплуатации скоростных и высокоскоростных поездов в этих странах показал, что для успешной организации соответствующих пассажирских перевозок необходимо иметь верхнее строение пути (рельсы, рельсовые скрепления, стрелочные переводы, балластный слой) и земляное полотно более высокого качества и иного вида, чем при обеспечении обычного скоростного режима пассажирских перевозок. Серьезное внимание уделяется требованиям к энергетическим системам железнодорожного транспорта, в том числе к обеспечению надежности токосъема при высоких скоростях движения поездов.

В нашей стране в последнее время основное внимание уделялось развитию скоростного движения на железнодорожном транспорте. Первым скоростным полигоном отечественных железных дорог стала реконструированная в 2001 году магистраль Санкт-Петербург—Москва (645,5 км), где максимальная скорость движения пассажирских поездов возросла до 200 км/ч, а минимальное время поездок сократилось до 4,5—5 часов.

Параллельно с развитием скоростного движения начата организация высоко-скоростного движения, опытным полигоном для которого выбрана линия Санкт-Петербург—Москва.

Для реализации этой задачи в мае 2006 года между ОАО «РЖД» и Siemens Transportation Systems было заключено соглашение о поставке до конца 2010 года 8 высокоскоростных поездов Velaro Rus, которые получили название «Сапсан». Эти поезда уже эксплуатируются на линиях Санкт-Петербург—Москва и Москва—Нижний Новгород. С учетом особенностей существующей системы электроснабжения на российских железных дорогах для перевозок пассажиров на линии Санкт-Петербург—Москва создан поезд, работающий на постоянном токе с напряжением в контактной сети 3кВ. Для обеспечения пассажирского движения на направлении Санкт-Петербург—Москва—Нижний Новгород подготовлен электропоезд двойного питания, работающий на постоянном токе напряжением 3 кВ и на переменном токе напряжением 25кВ и частотой тока 50Гц.

Поезд, состоящий из 10 вагонов, сконструирован на базе стандартной платформы Velaro, созданной для европейских стран, но имеет ряд отличительных особенностей, среди которых гарантированная работа в зимних условиях при температурах до — 50°С, ширина салона больше европейского варианта на 30 см. Эти поезда могут развивать скорость до 250км/ч с перспективой ее увеличения до 330км/ч. Минимальное время поездки между Санкт-Петербургом и Москвой составляет 3 ч 45 мин.

Управление движением поездов на существующей линии Санкт-Петербург—Москва после ввода в эксплуатацию высокоскоростных поездов «Сапсан» осуществляется из Центра управления скоростным движением пятью поездными диспетчерами по направлению. Средняя протяженность диспетчерского участка составляет примерно 129 км. В Центре скоростного движения установлено табло коллективного пользования для отображения поездного положения. Его общий размер 12,5×2 м. В диспетчерском зале расположены 6 рабочих мест, оснащенные всеми необходимыми средствами связи и персональными компьютерами, включенными в соответствующие локальные и корпоративные сети.

На табло отображены четыре зоны: две зоны для контроля продвижения пригородных поездов со стороны Москвы и Санкт-Петербурга, зона скоростного движения, информационная зона, в которой выводятся любые сведения, касающиеся работы участка Санкт-

Петербург—Москва (эксплуатационные показатели участка, опаздывающие поезда, предупреждения об ограничениях скорости, видеосъемка участка и т.д.).

На табло коллективного пользования в режиме реального времени от систем линейного уровня поступает информация о проследовании каждого поезда по участку. Информация анализируется системой и при отклонении от графика движения выдаются сигнальные сообщения. Предусмотрен специализированный контроль за поездами, которые на отдельных участках будут следовать со скоростями до 250 км/ч.

В настоящее время все направление оборудовано системой диспетчерской централизации «Тракт», работающей в режиме диспетчерского контроля. Подключение системы в режиме диспетчерского управления предполагается на первом этапе на 20 станциях, в дальнейшем — на всех станциях.

Специалистами НИИАС ведется создание интеллектуальной автоматизированной системы «Автодиспетчер», в которой предусматривается приготовление станционных маршрутов пропуска поездов непосредственно автоматизированной системой на основе действующего графика движения поездов.

Аналогичные задачи предстоит решать в рамках развития скоростного полигона железных дорог России, общая протяженность линий которого будет более 10 тыс. км. Одним из наиболее приоритетных направлений организации скоростного пассажирского движения является Центр—Юг (Москва—Адлер). Для обеспечения движения скоростных пассажирских поездов по намеченным направлениям потребуется модернизация инфраструктуры существующих железнодорожных линий, в том числе строительство дополнительных главных путей, специализированных для скоростных поездов.

В 2010 году было организовано высокоскоростное движение на линии СанктПетербург—Хельсинки, где эксплуатируются электропоезда «Аллегро» производства фирмы Alstom, которые способны развивать максимальную скорость 220 км/ч. Это позволило сократить время поездки между столицей Финляндии и Санкт-Петербургом с 5ч 50мин до 3ч 36мин. Поезд «Аллегро» представляет собой 2-системный электропоезд с принудительным наклоном кузова, обеспечивающим проход по существующим кривым участкам пути с большими скоростями. Использование этого электропоезда позволяет существенным образом сократить затраты на модернизацию инфраструктуры. Кроме того, для

обеспечения безопасности при организации скоростного пассажирского движения планируется осуществить вынос грузового движения с указанной линии на параллельные железнодорожные ходы.

Стратегией развития железнодорожного транспорта до 2030 года предусмотрено строительство высокоскоростных магистралей (ВСМ): Санкт-Петербург—Москва—Нижний Новгород, Москва—Смоленск—Красное. К 2030 году общая протяженность высокоскоростных железнодорожных линий может достичь 1528 км, в том числе с выходом за рубеж.

Разработка проектов ВСМ потребует принципиально новых подходов к обеспечению безопасности функционирования железной дороги как комплексной системы. Высокий уровень безопасности будет достигнут, в частности, полным обособлением ВСМ от других путей сообщения (устройство пересечений в разных уровнях с автомобильными дорогами, пешеходными переходами и т.д.).

К основным задачам по развитию высокоскоростного движения в России относятся:

- создание национальных технических регламентов и стандартов с учетом мирового опыта проектирования, строительства и эксплуатации высокоскоростного железнодорожного транспорта;
- формирование системы технического обслуживания высокоскоростной инфраструктуры и подвижного состава, разработка и производство отечественных технических средств для ВСМ, включая элементы инфраструктуры и подвижной состав;
- подготовка персонала для обеспечения высокоскоростного движения;
- создание системы финансового обеспечения реализации проектов ВСМ.

Управление движением высокоскоростных поездов будет осуществляться в режиме автоведения, однако, в любой момент при необходимости возможен переход на ручное управление.

Необходимыми условиями строительства первой российской высокоскоростной магистрали является уровень развития экономики страны, подвижность населения, массовости туризма и размеры пассажиропотоков, заинтересованность федеральных, региональных и муниципальных структур.

ПРИЛОЖЕНИЕ  
(вопросы к самопроверке)

**Характеристика железнодорожного транспорта и его место в единой транспортной системе.**

1. В чем состоит государственное, экономическое, социальное и оборонное значение железнодорожного транспорта?
2. В чем заключается преимущество железных дорог перед другими видами транспорта?
3. Какое место занимает железнодорожный транспорт в транспортной системе России?
4. Какими показателями характеризуются грузовые и пассажирские перевозки?
5. Каковы основные экономические показатели работы железнодорожного транспорта?
6. Охарактеризуйте основную цель стратегии развития железнодорожного транспорта
7. Охарактеризуйте этапы стратегии развития железнодорожного транспорта
8. Опишите структурное реформирование железнодорожного транспорта.
9. Охарактеризуйте основные стратегические цели компании ОАО «РЖД»
10. Охарактеризуйте основные органы управления ОАО «РЖД»
11. Что включает в себя понятие «железнодорожный транспорт»?

**Основы возникновения и развития железнодорожного транспорта.**

1. Когда и кем в России построена первая железная дорога с паровой тягой?
2. Когда построена в России первая железная дорога общего пользования?
3. Когда и кем построена первая в России двухпутная железнодорожная магистраль? Каково её значение для развития сети железных дорог?
4. Когда построена Великая Сибирская магистраль? Каково ее значение для страны?

5. Когда и кем построен первый тепловоз?
6. Какова эксплуатационная длина сети железных дорог России?

### **Организация управления на железнодорожном транспорте.**

1. Что определяет Устав железнодорожного транспорта?
2. Какие положения устанавливают ПТЭ?
3. В чем суть структурной реформы на железнодорожном транспорте?
4. Охарактеризуйте поэтапное преобразование ОАО «Российские железные дороги» в холдинговую компанию, в эффективного и грамотного владельца инфраструктуры.

### **Основы проектирования и строительства железных дорог.**

1. Что такое трасса, план и продольный профиль железнодорожной линии?
2. Назовите основные элементы плана и профиля линии?
3. Что представляет собой руководящий уклон железнодорожной линии?

### **Элементы железнодорожного пути.**

1. Перечислите основные элементы железнодорожного пути.
2. Каковы требования ПТЭ к элементам пути?
3. Приведите поперечные профили насыпи и выемки.
4. Назовите виды водоотводных устройств.
5. Какие способы укрепления откосов земляного полотна вы знаете?
6. Перечислите виды искусственных сооружений и укажите их назначение.
7. Каковы основные элементы конструкции моста?
8. Перечислите составные элементы верхнего строения пути.
9. По каким признакам пути подразделяются на классы?
10. Какие требования предъявляют к балласту?
11. Назовите основные материалы, используемые в качестве балласта.
12. Назовите основные типы рельс применяемые на железнодорожном транспорте ?
13. Укажите назначение шпал, их тип и длину.
14. Перечислите достоинства и недостатки деревянных и железобетонных шпал.

15. Что представляет собой бесстыковой путь?
16. Как устроена рельсовая колея на прямых и кривых участках пути?
17. Каковы нормы ширины колеи в прямых и кривых участках?
18. Какими должны быть уровни рельсовых нитей на прямых?
19. Каково максимальное возвышение наружного рельса в кривой?
20. Для чего устраивают переходные кривые?
21. В чем заключается усиление пути в кривых?
22. Для чего предназначены стрелочные переводы?
23. Назовите основные элементы стрелочного перевода.
24. Каково назначение крестовиной части стрелочного перевода?
25. Для чего предназначены съезды?
26. Что представляет собой стрелочная улица?
27. Какие виды ремонта пути предусмотрены на железнодорожном транспорте?
28. Перечислите виды работ, выполняемых при капитальном и среднем ремонте пути.
29. Каково назначение подъёмочного ремонта пути?
30. Каков состав работ по текущему содержанию пути?
31. Назовите путевые машины, используемые для ремонта пути.
32. Перечислите способы борьбы со снежными и песчаными заносами.

### **Устройства электроснабжения.**

1. Какая доля потребляемой в стране электроэнергии приходится на железнодорожный транспорт?
2. Какие системы тока применяют на электрифицированных линиях?
3. В чем состоят преимущества железнодорожных линий, электрифицированных на переменном и постоянном токе?
4. Каковы допустимые уровни напряжения в контактной сети при постоянном и переменном токе?
5. Каким образом обеспечивается ветроустойчивость контактной сети?
6. Назовите технические решения, приводящие к снижению износа контактного провода.
7. Дайте определение понятию тяговая сеть

### **Общие сведения о железнодорожном подвижном составе.**

1. Назовите автономные и неавтономные локомотивы. Чем они отличаются друг от друга?
2. Каковы значения КПД паровозов, тепловозов и электровозов?
3. Как классифицируют локомотивы по роду работы?
4. Как по серии отличить грузовой, пассажирский и маневровый тепловозы?
5. На каких линиях эффективна электрическая тяга?
6. Что относится к механической части, а что – к электрическому оборудованию электровоза?
7. Какими дополнительными устройствами оборудованы электровозы и электропоезда переменного тока?
8. Каким образом регулируют скорость электровозов постоянного и переменного тока?
9. В чем состоит отличие электропоезда от электровоза?
10. Назовите основные части тепловоза.
11. Чем отличаются электрические передачи постоянного и постоянно- переменного тока?
12. Назовите основные типы вагонов пассажирского и грузового парков
13. Чем принципиально отличаются пассажирские вагоны от вагонов грузового парка?
14. Для перевозки каких грузов используют контейнеры?
15. Перечислите основные технико - экономические показатели вагонов.
16. Что такое коэффициент тары вагона?
17. Назовите основные элементы вагона.
18. Как осуществляется управление тормозами вагона?

### **Техническая эксплуатация и ремонт железнодорожного подвижного состава.**

1. Назовите основные сооружения и устройства локомотивного хозяйства.
2. Какие требования предъявляются согласно ПТЭ к устройствам локомотивного хозяйства?
3. Какой способ обслуживания локомотивов локомотивными бригадами является основным?

4. Какую роль играет удлинение участков обращения локомотивов и локомотивных бригад?
5. В чем заключается экипировка электровозов и тепловозов?
6. Перечислите основные виды технического обслуживания и ремонта локомотивов.
7. Назовите основные виды технического обслуживания и ремонта грузовых и пассажирских вагонов.
8. Какие предприятия вагонного хозяйства существуют на железных дорогах?
9. Для чего предназначены ремонтно- экипировочные депо?

### **Системы и устройства автоматики, телемеханики и связи.**

1. Что представляет собой дистанционно- информационная система контроля технического состояния подвижного состава?
2. Каково назначение устройств СЦБ?
3. Приведите определение сигнала. Что обеспечивает сигнализация на железнодорожном транспорте?
4. Какие сигнальные цвета используют в железнодорожной сигнализации?
5. Для чего служат поездные сигналы?
6. Чем отличаются сигнальные указатели от сигнальных знаков?
7. Перечислите основные виды устройств СЦБ на перегонах.
8. Чем отличается автоматическая блокировка от полуавтоматической?
9. Что обеспечивает автоматическая локомотивная сигнализация?
10. Каково назначение устройств диспетчерского контроля за движением поездов?
11. С какой целью в переездной сигнализации используются два попеременно мигающих красных огня?
12. Назовите основные виды устройств СЦБ на станциях?
13. Что обеспечивает централизация управления стрелками и сигналами?
14. В чем состоит суть диспетчерской централизации?
15. Перечислите основные виды устройств горочной автоматики и их назначение.
16. Какие виды связи применяют на железнодорожном транспорте?

17. В чем состоят преимущества радиосвязи перед проводной связью?
18. Для каких целей на железных дорогах используют телевидение?
19. Где на железнодорожном транспорте применяется радиолокация?
20. Что представляет собой волокно - оптическая связь? Каковы её преимущества?

### **Раздельные пункты и железнодорожные узлы.**

1. Каково назначение раздельных пунктов?
2. Назовите существующие виды раздельных пунктов.
3. Какие виды путей имеются на станциях?
4. Что такое горловина станции?
5. Каким должен быть план и профиль путей на станциях?
6. Что представляет собой маневровая работа?
7. Что устанавливает технологический процесс работы станции?
8. Чем отличается разъезд от обгонного пункта?
9. Назовите отличительные признаки промежуточной станции в сравнении с разъездами и обгонными пунктами.
10. Каково назначение участковых и сортировочных станций?
11. Каково назначение пассажирских и грузовых станций?
12. Какие операции выполняют на технических пассажирских станциях?
13. Приведите определение железнодорожного узла.
14. Перечислите основные операции перевозочного процесса.
15. Каково содержание плана формирования поездов?
16. Что представляют собой отправительский и ступенчатый маршруты?

### **Основные сведения о материально-техническом обеспечении железных дорог.**

1. Что представляет собой материально-техническое обеспечение (МТО) .
2. Какую деятельность осуществляет Дирекция «Росжелдорснаб».
3. Какие функции выполняет Система МТО.
4. Что предусматривает Организация МТО
5. С чего начинается разработка стратегического плана МТО.

6. Склады какого назначения имеются в системе материально-технического обеспечения железных дорог .

7. Какие запасы сосредоточены на базах «Спецжелдорснаба».

### **Планирование и организация перевозок и коммерческой работы.**

1. Как подразделяются поезда по старшинству?

2. Какие грузовые и пассажирские поезда относятся к поездам повышенной длины?

3. В чем состоит грузовая и коммерческая работа на железнодорожном транспорте?

4. Какие пассажирские поезда относятся к дальним, местным и пригородным?

5. Что представляют собой системы «Экспресс-2» и «Экспресс-3»?

6. Каково значение графика движения поездов и какие требования предъявляются к нему?

7. По каким признакам классифицируют графики движения поездов?

8. Перечислите элементы графика и его основные показатели.

9. Что такое пропускная и провозная способность железных дорог?

10. Назовите основные мероприятия по повышению пропускной и провозной способности железных дорог.

### **Информационные технологии и системы автоматизированного управления.**

1. Перечислите составные элементы системы управления движением поездов.

2. Кто осуществляет оперативное руководство перевозочным процессом?

3. Назовите основные количественные и качественные показатели эксплуатационной работы железных дорог.

4. Что такое АСУЖТ? Какие подсистемы АСУЖТ внедрены на железных дорогах?

### **Перспективы повышения качества и эффективности перевозочного процесса.**

1. Перечислите что предусмотрено Программой для реализации структурной реформы и достижения ее целей?

2. Какие три этапа предусмотрены Программой структурной реформы отрасли?

3. Какие задачи предполагалось решить при третьем этапе?

4. Что позволит получить реализация «Стратегии развития железнодорожного транспорта Российской Федерации до 2030 года»?

## *Список рекомендуемых источников*

### *Основные источники*

1. Железные дороги. Общий курс под редакцией Ю.И.Ефименко 6-е издание ,переработанное и дополненное Москва 2014. - 501с
2. Инструкция по сигнализации на железнодорожном транспорте Российской Федерации , Екатеринбург ИД «Урал Юр Издат» 2012.-170с
3. Инструкция по движению поездов и маневровой работе на железнодорожном транспорте Российской Федерации , Екатеринбург ИД «Урал Юр Издат» 2012.-409с

### *Дополнительные источники*

4. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации,Москва ТРАНЗИНФО 2011.-199с
5. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ Утверждена МПС Российской Федерации 28.07.1997 г. № ЦП-485, Екатеринбург ИД «Урал Юр Издат» 2007г.-92с.
6. Бондарев В.С.,Ефименко Ю.И.,Рыбин П.К. и др. Становление и развитие транспортно-экспедиторского дела на железных дорогах.-СПб.:Инф.центр «Выбор»,2011.-184с.
7. Бушуев Н.С.,Бочкин В.А.,Быков Ю.А. и др. Основы проектирования, строительства и реконструкции железных дорог: Учебник для вузов железнодорожного транспорта/Под ред. Ю.А.Быкова.-М.:Маршрут,2009
8. Ковалев В.И.,Кудрявцев В.А.,Осьминин Т.А.и др.Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте Том 1.Технология работы станций:Учебник для студентов образовательных учреждений высшего профессионального образования/под ред.В.И.Ковалева.-М.:Маршрут 2009. 4
9. Программа структурной реформы на железнодорожном транспорте (с комментариями) /Составители и авторы комментариев: А.С.Мишарин,А.В.Шаронов,Б.М.Лapidус,П.К.Чичагов,Н.М.Бурносков, Д.А. Марчет.-М.: МЦФЭР,2001-240с.
10. Сапожников Вл.В.,Елкин Б.Е.,Кокурин И.Н. и др. Станционные системы автоматики и телемеханики /под ред. Вл.В.Сапожникова.-М.:Транспорт,2000.-432с
11. Сборник основных федеральных законов о железнодорожном транспорте.-М.:Юртранс,2003.-192с.

12. Семенов В.М., Болотин В.А., Кустов В.Н. и др. Организация перевозок грузов: Учебник для студентов среднего профессионального образования/под ред. В.М. Семенова.-М.: Издательский центр «Академия», 2008.-304с.

13. Скоростной и высокоскоростной железнодорожный транспорт. Т.1/под ред. В.И. Ковалева.-СПб.: инф. центр «Выбор», 2001.-320с.

14. Уралов В.Л., Михайловский Г.И., Воробьев Э.В. и др. Комплексная механизация путевых работ: Учебник для вузов железнодорожного транспорта/под ред. В.Л. Уралова.-М.: Маршрут, 2004.-381с.

15. Шубко В.Г., Правдин Н.В., Архангельский Е.В. и др. Железнодорожные станции и узлы: Учебник для вузов железнодорожного транспорта/под ред. В.Г. Шубко и Н.В. Правдина.-М.: УМК МПС России, 2002.-368с

16. Яковлева Т.Г., Корпущенко Н.И., Клинов С.И. и др. Железнодорожный путь: Учебник для вузов железнодорожного транспорта / под ред. Т.Г. Яковлевой – 2-е изд., с изм. и доп.-М.: Транспорт 2001-408с.