

# Железнодорожная инфраструктура

1. Общее  
определение и состав инфраструктуры.
2. Общие принципы и порядок строительства новой инфраструктуры. Описание отдельных ключевых элементов.
  - a. Земляное полотно. Общее определение, историческая справка.
  - b. Верхнее строение пути. Общее определение, историческая справка.
  - c. Искусственные сооружения и мосты.
  - d. Контактная сеть и энергетика. Общее определение, историческая справка.
  - e. Системы железнодорожной автоматики и телемеханики. Общее определение, историческая справка.
  - f. Связь
3. Инфраструктурные управления в РЖД: ЦДИ, ДКРС, ДКСС. Описание подразделений, зоны ответственности и контроля.
4. Железнодорожная инфраструктура вне собственности РЖД. Собственники, обслуживающие структуры.

## 1. Общее определение и состав инфраструктуры

Железнодорожная инфраструктура - совокупность постоянных сооружений, зданий, систем, земельных участков, включая железнодорожную полосу отчуждения, необходимых для функционирования железной дороги.

### Инфраструктура железнодорожного транспорта

#### Железнодорожный путь

Железнодорожный путь состоит из двух параллельных рельс, закрепленных перпендикулярно шпалам из дерева, бетона, стали или пластика, которые сохраняют постоянное расстояние между рельсами, называемое ширина колеи. Выделяют три основных категории ширины колеи: стандартная (в России называется Европейская колея 1435 мм) используется примерно на 60 % железных дорог мира, широкая колея (к ней относится Русская колея) и узкая колея (к ней относятся Капская и Метровая колеи). Помимо ширины колеи, пути кладутся с учетом габаритов подвижного состава, который определяют максимальную высоту и ширину вагонов и грузов в них для безопасного прохода по мостам, тоннелям и другим строениям.

Железнодорожный путь направляет гребень железнодорожного колеса, сохраняя направление движения вагона без дополнительного трения, позволяя, таким образом, делать более длинные поезда, чем возможно на автомобильных дорогах. Рельсы и шпалы обычно кладут на балластную призму, которая распределяет вес со шпал для избежания сгибания при просадке земли от веса проходящих поездов. Вышеперечисленное относится к верхнему строению пути, которое

обычно укладывается на земляное полотно, относящееся к нижнему строению пути.

Балласт также действует в качестве дренажа. Некоторые современные пути строятся путем «прямой фиксации» без использования балласта. Пути могут изготавливаться заранее или собираться на месте установки. Благодаря сварке возможно создание бесстыкового пути, что снижает износ подвижного состава из-за маленьких зазоров соединенных простым способом рельс, а также повышает комфорт пассажирских поездов.

На поворотах внешний рельс может укладываться чуть выше внутреннего рельса. Такой способ укладки позволяет сократить центробежную силу выталкивания подвижного состава в кривых участках пути, а также повышает комфорт пассажиров при движении поезда.

Костыль в деревянных шпалах со временем может ослабевать, однако сломанные шпалы могут заменяться отдельно, без необходимости ремонта всего пути, точно также как и бетонные. При усадке пути из-за оседания почвы, их поднимают с применением техники для засыпки дополнительного балласта под них в целях выравнивая рельс.

Периодически есть необходимость замены балласта на новый для поддержания хорошего дренажа. Стоки и другие способы отводы воды всегда должны содержаться в чистоте, поскольку при размывании полотна возможны оползни. При прохождении путей рядом с реками, полотно дополнительно укрепляется во избежание вымывания во время наводнений. Железнодорожные мосты требуют постоянного контроля и ухода, поскольку они подвергаются большим единоразовым нагрузкам во время прохождения тяжелых поездов. Поддержанием железнодорожного пути в исправном состоянии занимаются дистанции пути.

Железнодорожная сигнализация — это система управления железнодорожным движением в целях избежания столкновений. Из-за использования рельс, которые имеют малое сцепление, железнодорожные поезда чрезвычайно подвержены опасности столкновений, поскольку обычно следует со скоростью, не дающей возможности остановиться достаточно быстро или тормозной путь длиннее видимой для машиниста дистанции. Большинство форм контроля движения поездов состоит из инструкций движения передаваемых от ответственных за участок железнодорожной сети к бригаде поезда. Не все методы управления используют сигналы, а некоторые системы относятся только к однопутным веткам.

Процесс сигнализации обычно происходит на Посту электрической централизации, расположенных на определенных интервалах вдоль железнодорожных путей. Развитие современных технологий сделало подобный системы избыточными, позволяя собрать управление сигнализации на больших участках в единых региональных контрольных центрах. Это стало возможно благодаря компьютеризации, которая позволяет наблюдать за огромной длинной путей из одной комнаты. Стандартный метод блок-участков делит пути на отдельные зоны, контролируемые сочетанием светофоров, правил и автоматических контрольных систем, так что на одном участке может находиться только один поезд.

### Электрификация

Электрификационная система поставляет энергию в поезда, чтобы они могли двигаться без установки источника энергии в поезде. Это снижает операционные издержки, однако требует крупных капиталовложений на строительство линий. Основные магистрали и трамваи обычно имеют воздушную контактную сеть, свисающую со

столбов вдоль линии. Транспорт находящийся не на уровне земли часто использует контактный рельс.

Энергия может подаваться постоянным током или переменным. Наиболее часто используемыми напряжениями постоянного тока являются 600 и 750 В для трамваев и метро, 1 500 и 3 000 В для поездов. Две основных системы переменного тока — 15 кВ и 25 кВ.

### Станции

Железнодорожная станция — это место, где пассажиры садятся или выходят из поезда. Грузовая железнодорожная станция это площадка для загрузки и выгрузки грузов. Крупные пассажирские станции имеют строения для удобства пассажиров с продажей билетов и еды. Небольшие станция обычно представляют из себя лишь платформу. Первые станции часто строились одновременно и для пассажиров, и для грузов.

Платформы используются для удобного входа в поезда и соединены между собой . Многие вокзалы построены в качестве тупика, где поезда прибывают и отходят только в одном направлении. Небольшие станции обычно обслуживают окружающие жилые районы с автобусами, ходящими до станции. Крупные станции являются транспортно-пересадочными узлами городов и имеют пересадку с поездов на метро, трамвай или автобус.

### Модернизация и развитие инфраструктуры железнодорожного транспорта

Основной проблемой текущего состояния инфраструктуры является значительное количество «узких мест» - участков инфраструктуры с ограниченными пропускными способностями, что является

сдерживающим фактором роста объемов и качества перевозок. Кроме того, на сети ОАО «РЖД» существует значительное количество объектов инфраструктуры с высоким уровнем износа, малоинтенсивные участки.

В целях обеспечения инфраструктурных условий для устойчивого экономического роста, необходимого уровня пропускных способностей железнодорожной инфраструктуры для удовлетворения потребностей грузовладельцев необходимо формирование системы взаимоотношений между владельцем инфраструктуры и государством как заказчиком необходимого уровня пропускных способностей в железнодорожном сегменте национальной транспортной системы, как элемента общей системы взаимоотношений между государством и владельцами транспортной инфраструктуры страны в целом.

В рамках данной системы должно осуществляться:

- со стороны государства:
  - определение долгосрочной потребности в развитии железных дорог России, включая уровень географического охвата, пропускные способности сети, стандарты технического состояния и безопасности движения;
- со стороны владельца инфраструктуры:
  - четкая классификация загруженности и эффективности использования участков железнодорожной инфраструктуры, определение необходимого объема работ и объема финансирования, требуемых для обеспечения определенного государством уровня пропускных способностей.

При формировании данной системы учитывается необходимость принятия решений в области избыточных и неиспользуемых объектов

железнодорожной инфраструктуры общего пользования для повышения эффективности ее использования.

Кроме того, в рамках формирования указанной системы взаимоотношений необходимо провести анализ конкурентоспособности и эффективности доставки грузов железнодорожным транспортом по критериям (цена/качество) относительно иных видов транспорта (трубопроводный, автомобильный и др.).

Представленные решения создают системные условия для обеспечения целевых пропускных способностей транспортной инфраструктуры Российской Федерации, способствующие реализации производственного потенциала и продвижению отечественной продукции на стратегические рынки сбыта.

### Инфраструктура железнодорожного транспорта общего пользования

Инфраструктура железнодорожного транспорта общего пользования

- в РФ - технологический комплекс, включающий:

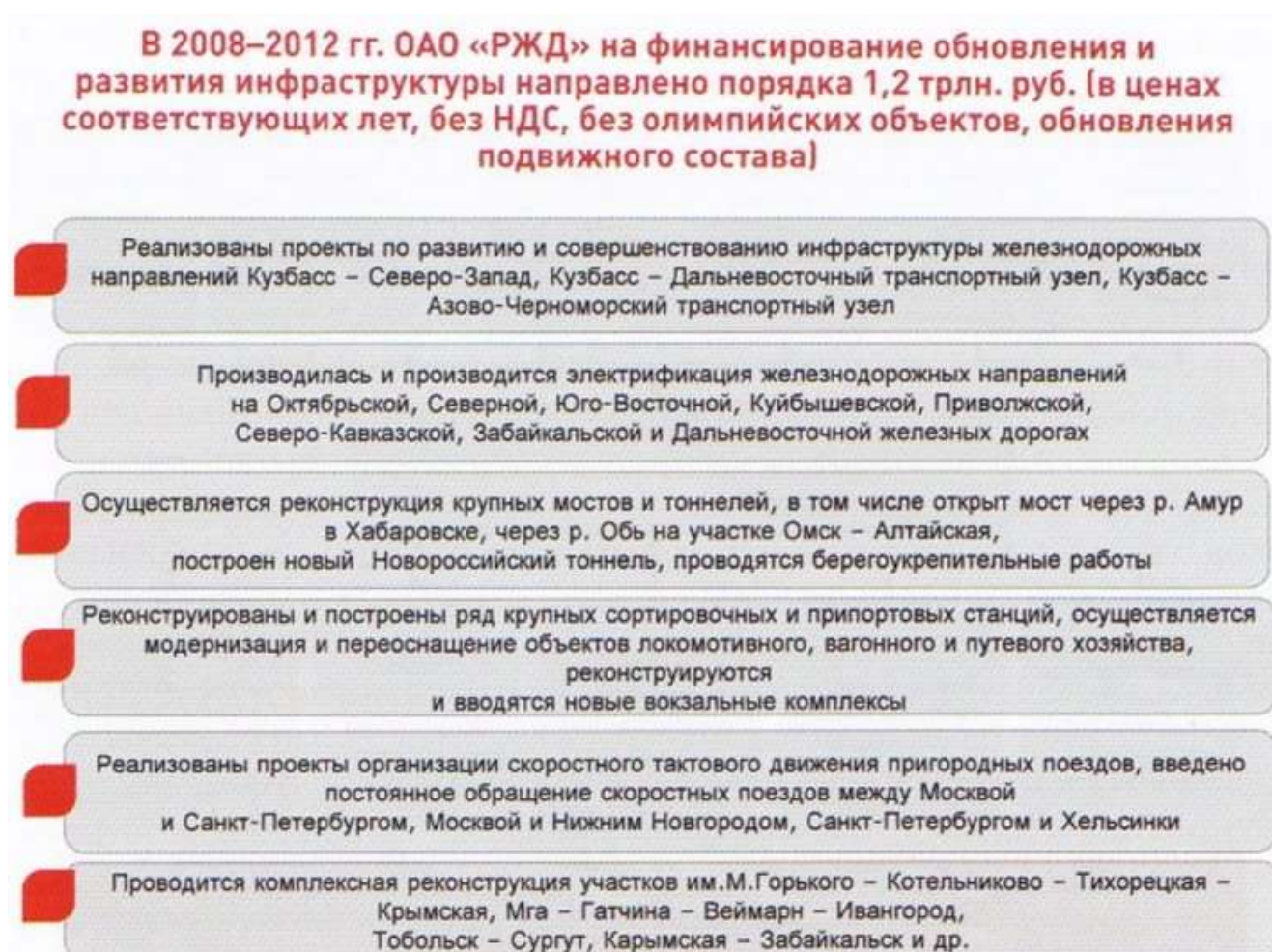
- железнодорожные пути общего пользования и другие сооружения;
- железнодорожные станции;
- устройства электроснабжения;
- сети связи;
- системы сигнализации, централизации и блокировки;
- информационные комплексы и систему управления движением;

+ иные обеспечивающие функционирование этого комплекса здания, строения, сооружения, устройства и оборудование.



## 2. Общие принципы и порядок строительства новой инфраструктуры. Описание отдельных ключевых элементов.

По данным отчета, подготовленного Всемирным экономическим форумом (The Global Competitiveness Report 2012—2013 гг.), по качеству инфраструктуры в целом Россия занимает 101-е место в мире. По качеству железнодорожной инфраструктуры - 30-е место (что выше, чем по другим видам транспорта), и с 2008 г. РФ поднялась в рейтинге на две ступени. Однако, несмотря на удовлетворительное состояние



железнодорожной инфраструктуры по сравнению с инфраструктурой других видов транспорта, 30-е место для одной из старейших и масштабных железнодорожных систем в мире является

неудовлетворительным, особенно с учетом планируемых перспектив развития спроса на перевозки.

Рис.1.

Источник: <http://scbist.com/zh-d-stati/25845-05-2013-ob-aktualizacii-generalnoi-shemy-razvitiya-zheleznih-dorog-oao-rzhd-na-period-do-2020-g.html>

Общее понимание глубины проблем и масштаба стоящих перед отраслью задач сложилось еще до кризиса, и в 2008 г. правительство РФ утвердило Транспортную стратегию и Стратегию развития железнодорожного транспорта до 2030 г. Механизмом их реализации на первом этапе до 2015 г. должна была стать подпрограмма «Железнодорожный транспорт» ФЦП «Развитие транспортной системы России (2010-2015 гг.)».

Однако финансово-экономический кризис существенно снизил возможности реализации программы. Ожидаемое финансирование раздела «Железнодорожный транспорт» ФЦП оценивается в 2,0 трлн. руб. вместо 4,1 трлн. руб., т.е. за 2010-2015 гг. дефицит финансирования подпрограммы превысит 2.1 трлн. руб., или 52% предусмотренных средств. Фактически по ряду ключевых для отрасли показателей кризис вернул ситуацию на 4-5 лет назад.

Рис.2. Структура рынка грузовых перевозок

Источник: <http://scbist.com/zh-d-stati/25845-05-2013-ob-aktualizacii-generalnoi-shemy-razvitiya-zheleznih-dorog-oao-rzhd-na-period-do-2020-g.html>

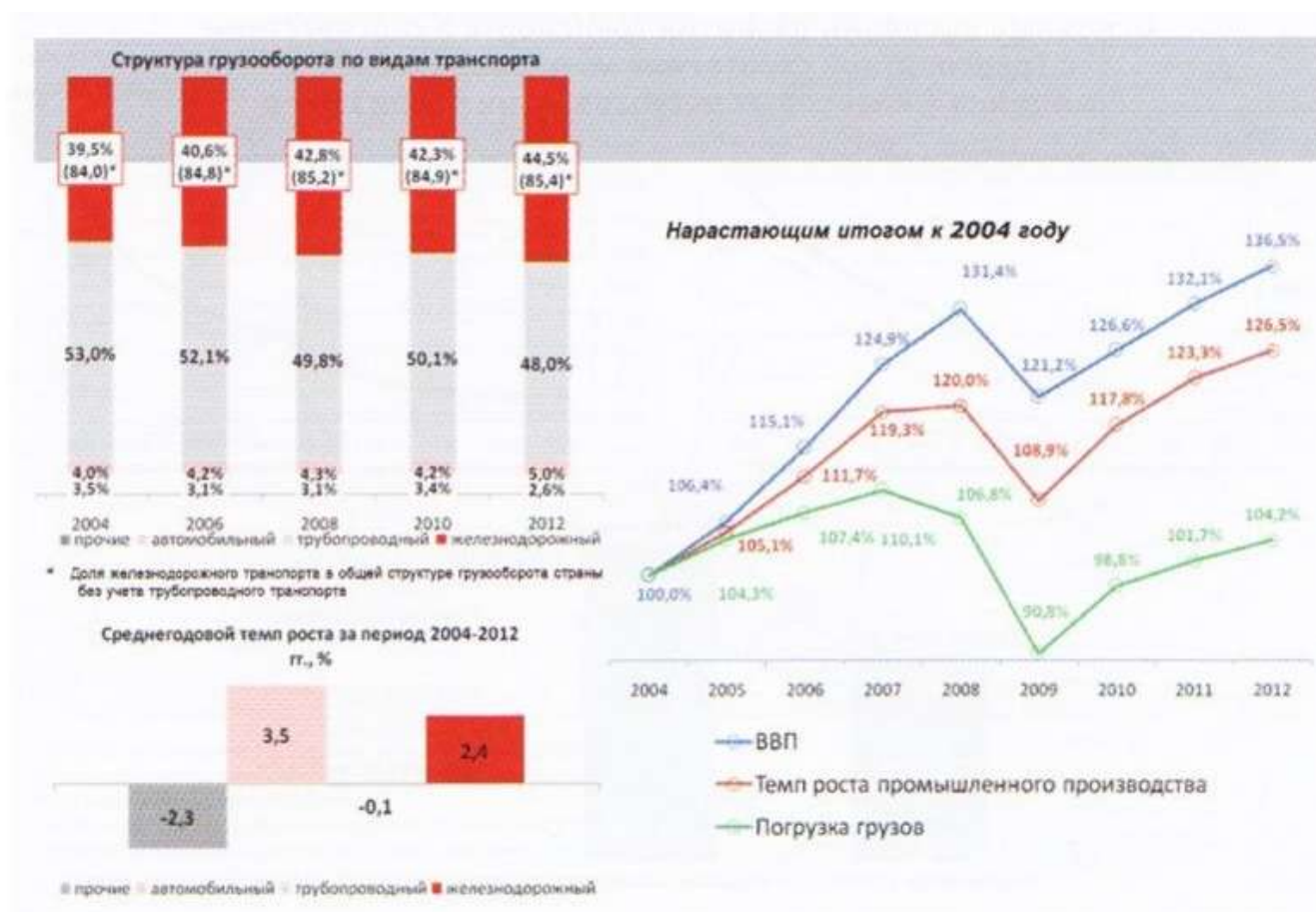


Рис.3. Подход к прогнозированию объемов перевозок грузов железнодорожным транспортом

Источник: <http://scbist.com/zh-d-stati/25845-05-2013-ob-aktualizacii->



[generalnoi-shemy-razvitiya-zheleznih-dorog-oao-rzhd-na-period-do-2020-g.html](http://generalnoi-shemy-razvitiya-zheleznih-dorog-oao-rzhd-na-period-do-2020-g.html)

Следует отметить, что в 2012 г. правительством было принято решение о выделении средств из федерального бюджета начиная с 2012 г. на развитие Московского транспортного узла, с 2013 г. — Котельниковского хода со строительством обхода Краснодара. Однако этих мер для обеспечения развития инфраструктуры в масштабах страны недостаточно.



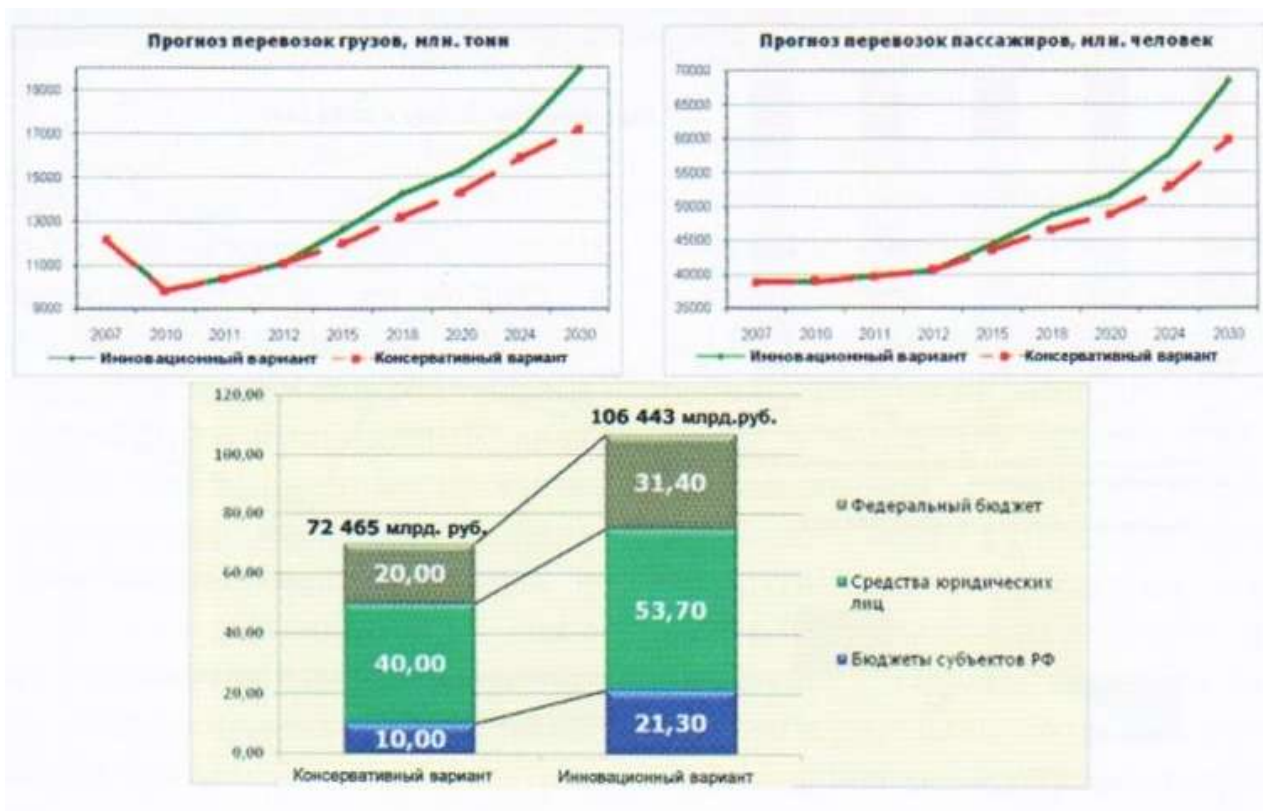


Рис.4. Основные сценарии развития транспорта в соответствии с Транспортной стратегией на период до 2030 г. И оценка финансовых ресурсов на их реализацию

Несмотря на сокращение финансовых возможностей, ОАО «РЖД» за счет повышения внутренней эффективности и реализации мероприятий по реформированию продолжало реализацию первоочередных проектов по развитию железнодорожной инфраструктуры. За этот период велись модернизация инфраструктуры ХИа вывоза угля из Кузбасса, развитие участка Карымская — Забайкалье^ модернизация Транссибирской магистрали, усиление подходов к крупнейшим портам и др. В 2008-2012 гг. ОАО «РЖД» инвестировано почти 1,2 трлн. руб. (в ценах соответствующих лет, без НДС) в модернизацию и развитие сети железных дорог. В дополнение к этому за счет средств федерального бюджета велось строительство олимпийских объектов.

Однако принимаемых за счет внутренних ресурсов компании мер явно недостаточно для обеспечения эффективной конкуренции с другими видами транспорта. Несмотря на увеличение доли железнодорожного транспорта, рост погрузки отстает от темпов роста промышленного производства, что связано как со структурой промышленного производства, так и с постоянно усиливающейся конкуренцией в сегменте перевозок. Без формирования новых конкурентоспособных продуктов, наращивания пропускных способностей, повышения скоростей движения, веса поезда и выполнения сроков доставки грузов невозможно переломить сложившуюся тенденцию.

Если обратиться к статистике, то цифры наглядно свидетельствуют о произошедшей с 2000 г. существенной потере доли рынка пассажирских железнодорожных перевозок в пользу авиа- и автотранспорта. Такой результат — следствие гибкой тарифной политики авиакомпаний, повышения экономической активности населения, а также проводимой государственной политики по обеспечению ценовой доступности воздушного транспорта для населения.

Сегодня перед ОАО «РЖД» стоит выбор одной из двух моделей развития пассажирских перевозок. Евроазиатская модель — на примере Германии, где основной поток пассажиров пользуется высокоростным и скоростным железнодорожным сообщением, при этом доля железнодорожных пассажирских перевозок в общем объеме составляет более 40%. И модель США, приоритетом которой является развитие пассажирских перевозок авто- и авиатранспортом, а доля железных дорог не превышает 4%. По нашему мнению, выбор этой модели неприемлем, так как исторически в России железнодорожные пассажирские перевозки являются доступными, эффективными и общественно значимыми. Однако выбор модели развития предстоит сделать в первую очередь государству

Разработка прогноза ключевых индикаторов деятельности ОАО «РЖД», выполненная в рамках актуализации Генеральной схемы развития железнодорожного транспорта, осуществлялась с использованием широкого набора данных, полученных из различных источников.

Методология расчета объемов перевозок грузов основана на взаимоувязке двух направлений прогнозирования: прогноза «сверху» и «снизу». Прогноз «сверху» выполняется на базе макроэкономических, отраслевых и региональных программно-стратегических документов. Прогноз «снизу» основан на информации компаний-грузовладельцев, пользователей услуг ОАО «РЖД» и иных участников транспортного процесса на железнодорожном транспорте, получаемой в том числе в соответствии с Соглашением № 22 «О развитии инфраструктуры железнодорожного транспорта, необходимой для реализации проектов территориального и промышленного развития», подписанным по итогам совещания 24 января 2012 г. в г. Кемерово. При увязке прогнозов учитывались результаты исследования «Обоснование долгосрочных перспектив и разработка сценарного прогноза объемов перевозок грузов

железнодорожным транспортом на период до 2030 года с использованием межотраслевых балансов».

В 2013 г. на государственном уровне сформированы два ключевых документа, определяющих долгосрочные цели развития железнодорожного транспорта: прогноз социально-экономического развития России до 2030 г. и актуализированная версия Транспортной стратегии, которые стали основой для формирования Генсхемы.

По оценкам экспертов, из-за неразвитости транспортной инфраструктуры экономика страны ежегодно недополучает более 3% ВВП. Исходя из этого проектом Стратегии определены следующие приоритеты:

- создание условий для снижения транспортных издержек в экономике;
- удовлетворение спроса на грузовые перевозки, предъявляемого основным и грузообразующими
- отраслями экономики;
- выполнение требований, диктуемых членством России в ВТО и развитием Единого экономического пространства;
- обеспечение роста мобильности населения исходя из транспортной связанности национальной территории.

Транспортная стратегия предусматривает переход к полноценной сетевой структуре железных и автомобильных дорог и, соответственно, полицентрической модели пространственного развития страны.

Принципиально новым направлением инновационного развития является создание выделенной инфраструктуры скоростных линий и высокоскоростных железнодорожных магистралей, которые позволят не только повысить мобильность населения, но и высвободить занятые сегодня резервы грузовых линий, а также станут важным катализатором



социально-экономического развития регионов, науки, промышленности и кадрового потенциала.

Без принятия системных решений по увеличению инвестиций в опережающее развитие железнодорожного транспорта отрасль не сможет обеспечить необходимые транспортные условия для динамичного социально-экономического подъема страны.

Кроме того, положения Транспортной стратегии еще раз подтвердили правильность подходов компании по использованию межотраслевого баланса для оценки потенциальной перевозочной базы, а также необходимость создания долгосрочных источников финансирования транспортной инфраструктуры.

Прогнозы, разработанные Минэкономразвития России, предусматривают три сценария социально-экономического развития национальной экономики в долгосрочной перспективе: консервативный, инновационный и целевой (форсированный), на базе которых в Генеральной схеме сформированы варианты перспективных оценок объемных показателей работы.

Консервативный сценарий характеризуется умеренными долгосрочными темпами роста экономики на основе активной модернизации топливно-энергетического и сырьевого секторов российской экономики. Модернизация экономики ориентируется в большей степени на импортные технологии и знания. Этот сценарий обеспечивает к 2020 г. укрепление сырьевой специализации России в мире при сохранении значительных узких мест в автодорожной и железнодорожной инфраструктуре до 2025 г.

Инновационный сценарий характеризуется усилением инвестиционной направленности экономического роста, опирается на создание современной транспортной инфраструктуры и

конкурентоспособного сектора высокотехнологичных производств и экономики знаний наряду с модернизацией энерго-сырьевого комплекса.

Целевой (форсированный) сценарий разработан на базе инновационного. При этом он характеризуется форсированными темпами роста, повышенной нормой накопления частного бизнеса, созданием масштабного несырьевого экспортного сектора и значительным притоком иностранного капитала. Однако основные параметры по этому сценарию значительно превышают текущие тенденции на рынке железнодорожных перевозок и не подтверждаются полученными данными и грузоотправителей. Поэтому при формировании Генсхемы учитывались соответствующие оценкам ОАО «РЖД» параметры развития.

Необходимо еще раз отметить, что впервые за долгое время в прогнозе Минэкономразвития России отмечена необходимость опережающего развития транспортной инфраструктуры как основы для роста экономики, а также предусматривается создание опорной сети скоростного и высокоскоростного движения.

Основой прогноза объемов работы железнодорожного транспорта в Генсхеме является анализ основных мест зарождения и погашения перевозок, возможности смежных инфраструктур, оценка возможности по наращиванию импортных и транзитных грузов.

Согласно консервативному варианту прогноза в 2013—2020 гг. объемы перевозок грузов железнодорожным транспортом увеличатся на 21%, т.е. до 1736,9 млн. т. По инновационному варианту объемы перевозок грузов железнодорожным транспортом вырастут на 30% (до 1874,9 млн. т) при увеличении объема ВВП на 40% и промышленного производства на 32%. Объемы погрузки грузов по сети ОАО «РЖД» на 2020 г. определены в размере 1727,2 млн. т, грузооборот - 2910 млрд. ткм.

В соответствии с инновационным вариантом ожидается неуклонный рост показателя общего объема пассажирооборота. Так, общий объем пассажирооборота к 2020 г. прогнозируется на уровне 172,5 млрд. пассажиро-км (выше уровня 2012 г. на 19,3%). Среднегодовой темп прироста в период до 2020 г. составит порядка 2,2%.

В целом по сети железных дорог ОАО «РЖД» до 2020 г. для освоения прогнозируемых объемов перевозок потребуется построить до 5000 км дополнительных главных путей, электрифицировать примерно 1400 км. При этом одним из ключевых проектов является развитие подходов к портам Северо-Западного региона, комплексная реконструкция участка Мга - Гатчина - Веймарн - Ивангород.

С точки зрения нового строительства приоритетные проекты — это Северный широтный ход (Салехард — Надым), а также строительство обходов Краснодарского и Саратовского узлов. При этом важно полностью реализовать соглашение с компанией «Новатэк», обеспечив необходимое развитие участка Тобольск — Коротчаево.

Существенное развитие в части решения транспортных проблем крупных агломераций получит Московский транспортный узел. С учетом планируемых объемов общая протяженность дополнительных главных путей, потребных к строительству в целом по узлу, превышает 1000 км.

Генеральная схема базируется на реализуемых в компании мероприятиях по совершенствованию технологии перевозочного процесса и внедрению новой техники. Ключевыми из этих мероприятий являются: внедрение единого сетевого технологического процесса; повышение доли отправительской и технической маршрутизации; оптимальное перераспределение грузо- и пассажиропотоков; развитие системы тактового движения пригородных и скоростных поездов в крупных агломерациях.

В свою очередь, обеспечение потребностей грузового и пассажирского комплексов требует масштабного развития



инфраструктуры. Поэтому Генеральной схемой предусматриваются капиталовложения в такие мероприятия по повышению эффективности работы сети железных дорог, как организация полигонов тяжеловесного движения с поездами 9000 т и выше с осевой нагрузкой до 27 т, формирование сети мультимодальных терминально-логистических центров и др.

ис.5. Перспективное направления развития железнодорожной инфраструктуры для освоения планируемых объемов грузовых перевозок на период до 2030 г.

Источник: <http://scbist.com/zh-d-stati/25845-05-2013-ob-aktualizacii-generalnoi-shemy-razvitiya-zheleznih-dorog-oao-rzhd-na-period-do-2020-g.html>

В рамках инновационного варианта Генеральной схемы на перспективу до 2020 г. предусматриваются два комплекса программных мероприятий, направленных на повышение скоростей движения на железнодорожном транспорте:

- организация высокоскоростного движения на специализированных магистралях со скоростями до 350-400 км/ч на направлениях Москва-Санкт-Петербург, Москва — Нижний Новгород — Казань;
- организация скоростного железнодорожного движения на существующей инфраструктуре между крупными региональными центрами с максимальной скоростью 160-200 км/ч на направлениях Москва — Ярославль, Москва — Суземка (с дальнейшим продлением до Киева) и Москва -Красное (с дальнейшим продлением до Минска и далее в Европу).

Реализация проектов строительства высокоскоростных магистралей (ВСМ), помимо организации движения поездов, позволит в перспективе переключить часть тяготеющего к магистрали пассажирского поездопотока в дальнем следовании с существующих линий на высокоскоростную магистраль с высвобождением части пропускной способности линий для перевозки грузов. При этом эффективность высокоскоростного движения для государства существенна, а величина

эффекта превышает альтернативные варианты развития авиа- и автотранспорта. В частности, требования по землеотводу под инфраструктуру ВСМ при сопоставимых пассажиропотоках в 2-3 раза ниже, чем для автотранспорта, и ниже, чем выделение земель под сооружение аэропортов и защитной зоны от их шумового воздействия. Более того, ВСМ в несколько раз более энергоэффективны и экологичны, чем авиа- и автотранспорт. Так, потребление энергии и выбросы CO<sub>2</sub> в расчете на 1 пассажиро-км на высокоскоростных магистралях в 2 раза ниже, чем на автотранспорте, и в 3 раза ниже, чем в авиации.

**Рис.6.** Основные принципы перспективной технологии работы сети железных дорог, заложенных при разработке Генеральной схемы



Повышение эффективности перевозочного процесса  
за счет оптимизации технологии управления

- ☐ Внедрение Единого сетевого технологического процесса
- ☐ Увеличение средней длины состава грузового поезда и повышение динамической нагрузки на груженный вагон
- ☐ Внедрение технологий управления движением грузовых поездов по расписанию
- ☐ Повышение доли отправительской и технической маршрутизации, в том числе развитие системы кольцевых маршрутов
- ☐ Оптимальное перераспределение грузо- и пассажиропотоков с учетом формирования преимущественно пассажирских и грузовых направлений
- ☐ Повышение маршрутных скоростей движения контейнерных поездов на отдельных направлениях
- ☐ Повышение маршрутных скоростей движения пассажирских поездов на отдельных направлениях
- ☐ Развитие системы тактового движения пригородных поездов в крупных агломерациях

Мероприятия по повышению эффективности работы  
сети железных дорог, требующие капиталовложений

- ☐ Создание опорной сети ВСМ с формированием подвозных маршрутов
- ☐ Формирование преимущественно пассажирских и грузовых направлений
- ☐ Внедрение тяжеловесного движения (9 тыс. тонн и выше)
- ☐ Формирование сети мультимодальных ТЛЦ в крупных транспортных узлах, на подходах к портам и крупным промышленным кластерам
- ☐ Развитие системы интермодальных перевозок в связях «аэропорт – город», создание транспортно-пересадочных узлов
- ☐ Обновление основных фондов хозяйств: пути и сооружений, СЦБ и связи, электрификации, движения и т.д.
- ☐ Развитие инфраструктуры при полном исчерпании ее мощности

Источник: <http://scbist.com/zh-d-stati/25845-05-2013-ob-aktualizacii-generalnoi-shemy-razvitiya-zheleznih-dorog-oao-rzhd-na-period-do-2020-g.html>

В средне- и долгосрочной перспективе значительное развитие получают агломерации, что соответствует государственной политике и требует развития транспортной инфраструктуры как необходимого условия их функционирования.

Рис.7.



Источник: <http://scbist.com/zh-d-stati/25845-05-2013-ob-aktualizacii-generalnoi-shemy-razvitiya-zheleznih-dorog-oao-rzhd-na-period-do-2020-g.html>



Одним из наиболее эффективных решений для развития бизнеса грузовых перевозок является организация курсирования на угольных и рудных маршрутах поездов

массой 9000 т и более без перелома веса, составленных из вагонов с осевой нагрузкой до 27 т. Эта важнейшая задача должна решаться в двух направлениях: организация локальных кольцевых маршрутов и создание протяженных коридоров тяжеловесного движения на угольно-рудных направлениях, таких как Кузбасс — Северо-Запад.



Рис.8. Перспективный полигон обращения тяжилоресных поездов

Источник: <http://scbist.com/zh-d-stati/25845-05-2013-ob-aktualizacii-generalnoi-shemy-razvitiya-zheleznnyh-dorog-oao-rzhd-na-period-do-2020-g.html>

Основным критерием ввода тяжеловесного движения на участках сети железных дорог является наличие крупных корреспонденций массовых грузов на перспективу, позволяющих на станциях отправления ежесуточно формировать маршрут, следующий без переработки на всем пути следования. При этом рост объемов перевозок на перспективу влечет увеличение процента маршрутизации, что также является важным вкладом в совершенствование технологии перевозок. Помимо этого, внедрение

тяжеловесного движения — это важный стимул для перехода собственников на вагонный парк нового поколения и соответствующее развитие промышленности.

Рис.9.

<b>Потребные инвестиции на развитие и обновление инфраструктуры и парка подвижного состава, предусмотренные в Генеральной схеме на период до 2020 г., млрд руб. в прогнозных ценах без НДС</b>			
Мероприятия	Инвестиционный бюджет Base	Консервативный вариант	Инновационный вариант
	2013 – 2020 гг.	2013 – 2020 гг.	2013 – 2020 гг.
Развитие и обновление инфраструктуры	2091,0	2970,9	5290,6
Обновление подвижного состава, в том числе:	735,1	907,1	1 001,2
тяговый подвижной состав	632,8	804,8	898,9
Развитие крупных ж.-д. узлов	106,9	275,2	1 368,0
Прочие проекты ОАО "РЖД"	197,9	171,1	211,5
Строительство специализированных ВСМ	0	1 837,9	2 620,7
Организация скоростного и интернодального движения	0	661,1	661,1
Строительство новых ж.-д. линий (на принципах ГЧП)	0	156,2	405,9
<b>ИТОГО:</b>	<b>3130,5</b>	<b>6979,5</b>	<b>11559,0</b>

Источник: <http://scbist.com/zh-d-stati/25845-05-2013-ob-aktualizacii-generalnoi-shemy-razvitiya-zheleznih-dorog-oao-rzhd-na-period-do-2020-g.html>

Для организации тяжеловесного движения в Генеральной схеме предусматривается выполнение работ по подготовке инфраструктуры железнодорожного транспорта к беспрепятственному пропуску грузовых поездов с повышенными осевыми нагрузками на всем протяжении маршрута. Одним из сдерживающих факторов развития таких маршрутов является состояние искусственных сооружений, реальная потребность в усилении которых должна быть предметом детальных исследований уже в текущем году. В этой связи необходимо обеспечить адресное решение для пролетных строений класса Н7 и ниже, а также сооружений, имеющих дефекты. В частности, на направлении Кузбасс -Северо-Запад основной объем работ включает в себя восстановление несущей способности шести мостов, имеющих неудовлетворительное техническое состояние, и замену на 19 мостах пролетных строений, выполненных под расчетную нагрузку ниже Н8. Эта задача вполне решаема в рамках имеющихся у компании ресурсов.

Рис.10.



Источник: <http://scbist.com/zh-d-stati/25845-05-2013-ob-aktualizacii-generalnoi-shemy-razvitiya-zheleznih-dorog-oao-rzhd-na-period-do-2020-g.html>

Последовательное развитие и внедрение технологии тяжеловесного движения на основных направлениях сети железных дорог России приведет к сокращению размеров грузового движения, что в совокупности с эффектами от строительства высокоскоростных магистралей позволит в перспективе не проводить капиталоемкие мероприятия, в том числе по строительству третьих путей на участках Тюмень - Богданович, Пермь — Чайковская, Лянгасово — Котельнич.

Компания проводит целенаправленную работу по выравниванию транспортной обеспеченности в регионах. Для ОАО «РЖД» развитие инфраструктуры Дальневосточного региона — Байкало-Амурской и



Транссибирской магистрали - является приоритетным направлением деятельности. В настоящее время потребность инвестиций в развитие и обновление инфраструктуры Дальневосточного региона (по консервативному варианту) оценивается в 562 млрд. руб., из которых компания до 2018 г. инвестирует 302 млрд. руб. Дефицит инвестиций в развитие полигона составляет около 260 млрд. руб. Он может быть покрыт в ближайшей перспективе в формате государственно-частного партнерства. Решение поставленной задачи позволит обеспечить перевозку дополнительно 40 млн. т грузов, из них 25 млн. т в направлении портов Дальнего Востока.

Исходя из оценки потенциальной грузовой базы и отправления пассажиров до 2020 г. определена суммарная потребность в инвестициях в развитие, обновление инфраструктуры и парк тягового подвижного состава, которая составит от 7,0 трлн. до 11,6 трлн. руб. При оценке необходимых инвестиций учтены эффекты от переключения пассажирских поездов на строящиеся новые линии и высвобождение дополнительных резервов для грузового движения при создании ВСМ.

Принципиальной задачей является формирование источников финансирования мероприятий Генеральной схемы. В 2013 г. должна быть разработана соответствующая комплексная программа, включающая в себя как финансовые инструменты, так и глубокую модернизацию технологии, направленную на повышение доходности перевозок и внутренней эффективности производственного блока.

В существующих условиях тарифной и кредитной политики объем собственных источников на горизонте 2013—2020 гг. находится на уровне 3 трлн.руб. Дефицит средств может быть нивелирован за счет господдержки, привлечения частных инвестиций и заемных средств в размере до 4,5 трлн. руб. (консервативный сценарий) — и 8,3 трлн.

(инновационный сценарий), т.е. в среднем 0,5—1 трлн. руб. в год. При этом следует отметить, что в случае определения эффектов от инвестиционной программы объем собственных источников может быть также увеличен. Кроме того, в настоящее время реализуется план мероприятий по переходу на экономически обоснованный уровень тарифа, что также позволило бы пересмотреть объемы внутренних источников.

Совместно с группой ведущих российских ученых- экономистов ОАО «РЖД» разработана методика количественной оценки макроэкономических эффектов развития железнодорожного транспорта на основе межотраслевого баланса. Результаты следующие: из-за ограничения роста железнодорожных перевозок в период до 2020 г. совокупные потери ВВП могут составить 5,5—6,4 трлн. руб. (в зависимости от варианта), а потери бюджетной системы - от 1,3 трлн. до 1,5 трлн. руб. При этом данные суммы значительно превышают необходимые средства государственной поддержки для развития железнодорожной инфраструктуры.

## Земляное полотно.

### Общее определение, историческая справка.

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. Непосредственно на земную поверхность путь не укладывают вследствие ее неровностей. Земляное полотно должно быть прочным, устойчивым и долговечным, требующим минимума расходов на его устройство, содержание и ремонт и обеспечивающим возможность широкой механизации работ. Выполнение указанных требований достигается правильным выбором грунтов для насыпей и их тщательным уплотнением при постройке, приданием земляному полотну очертаний, способствующих надежному отводу воды, укреплении откосов насыпей и выемок.

Разрез, перпендикулярный продольной оси пути, называется поперечным профилем земляного полотна. Различают типовые и индивидуальные поперечные профили земляного полотна. Типовые профили в свою очередь делятся на нормальные и специальные. Нормальные профили применяются при сооружении земляного полотна на надежном основании из обычных грунтов. Специальные профили используются в специфических условиях: при наличии вечной мерзлоты, подвижных песков, лёссов, скальных грунтов, болот и т. п. Индивидуальные профили применяются в сложных топографических, гидрологических, геологических и климатических условиях и при высоте откосов более 12 м. При этом все размеры обосновываются конкретными расчетами.

Верхняя часть, на которую укладываются балласт, шпалы, рельсы,



называется основной площадкой. На однопутных линиях основная площадка имеет форму трапеции шириной поверху 2,3 м и высотой 0,15 м, а на двухпутных—форму равнобедренного треугольника высотой 0,2 м. Такое очертание основной площадки способствует стоку воды, проникающей через балластный слой во время дождя и таяния снега. Минимально допустимая ширина основной площадки однопутных линий (м) на эксплуатируемой сети железных дорог СССР, а также для вновь строящихся линий установлена следующей:

Таблица 1.

Грунты	Эксплуатируемая сеть	Категории вновь строящихся линий			
		I	II	III	IV
Скальные, крупнообломочные и песчаные, кроме мелких и пылеватых песков	5,0	6,6	6,6	6,4	6,2
Остальные грунты	5,5	7,6	7,6	7,3	7,1

Источник: [http://www.1520mm.ru/track/lower\\_path.phtml](http://www.1520mm.ru/track/lower_path.phtml)

На двух- и многопутных линиях ширина основной площадки увеличивается на расстояние между осями крайних путей (на двухпутных линиях—на 4,1 м, а на трехпутных—на 9,1 м).

Полоса земли, на которую опирается насыпь, является ее основанием. Линия пересечения основной площадки с откосом называется бровкой земляного полотна, а откоса с основанием — подошвой откоса.

Высотой насыпи считается расстояние от уровня бровок до ее основания по оси. Горизонтальная проекция линии откоса  $l$  называется его заложением, а отношение высоты откоса  $h$  к заложению, которое обозначается  $1:n$ , — крутизной откоса. Крутизна откосов должна обеспечивать надежную их устойчивость и устанавливается в зависимости от высоты насыпи, свойств грунтов, геологических, гидрологических и климатических условий местности. Большое распространение имеют откосы крутизной  $1:1,5$ , называемые полуторными.

Отвод поверхностных вод от насыпей, сооружаемых из привозного грунта, осуществляется продольными водоотводными канавами шириной по дну и глубиной не менее  $0,6$  м, которые при поперечном уклоне местности до  $0,04$  сооружаются с обеих сторон, а при большем уклоне — только с нагорной стороны. Если насыпь возводится из местного грунта, взятого рядом с насыпью, то для отвода воды от полотна используются образующиеся при этом спланированные углубления, называемые резервами.

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

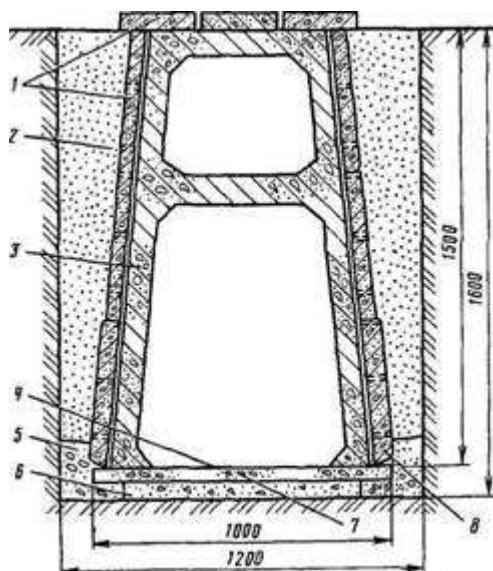
Полоса земли от подошвы откоса до водоотводной канавы или резерва называется бермой. Со стороны будущего второго пути на однопутных линиях ширина бермы принимается не менее  $7,1$  м, а с противоположной стороны — не менее  $3$  м. Для отвода воды от насыпи берма имеет уклон  $0,02—0,04$ .

Основная площадка при этом имеет те же размеры, что и при насыпи. С каждой стороны основной площадки земляного полотна в

выемках устраиваются продольные канавы для отвода воды, называемые кюветами. Они имеют глубину не менее 0,6 м, ширину по дну не менее 0,4 м и продольный уклон дна не менее 0,002. 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 канавы, 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 и кюветов устраиваются лотки, которые могут быть железобетонные, бетонные, каменные или деревянные, а по форме — трапецеидальные, прямоугольные, полукруглые и треугольные.

Рис.1. Железобетонный лоток рамного типа



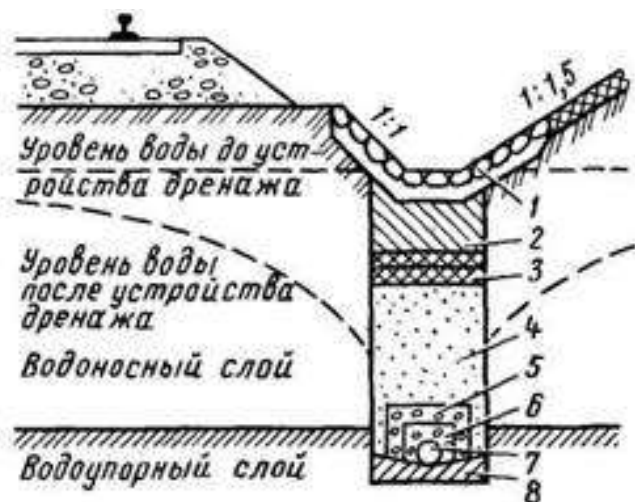
- 1 — железобетонные плиты,
- 2 — заполнение траншей песчаным балластом,
- 3 — железобетонные рамы сечением 10 X 10 см,
- 4 — цементная стяжка, 5— забивка бетоном,
- 6 — песчано-щебеночная подготовка,
- 7—подготовка из бетона,
- 8 —дренажные отверстия диаметром 2,5 см.

Источник: [http://www.1520mm.ru/track/lower\\_path.phtml](http://www.1520mm.ru/track/lower_path.phtml)

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

или лотков или закрытого типа в виде подкюветных дренажей, дренажных галерей и штолен.

Рис.2. Подкюветный дренаж



- 1 - одиночное мощение,
- 2 - утрамбованный глинистый грунт,
- 3 — два слоя дерна,
- 4 — крупно зернистый песок,
- 5 — щебень или гравий,
- 6 — щебень или галька,
- 7 — дренажная труба,
- 8 — деревянная доска.

Источник: [http://www.1520mm.ru/track/lower\\_path.phtml](http://www.1520mm.ru/track/lower_path.phtml)

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 защиты от попадания поверхностной воды верхняя часть дренажа

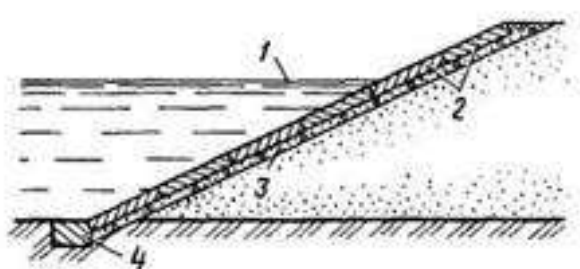
заполняется утрамбованной глиной, которая во избежание смешивания отделяется от дренирующего заполнителя двумя слоями дерна. В последние годы применяется дренаж конструкции ВНИИЖТа с керамзитовым трубо-фильтром; для его сооружения создана специальная машина. Для предохранения земляного полотна от размыва водой и выдувания ветром его откосы и бермы укрепляют.

Наиболее простым способом укрепления незатапливаемых откосов земляного полотна является посев многолетних трав с густой стелющейся корневой системой. При небольшом периодическом затоплении применяют одерновку откосов сплошную или в клетку, для чего предварительно срезанные куски дерна закрепляют на откосах деревянными спицами. Хорошо противостоят воздействию текущей воды древесно-кустарниковые насаждения, которые применяют при периодических затоплениях в благоприятных климатических условиях. Надежно защищают затопляемые откосы от размыва мощение камнем, каменная наброска в плетневых клетках и габионы — проволочные ящики, загруженные камнем..

Однако эти способы укрепления земляного полотна требуют больших затрат ручного труда.

Прочным и надежным укреплением, позволяющим полностью механизировать изготовление и укладку, являются железобетонные плиты. На строительстве БАМа, кроме того, использовались гибкие железобетонные решетки и плиты, лучше работающие в условиях вечной мерзлоты и сейсмичности. Тип укрепления земляного полотна выбирают исходя из особенностей грунтов, степени затопляемости и скорости воды, наличия дешевых местных материалов, возможности механизации работ. Бровка земляного полотна в местах разлива вод должна быть не менее чем на 0,5 м выше максимальной высоты наката волны при сильных ветрах.

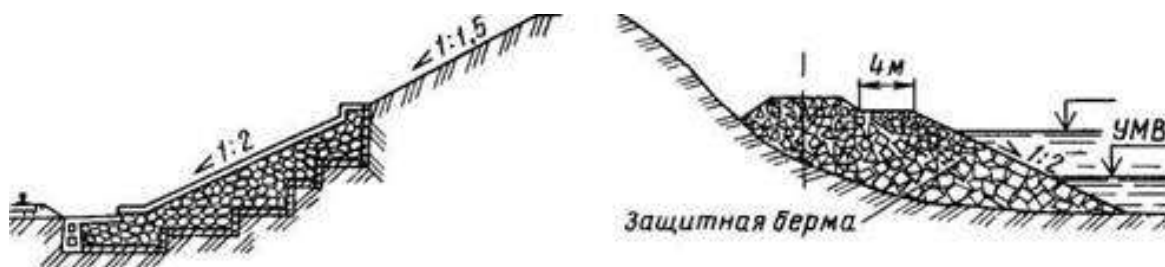
Рис.3. Укрепление откоса насыпи железобетонными плитами



- 1 — уровень высоких вод,
- 2 — железобетонные плиты,
- 3 — обратный фильтр,
- 4 - бетонный упор.

Источник: [http://www.1520mm.ru/track/lower\\_path.phtml](http://www.1520mm.ru/track/lower_path.phtml)

Рис.4. Поперечный профиль насыпи из скального грунта, отсыпанной в русло реки



УВВ — уровень высоких вод,

УМВ — уровень меженных вод

Источник: [http://www.1520mm.ru/track/lower\\_path.phtml](http://www.1520mm.ru/track/lower_path.phtml)

Для обеспечения устойчивости насыпей на крутых косогорах, а также для закрепления неустойчивых откосов применяют подпорные стены, пригружающие контрбанкеты и контрфорсы, сооружаемые по индивидуальным проектам применительно к гидрологическим особенностям каждого объекта.

Опыт строительства железных дорог в горных районах Сибири показал, что в ряде случаев вместо укладки на крутых неустойчивых косогорах целесообразнее размещать земляное полотно у их подошвы, отсыпая насыпи скальным грунтом в русле реки. Такие решения нашли применение и в проекте Байкало-Амурской магистрали при прокладке трассы в долинах рек Олекмы, Нюкжи и др.

Особые требования предъявляются к обеспечению устойчивости земляного полотна в районах вечной мерзлоты и, в частности, на БАМе, где на отдельных участках вечная мерзлота углубляется до 200 м и более. Здесь распространены глинистые и сильно переувлажненные грунты с низкой несущей способностью, которые при подтаивании подстилающих их вечномерзлых слоев дают значительные осадки. В этих условиях основные требования при сооружении и эксплуатации земляного полотна направлены на сохранение вечной мерзлоты в ее естественном состоянии.

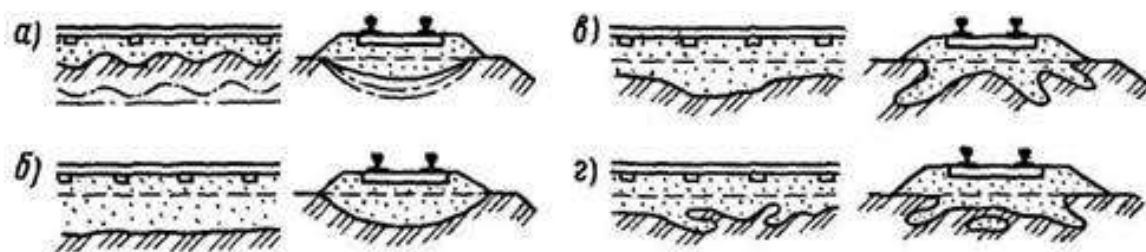


Для этого при строительстве стремятся сохранять моховой и дерновой покров в основаниях насыпей и на прилегающей полосе отвода, не допускать валку деревьев с корнями и корчевку пней. В необходимых случаях допускается деревья спиливать, а кустарник срезать бульдозерами в зимнее время. Высота насыпей определяется специальным теплотехническим расчетом, а их конструкция предусматривает уширенную основную площадку для компенсации осадок подъемкой пути на балласт.

### Деформации земляного полотна и борьба с ними

При тщательном соблюдении правил сооружения и эксплуатации стабильность земляного полотна, как правило, обеспечивается. При несоблюдении же этих правил, а также при нарушении устойчивости земной поверхности или стихийных явлениях происходят изменения формы, или так называемые деформации земляного полотна. Различают деформации и повреждения основной площадки земляного полотна, повреждения откосов, повреждения и разрушения тела и основания земляного полотна, в том числе при слабом основании или неблагоприятном воздействии природных факторов.

Рис.5 Деформации основной площадки земляного полотна



Источник: [http://www.1520mm.ru/track/lower\\_path.phtml](http://www.1520mm.ru/track/lower_path.phtml)

Деформации и повреждения основной площадки земляного полотна бывают в виде углублений на основной площадке и пучин. Углубления на основной площадке образуются из-за вдавливания балластного слоя в земляное полотно. При недостаточной толщине балластного слоя или несущей способности грунта основной площадки образуются углубления под шпалами, называемые балластными корытами (а). Если не принять своевременных мер, то балластные корыта увеличиваются, образуя балластные ложа (б), [мешки](#) (в) и гнезда (г).

Для предупреждения деформаций основной площадки насыпи отсыпают однородными грунтами с высокой несущей способностью, тщательно уплотняют их, не допускают попадания в тело земляного полотна воды, обеспечивают достаточную толщину балластного слоя до открытия движения поездов. Оздоровлять земляное полотно при наличии балластных корыт можно путем их вырезки или осушения сплошной боковой срезкой.

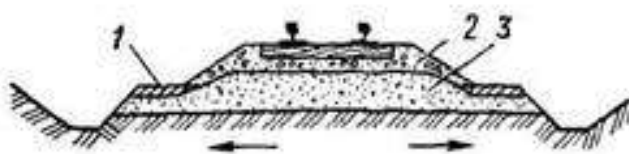
Пучинами называются поднятия грунта вследствие замерзания задерживающейся в нем или поступающей из нижних более теплых слоев воды. Пучины, возникающие в углублениях основной площадки земляного полотна или загрязненном балласте, называются поверхностными (верховыми), а образующиеся под основной площадкой — коренными (грунтовыми).

Поверхностные пучины можно предупреждать заменой загрязненного балласта, осушением балластных корыт и лож устройством прорезей. Коренные пучины ликвидируют понижением уровня грунтовых вод ниже глубины промерзания, устройством подкюветных дренажей, мелиорацией грунтов, а также утеплением земляного полотна укладкой противопучинных шлаковых или асбестовых подушек.

Повреждение откосов бывает в виде смылов грунта атмосферными водами, сплывов, т. е. местных смещений части грунта откоса при

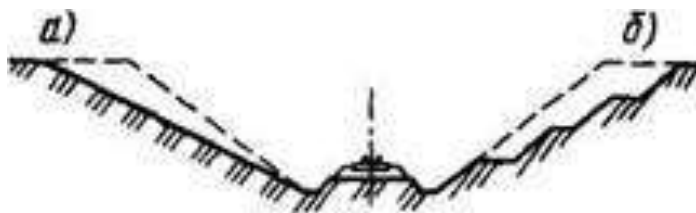
сохранении общей его устойчивости, оползаний, при которых происходит отслоение откосной части с захватом основной площадки. В скальных выемках бывают, кроме того, вывалы отдельных камней или обвалы массы скального грунта. Причинами таких деформаций являются недостаточное или поврежденное укрепление откосов, завышение их крутизны, недостаточная плотность грунтов насыпи. Смывы и сплывы устраняются планировкой откосов и дополнительным их укреплением, а оползания—уполаживанием откосов или сооружением контрфорсов или контрбанкетов.

**Рис.7.** Поперечный разрез противопучинной шлаковой подушки.



- 1 — шлакогрунтобетон;
- 2 — щебень,
- 3 — шлак

**Рис.8.** Уменьшение крутизны



- (а) и террасирование
- (б) откосов выемки

Источник: [http://www.1520mm.ru/track/lower\\_path.phtml](http://www.1520mm.ru/track/lower_path.phtml)

Повреждения и разрушения тела и основания земляного полотна бывают в виде оползней, сдвигов (сползаний) насыпей по наклонному основанию, расползания и оседания насыпей при стабильном основании.

Причинами оползней являются переувлажнение грунтов сверх допустимого предела, а также неоднородности грунтов и неблагоприятная геологическая структура склона, а причиной сдвига — недостаточная подготовка косогорного основания насыпи и отсутствие защиты от переувлажнения. Для предупреждения этих видов деформаций производится осушение земляного полотна и прилегающих откосов с помощью дренажей, а также сооружаются подпорные стены и контрбанкетты.

Повреждения и разрушения земляного полотна вследствие слабости основания бывают в виде провалов, оседания целой насыпи, выпирания грунта у подошвы насыпи или основной площадки в выемках. Провалы могут иметь место при сооружении земляного полотна на карстовых породах; для предупреждения их выполняется тщательная геологическая разведка. Последствия оседаний ликвидируются подъемкой пути на балласт. Выпирание грунта основания у подошвы насыпи ликвидируется сооружением пригружающих контрбанкетов, а выпирание основной площадки в выемках — уменьшением крутизны откосов или их террасированием.

Источник: [http://www.1520mm.ru/track/lower\\_path.phtml](http://www.1520mm.ru/track/lower_path.phtml)

Земляноеполотно следует проектировать на основе материалов инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-гидрометеорологических, гидрогеологических и гидрологических изысканий. При необходимости, в сложных условиях, следует выполнять геокриологические, инженерно-сейсмологические и другие виды изысканий, а также натурные определения деформативных и прочностных свойств грунтов основания.

При проектировании необходимо обеспечивать заданный уровень надежности по прочности, стабильности и устойчивости земляного полотна. При минимальных затратах, а также максимальном сохранении ценных земель, наименьшем ущербе природной среде.

Необходимые сооружения и устройства инженерной защиты (снего и пескозащитные, противообвальные, противоналедные, противолавинные, противоселевые, охранные лесополосы и др.) могут располагаться как в полосе отвода железной дороги, так и за ее пределами в специально выделенных охранных зонах по согласованию с местными органами исполнительной власти и владельцами земель.

При проектировании земляного полотна должны быть приняты комплексные решения по выбору и назначению:

- конструкции земляного полотна в зависимости от категории железнодорожной линии, инженерно-геологических и природных условий с учетом деления территории страны на климатические зоны (СНиП 2.01.01-82), а также способов производства работ;
- грунта для насыпей с учетом вида и состояния грунтов основания, высоты проектируемой насыпи, а также разведанных запасов грунтов, дальности их возки, наличия поблизости отходов промышленного производства, пригодных для сооружения земляного полотна;
- вида и конструкции водоотводных устройств соответственно расчетным расходам поверхностного стока и гидрогеологическим условиям;
- типа укрепления откосов земляного полотна и водоотводов с учетом местных условий;
- комплекса устройств и мероприятий по защите пути от вредного воздействия природных факторов.

При проектировании земляного полотна следует принимать нагрузку от подвижного состава и верхнего строения пути с учетом перспективных условий эксплуатации дороги. В необходимых случаях следует проверять устойчивость откосов, прочность основной площадки и основания насыпей, их деформативность в части непревышения допустимых значений деформаций равномерного морозного пучения и обратимых (упругих) и остаточных осадок оснований насыпей.

Для обеспечения надежности конструкций земляного полотна и расширения сферы применения местных грунтов следует предусматривать:

- уплотнение до нормируемой плотности грунта в насыпях, в необходимых случаях под основной площадкой в выемках и на нулевых местах;
- устройство защитного слоя из дренирующих грунтов под балластной призмой;
- применение геотекстильных материалов (на основной площадке под защитным слоем, в конструкциях укрепления откосов, а также на слабых основаниях);
- использование теплоизоляционных материалов для предотвращения морозных деформаций (пенопласты, шлаки, торф);
- надежное обеспечение отвода поверхностных и подземных вод от земляного полотна (в том числе с применением дренажей мелкого заложения, водоотводных лотков);
- применение инженерных способов защиты откосов насыпей (пляжные откосы, обсев, железобетонные укрепления, химическое закрепление поверхностного слоя грунта) и скальных выемок (пневмонабрызг бетона, одевающие стены, анкерные крепления и др.);
- обсыпку откосов насыпей и выемок крупнообломочным и скальным грунтом.

В связи с современными требованиями по увеличению скоростей движения поездов и увеличению нагрузок на оси подвижного состава необходимо не только учитывать деформационные показатели конструкций земляного полотна, но и производить проверки прочности основания под балластным слоем на виброустойчивость при принимаемых скоростях движения поездов.

## Грунты для земляного полотна

### Классификация грунтов

Грунты в соответствии с ГОСТ 25100 подразделяются на 4 класса: скальные, дисперсные, мерзлые и техногенные.

Применительно к условиям проектирования земляного полотна скальные грунты подразделяются на залегающие в естественных условиях в виде массивов (в выемках) и раздробленные, полученные посредством разрушения скальных массивов (для насыпей).

Скальные грунты характеризуются показателями прочности и выветриваемости во времени; в массивах, кроме того, - наличием трещин, их состоянием, ориентацией в пространстве, блочностью и др.

По степени устойчивости к выветриванию во времени под воздействием природных факторов скальные грунты подразделяются на слабовыветривающиеся, выветривающиеся и легко выветривающиеся (приложение А).

Способность к выветриванию определяется литологическим составом, лабораторными испытаниями образцов при многократном увлажнении - высушивании, а в северной климатической зоне - дополнительно замораживанием - оттаиванием, учетом результатов наблюдений за природными обнажениями и грунтовыми сооружениями в аналогичных условиях.

По водопроницаемости грунты, используемые для сооружения насыпей, разделяются на дренирующие и не дренирующие.

К дренирующим следует относить грунты, имеющие при максимальной плотности при стандартном уплотнении по ГОСТ 22733 коэффициент фильтрации не менее 0,5 м/сут и содержание менее 10 % частиц по массе размером менее 0,1 мм.

Оценка водопроницаемости грунтов возможна по показателям гранулометрического состава. К дренирующим грунтам ( $K_f \geq 0,5$  м/сут) относятся крупнообломочные грунты с песчаным заполнителем, пески гравелистые, крупные, средней крупности, если в перечисленных грунтах содержание частиц размером менее 0,1 мм не превышает 10 % по массе. При большем содержании в них частиц размером менее 0,1 мм определение коэффициента фильтрации является обязательным.

При технико-экономическом обосновании с разрешения заказчика допускается применение в качестве дренирующего грунта песков мелких и пылеватых, содержащих более 10 % частиц размером менее 0,1 мм, если коэффициент фильтрации их не менее 0,5 м/сут.

Для крупнообломочных грунтов с песчаным заполнителем коэффициент фильтрации устанавливается на основании испытания заполнителя.

Учитывая сложные и изменяющиеся во времени условия работы грунтов в конструкции земляного полотна, глинистые грунты дополнительно к ГОСТ 25100 подразделяются по степени засоленности, просадочности, набухаемости и пучинистости (приложение Б), что следует учитывать при проектировании земляного полотна.

Основные конструктивные параметры земляного полотна. очертания основной площадки и ширина земляного полотна

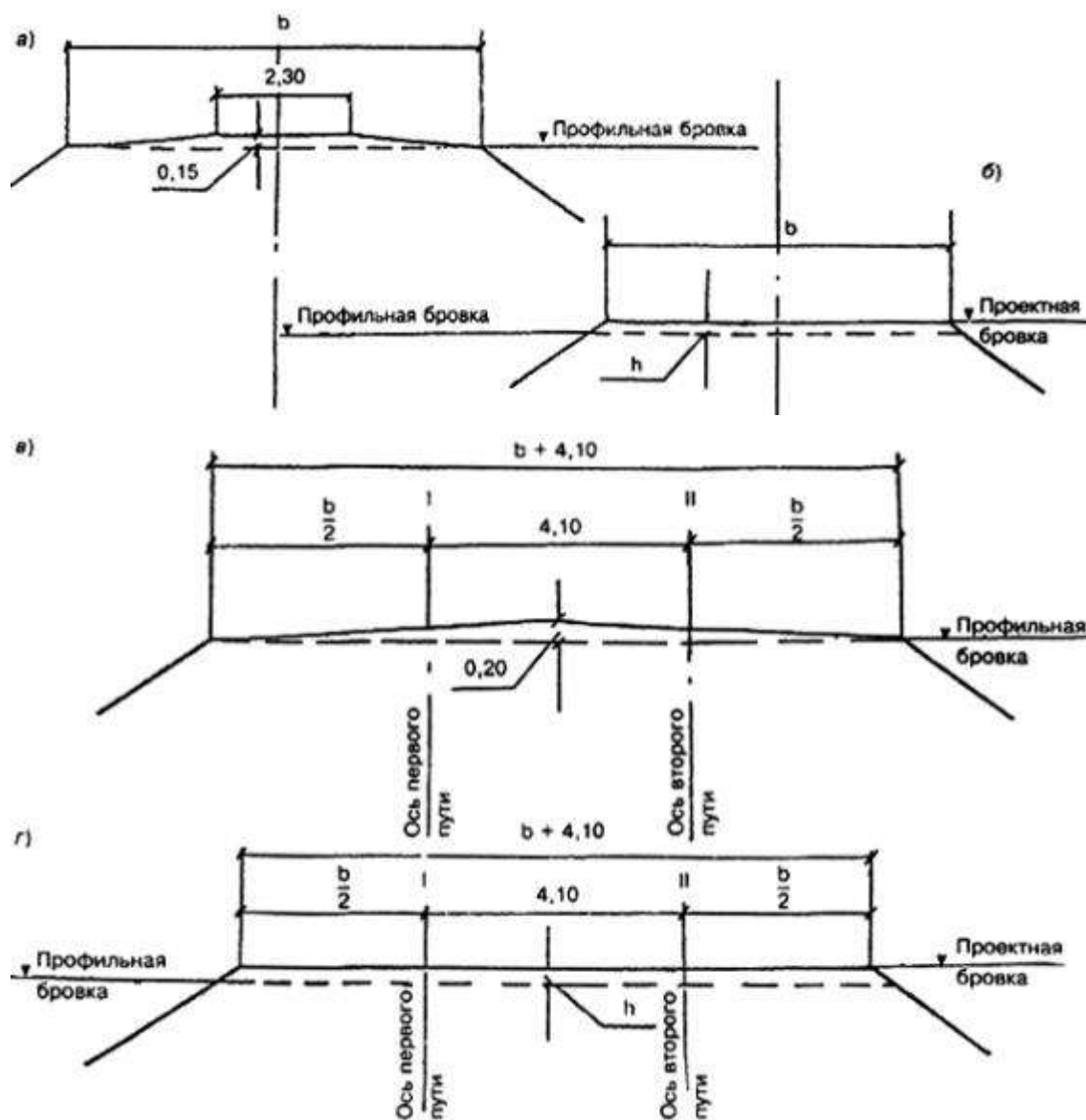


Поперечное очертание основной площадки проектируемого однопутного земляного полотна из не дренирующих грунтов без устройства защитного слоя, а также из мелких и пылеватых песков следует назначать в виде трапеции шириной поверху 2,3 м, высотой 0,15 м, и с основанием, равным ширине земляного полотна, а поперечное очертание верха двухпутного земляного полотна - в виде треугольника высотой 0,2 м с основанием, равным ширине земляного полотна (рисунок 9).

Основную площадку одно- и двухпутного земляного полотна из раздробленных скальных слабовыветривающихся грунтов, крупнообломочных с песчаным заполнителем, дренирующих песков (кроме мелких и пылеватых) следует проектировать горизонтальной, так же как и верх защитного слоя, отсыпаемого из указанных грунтов под балластной призмой.

При использовании для защитного слоя мелких и пылеватых песков верх земляного полотна следует проектировать в виде сливной призмы (аналогично верху земляного полотна из глинистых грунтов). Конструкцию защитного слоя из указанных грунтов, возможность и целесообразность их применения устанавливают на основании расчетов.

**Рис. 9.** Поперечные очертания основной площадки земляного полотна на прямых участках пути на перегонах



а - для однопутного земляного полотна из не дренирующих грунтов без защитного слоя;

б - то же, из дренирующих грунтов;

в - для двухпутного земляного полотна из не дренирующих грунтов,

г - то же, из дренирующих грунтов;

$b$  - ширина основной площадки земляного полотна

$h$  - величина, равная 0,15 м, если дренирующий грунт удовлетворяет требованиям балластному материалу, плюс разность толщин балластного слоя на данном участке и на смежных с ним участках из не дренирующих грунтов

Источник:

[http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/5/5964/index.php](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5964/index.php)

Примечание - Рисунки б и г распространяются на мелкие барханные пески в районах засушливого климата, в этих случаях  $h$  принимается равной 0,15 м.

Ширину земляного полотна поверху (основной площадки) новых железных дорог на прямых участках пути в пределах перегонов следует принимать по нормам, приведенным в таблице 4.1 СНиП 32-01-95.

Выемки глубиной более 6 м, располагаемые в скальных грунтах, а также располагаемые на крутых косогорах и на прижимах рек, независимо от высоты откосов на линиях II категории и выше следует проектировать под два пути.

Ширину земляного полотна многопутных железных дорог следует назначать с учетом уширенного расстояния между осями второго и третьего (четвертого) путей. При соответствующем технико-экономическом обосновании третий и четвертый пути допускается проектировать и на отдельном земляном полотне.

Ширину земляного полотна насыпей, возводимых на слабых основаниях, и насыпей, возводимых с запасом на осадку, следует устанавливать с расчетом обеспечения требуемых.

На участке с вечномерзлыми грунтами необходимо предусматривать уширение земляного полотна с учетом его осадки за счет возможного оттаивания и уплотнения вечномерзлых грунтов основания или

подземного льда; значения осадок и размеры уширения следует устанавливать расчетами.

### Защитный слой

Для земляного полотна из глинистых грунтов всех видов с влажностью на границе текучести  $WL > 0,23$ , кроме супесей, содержащих песчаные частицы размером от 2 до 0,05 мм в количестве более 50 % по массе, следует предусматривать усиление конструкции в зоне основной площадки: устройство под балластной призмой защитного слоя из дренирующего грунта или из дренирующего грунта в комбинации с геотекстильными материалами. Защитный слой из дренирующего грунта (с геотекстильными материалами или без них) следует применять также при использовании глинистых грунтов всех разновидностей при повышенной влажности ( $IL > 0,25$ ).

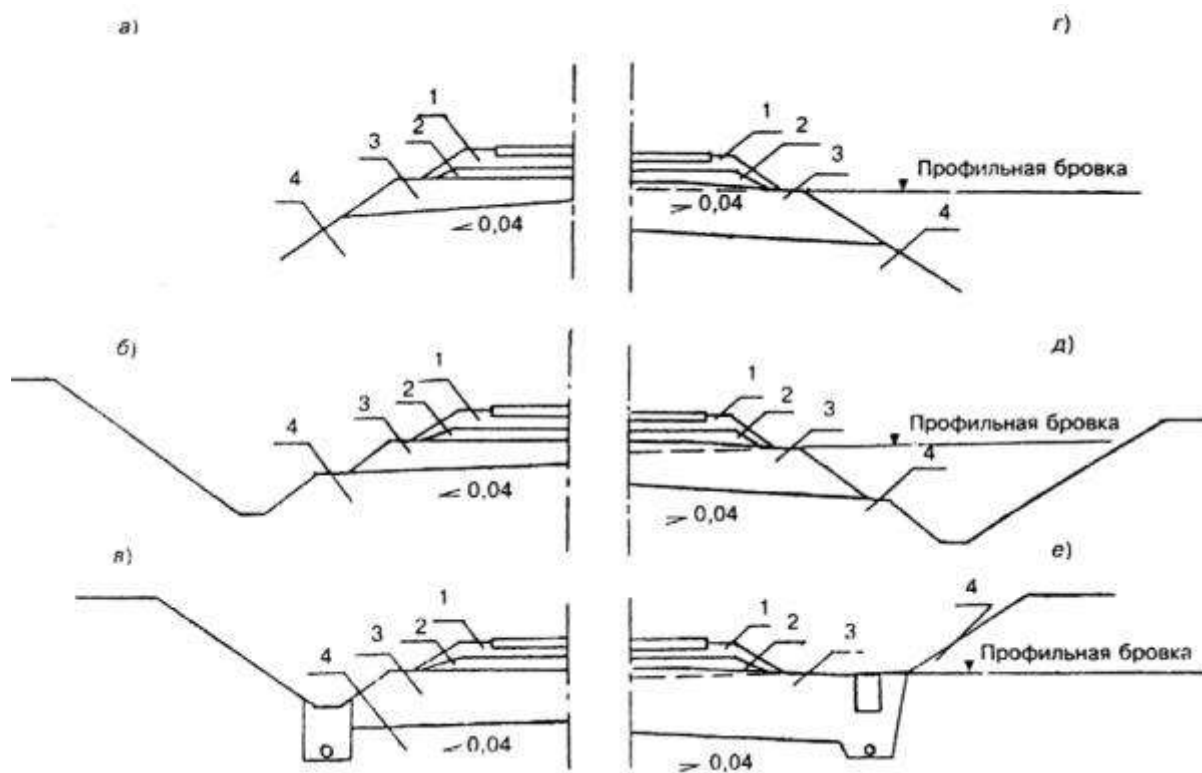
Для устройства защитного слоя следует применять дренирующие грунты: крупнообломочные (с фракциями не более 0,2 м) с песчаным заполнителем, пески (за исключением мелких пылеватых).

Применение не дренирующих мелких и пылеватых песков допускается в исключительных случаях, обоснованных технико-экономическими расчетами при отсутствии в зоне строительства требуемых кондиционных грунтов. При этом конструкцию защитного слоя и его толщину устанавливают индивидуальным проектом.

Поверхность глинистого грунта в основании защитного слоя на новых линиях следует планировать с двусторонним уклоном 0,04 от оси полотна в сторону откосов.

Верх защитного слоя планируется в соответствии с требованиями п. 3.1: горизонтально - при дренирующих грунтах, в виде сливной призмы - при песках мелких и пылеватых (рисунок 10).

Рис.10. Земляное полотно из глинистых грунтов, характеризуемых  $W_L > 0,23$  с защитным слоем



а, б, в - насыпи и выемки с защитным слоем из дренирующих песчано-гравийных грунтов; г, д, е - то же, с защитным слоем из мелких и пылеватых песков;

- 1 - балласт щебеночный;
- 2 - балласт песчано-гравийный;
- 3 -защитный слой;
- 4 - глинистый грунт

Источник:

[http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/5/5964/index.php](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5964/index.php)

Толщина защитного слоя под балластной призмой устанавливается на основании расчетов в зависимости от вида грунта земляного полотна и его состояния, категории железной дороги, и с учетом вида грунта защитного слоя, глубины промерзания грунтов.

Расчеты по определению толщины защитного слоя выполняют исходя из двух условий:

- обеспечения заданной прочности основной площадки, исключая появление деформаций под воздействием поездной нагрузки выше допустимых значений;
- ограничения деформаций пути под воздействием морозного пучения или набухания сильно набухающих грунтов (при  $WL > 0,40$ ).

Толщину защитного слоя следует назначать по большему из полученных расчётом значений, но не менее 0,8 м для суглинков и глин, 0,5 - для супесей.

Методики расчетов представлены в технических указаниях и рекомендациях [10 - 12], в ВСН61-89 и в приложении В.

На участках примыкания защитных слоев к земляному полотну из скальных и других дренирующих грунтов, а также к искусственным сооружениям для исключения неравномерности морозного пучения следует предусматривать сопряжения, которые должны обеспечивать плавный переход в продольном направлении, соответствующий нормам текущего содержания пути.

В пределах отдельных пунктов на главных, приемоотправочных и подгорочных путях и на стрелочных улицах защитный слой в случае его необходимости устраивается из дренирующего грунта с обязательной укладкой геотекстильных материалов, при этом конструкция верха земляного полотна проектируется индивидуально.

Высота насыпей, глубина выемок и крутизна их откосов

Максимальные значения высоты насыпей и глубины выемок определяют технико-экономическими расчетами при проектировании продольного профиля с учетом обеспечения наилучших условий охраны окружающей среды. При этом в качестве сравниваемых решений принимают: для насыпей - виадук (эстакада), а для выемок - тоннель.

Минимальную высоту насыпей следует назначать с учетом условий предотвращения заносимости снегом и песком, пучинообразования, обеспечения прочности основной площадки на участках сырых и мокрых оснований, а также возможности механизации производства работ.

Крутизну откосов насыпей и выемок следует назначать в зависимости от инженерно-геологических и климатических условий, вида грунта, его состояния, высоты откосов земляного полотна с учетом намечаемого укрепления откосов.

Значения крутизны откосов применительно к типовым конструкциям земляного полотна для обычных наиболее часто встречающихся условий, в том числе скальных, при благоприятном расположении поверхности ослабления.

### Основные положения проектирования

При проектировании земляного полотна применяют:

- типовые конструктивные решения для участков с простыми инженерно-геологическими и топографическими условиями в соответствии с альбомом;
- индивидуальные проекты, разрабатываемые для отдельных участков со сложными инженерно-геологическими условиями, перечисленными раньше, а также при проектировании земляного полотна



с заданными нестандартными параметрами, когда требуется проверка устойчивости и прочности земляного полотна и его основания;

- групповые поперечные профили, разрабатываемые для применения на ряде участков со сложными и многократно повторяющимися на рассматриваемой линии инженерно-геологическими условиями. При этом земляное полотно с уточненными на основании выполненных расчетов параметрами (по сравнению с типовыми поперечными профилями) не требует индивидуального обоснования для каждого объекта.

Индивидуальные проекты применяют для следующих объектов и условий:

- насыпи высотой более 12 м - из раздробленных скальных грунтов, крупнообломочных грунтов, из песков и из глинистых грунтов твердых и полутвердых;

- насыпи высотой более 6 м - из глинистых грунтов туго пластичных, а также из крупнообломочных грунтов с глинистым туго пластичным заполнителем;

- насыпи на слабых основаниях, а также при выходе ключей в пределах основания;

- насыпи в пределах болот I и III типов глубиной более 4 м и болот II типа глубиной более 3 м, а также при поперечном уклоне минерального дна болот I типа круче 1:10, II типа - 1:15, III - 1:20, болот с торфом неустойчивой консистенции, не поддающихся классификации;

- насыпи на поймах рек, на участках пересечения водоемов и водотоков, на участках временного подтопления, а также на участках земляного полотна, расположенных вдоль водотоков, водоемов, водохранилищ и морей;

- насыпи на косогорах круче 1:5, сложенных скальными грунтами, на косогорах круче 1:3, сложенных дисперсными грунтами, а также на косогорах крутизной от 1:5 до 1:3 при высоте низовых откосов более 12 м;

- выемки при высоте откосов более 12 м;
- выемки в скальных грунтах при неблагоприятных инженерно-геологических условиях, в том числе при залегании пластов горных пород с наклоном круче 1:3 в сторону пути;
- выемки в глинистых переувлажненных грунтах с показателем текучести  $IL > 0,5$  или вскрывающие водоносные горизонты;
- выемки глубиной более 6 м в глинистых грунтах в районах избыточного увлажнения;
- выемки в сильно набухающих грунтах, в других (в том числе искусственных) грунтах, резко снижающих устойчивость откоса и прочность основной площадки при воздействии климатических факторов и динамических воздействиях (глинистые грунты с влажностью на границе текучести более 0,4), а также насыпи, проектируемые с использованием указанных грунтов;
- земляное полотно на пучиноопасных участках (места с перемежающимися разнородными по своим пучинистым свойствам грунтами в зоне промерзания; насыпи высотой до 3 м на основании с мелкобугристым рельефом; участки с локальным увлажнением пучинистых грунтов, концевые участки скальных выемок, участки с нарушением температурного режима);
- земляное полотно в местах активных склоновых процессов (на участках с наличием или возможным развитием оползней, обвалов, осыпей, каменных россыпей, снежных лавин, селей, оврагов);
- земляное полотно на участках с развитием естественных или искусственных подземных полостей (горные выработки, карсты);
- земляное полотно в местах пересечения его трубопроводами;
- земляное полотно, при сооружении которого используются гидромеханизация и взрывные способы производства работ, а также

земляное полотно с элементами геотекстильных и теплоизоляционных материалов в конструкции;

- земляное полотно, пристраиваемое к существующему при наличии на последнем балластных корыт и лож на основной площадке, балластных шлейфов на откосах существующей насыпи из недренирующих грунтов, которые невозможно удалить при нарезке уступов и на участках наблюдающихся или наблюдавшихся деформаций эксплуатируемого пути;

- земляное полотно в районах распространения вечномёрзлых грунтов: при основаниях с относительной осадкой более 0,1, в том числе на марях, а также на наледных участках, на участках с наличием подземного льда, развития термокарста, солифлюкций, бугров пучения;

- насыпи и выемки на участках с грунтами, подверженными разжижению при динамическом воздействии;

- насыпи при насыщенных водой грунтах основания и переходные участки от насыпей к выемкам на косогорах круче 1:2;

земляное полотно в районах строительства с высокой сейсмичностью (7 баллов и более - в соответствии со СНиП II-7-81\*).

При проектировании земляного полотна необходимо учитывать влияние климатических условий района при наиболее неблагоприятном сочетании внешних факторов, а также специфические условия проявления деформаций на эксплуатируемых участках земляного полотна в районе проектируемой линии.

Проект земляного полотна разрабатывается на основании материалов, характеризующих топографические и инженерно-геологические условия объекта, отражающих его специфические особенности, и должен содержать:

- решение по конструкции земляного полотна и способам его защиты от вредного воздействия внешних факторов, с указанием границ их применимости;

- мероприятия по охране окружающей среды (обеспечение экологического равновесия), требования по технологии производства работ;

- технико-экономическое обоснование принятых решений, характеристики рассмотренных вариантов при наличии альтернативных решений.

Указанные материалы должны быть отражены на чертежах (продольном и поперечных профилях, детали конструкции - на отдельных чертежах) и в пояснительной записке в соответствии со СНиП 11-02-96.

По крупным объектам (оползневой косогор, пересечение водоема, глубокое болото и др.) материал оформляется в виде отдельного раздела проекта.

В зависимости от специфики объекта расчетом проверяются: устойчивость земляного полотна (общая, а при необходимости и местная), стабильность основания, прочность и деформативность конструкции принятых защитных устройств.

При проверке устойчивости земляного полотна следует учитывать снижение прочностных характеристик грунтов под влиянием вибродинамического воздействия поездов.

В приложении Г приведены рекомендации по методике расчета устойчивости откосов и даны примеры расчетов.

Для установления расчетных характеристик грунтов могут быть использованы положения нормативных документов, а также данные, полученные на основании анализа состояния аналогичных конструкций, успешно эксплуатируемых в условиях, подобных рассматриваемым.

При разработке проекта земляного полотна обязательно натурное определение расчетных характеристик грунтов и других исходных данных по материалам инженерно-геологического, гидрогеологического и гидрологического обследования объекта.

Программа обследования составляется в зависимости от специфики объекта и решаемой задачи, с учетом степени изученности участка размещения объекта. Объем работ и порядок обработки материалов устанавливаются в соответствии с рекомендациями методических указаний по инженерно-геологическим изысканиям и действующим ГОСТам.

Размеры и очертания поперечного профиля земляного полотна следует назначать с учетом обеспечения механизации всех производственных процессов, предусматривать технологические полки шириной не менее 5 м на подлежащих укреплению высоких откосах выемок и насыпей, технологические полки безопасности на откосах скальных выемок и др.

### Земляное полотно для железнодорожных узлов и станций

Для проектирования земляного полотна в пределах отдельных пунктов в дополнение к материалам, используемым при проектировании земляного полотна на перегонах, необходимы следующие исходные данные:

- план в горизонталях с показанием существующих и проектируемых путей, зданий, сооружений, подземных и надземных коммуникаций, полосы отвода;
- материалы инженерно-геологических изысканий по участку (разрезы, техническое заключение и т.п.), а в сложных природных условиях инженерно-геологическая карта территории и при необходимости карта гидроизогипс с показанием на плане инженерно-геологических выработок.

Распределение земляных масс и мероприятия по обеспечению устойчивости земляного полотна следует проектировать с учетом рельефа

местности и последующего развития станции, в том числе размещения земляного полотна для подходов к станции водоотводных устройств и других сооружений. При этом должна учитываться этапность путевого развития.

Станционные площадки следует, как правило, проектировать в плане на прямой, а в профиле - насыпями.

В обоснованных случаях проектом необходимо предусматривать устройства для защиты от заносимости снегом и песком.

На неподвижных и малоподвижных песках станционные площадки следует, как правило, проектировать на нулевых отметках и насыпях высотой до 0,9 м, в подвижных песках - насыпями высотой более 1,0 м.

Земляное полотно новых раздельных пунктов, дополнительных путей в пределах существующих железнодорожных узлов и станций, а также новое земляное полотно, сооружаемое с использованием существующего при развитии остановочных пунктов или их реконструкции, следует проектировать в соответствии с нормами и положениями настоящего документа.

Ширину земляного полотна(поверху) на раздельных пунктах следует устанавливать в соответствии с проектируемым путевым развитием в зависимости от числа путей и ширины междупутий.

При этом расстояние от оси крайних станционных путей до бровки земляного полотна должно быть не менее половины ширины земляного полотна на прямых участках пути однопутных железнодорожных линий, приведенной в таблице 4.1 СНиП 32-01-95, а в пределах стрелочных улиц, вытяжных путей и крайних сортировочных путей – не менее 3,6 м для линий всех категорий.

На сортировочных участках станций (при наличии горок и вытяжных путей специального профиля) балластный слой путей надвига и вытяжных путей должен быть уширен на ширину не менее 1 м от конца шпал с

каждой стороны на протяжении от места расцепки вагонов до горба горки или до точки отрыва вагонов от состава; ширину земляного полотна в этих местах следует увеличить с таким расчетом, чтобы ширина обочины была не менее 0,5 м.

Такое же уширение балластного слоя, а в соответствии с этим и земляного полотна следует проектировать у крайних путей приемоотправочных парков, специализируемых для досмотра подвижного состава и производства без отцепочного ремонта вагонов в поездах.

На станциях, разъездах и обгонных пунктах в пределах кривых участков главного пути, имеющего возвышение наружного рельса, при расположении этого пути крайним, ширину земляного полотна с наружной стороны кривой следует увеличивать на величину, указанную в таблице, а на двух- и многопутных участках, кроме того, на величину уширений между пути й в кривых как между главными, так и станционными путями.

Поперечное очертание верха земляного полотна станционных площадок в зависимости от числа путей и вида грунта земляного полотна следует проектировать одно- и двускатным. При значительной ширине площадки допускается применение пилообразного поперечного профиля с сооружением в междупутьях с пониженными отметками закрытых продольных водоотводов (лотков и дренажей) с уклоном не менее 0,002, а при необходимости с устройством поперечных выпусков из них для отвода воды за пределы земляного полотна.

На промежуточных станциях всех типов, а также на обгонных пунктах и разъездах поперечного типа очертания верха следует проектировать, как правило, с двускатными уклонами, направленными в разные стороны: на однопутных линиях - от оси междупутья существующего главного и предполагаемого второго главного путей, на двухпутных - от оси междупутья между главными путями.



На разъездах с продольным расположением приемоотправочных путей поверхность земляного полотна следует планировать с двускатными уклонами, направленными вне пределов пассажирской платформы в обе стороны от оси между путя главного и смежного путей, а в пределах платформы - от борта платформы.

Площадки для размещения локомотивного и вагонного хозяйства и грузового двора проектируются одно- и двускатными; уклон ската необходимо проектировать по направлению от здания во внешнюю сторону; при значительных по ширине площадках целесообразно применять пилообразный профиль.

Поперечные профили земляного полотна отдельных приемоотправочных и сортировочных парков проектируются одно-, двускатными или пилообразными (в зависимости от числа путей).

При проектировании новых путей рядом с существующими (в том числе при открытии новых отдельных пунктов на существующих линиях) верх земляного полотна новых путей следует проектировать с поперечным уклоном от бровки существующих путей.

Поверхности земляного полотна следует придавать поперечный уклон в сторону водоотводов в зависимости от вида грунта земляного полотна, климатических зон и числа путей, располагаемых в пределах каждого ската, в соответствии с таблицей 14.1.

Таблица 2

Грунт земляного полотна	Климатиче ские зоны	Максималь ное число путей на одном скате	Уклон верха земляного полотна
Дренирую	Засушливы	10 и более	0

щий	е		
	Все остальные	10	0 - 0,01
Недрениру ющий	Засушливы е	10 - 8	0,01
	Все остальные	8 - 6	0,02

#### Примечания

1. К засушливым отнесены зоны при количестве осадков до 300 мм.
2. В незасушливых районах для недренирующих грунтов земляного полотна в обоснованных технико-экономическими расчетами случаях (с учетом инженерно-геологических условий) допускается уменьшение поперечного уклона до 0,01 и увеличение его до 0,03.

#### Источник:

[http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/5/5964/index.php](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5964/index.php)

Отдельные станционные пути, парки и другие устройства станций допускается проектировать в разных уровнях. При этом размеры междупутий и расстояний между парками следует назначать с учетом размещения в их пределах откосов земляного полотна, водоотводных устройств, а в случае необходимости - устройств и оборудования для защиты путей от заносимости снегом и песком и других устройств.

## Верхнее строение пути.

### Общее определение, историческая справка.

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

К верхнему строению пути относятся:

- Рельсы — воспринимают нагрузку от подвижного состава и передают её на шпалы;
- Шпалы — воспринимают нагрузку от рельсов и передают её на балластный слой;
- Рельсошпальные (промежуточные) крепления;
- Стыковые крепления;

Комплект железнодорожных рельсов, уже соединённых со шпалами, вместе со всеми креплениями, собранные в звенья и уложенные на нижнее строение пути, принято называть рельсошпальной решёткой.

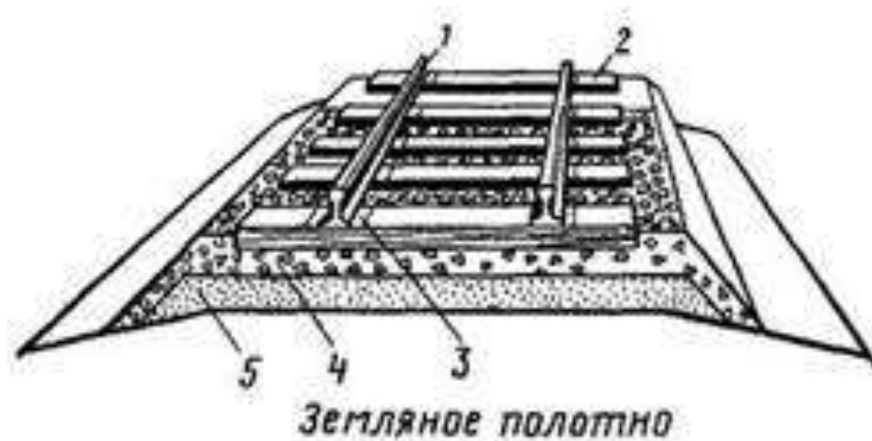
- Балластный слой — воспринимает нагрузку от шпал и передаёт её на почву;
- Дополнительные устройства (противоугоны, контррельсы, отбойные бруссы и прочее).

При этом шпалы заглубляются в балластный слой, укладываемый на основную площадку земляного полотна. Верхнее строение пути размещается, как правило, на земляном полотне, основными сооружениями которого являются насыпи и выемки. Земляное полотно настоящей железной дороги должно быть взаимосвязанным с притрассовой автодорогой, ремонтнопригодным и обеспечивать длительную эксплуатацию при пропуске современных и перспективных

типов подвижного состава при максимальных скоростях движения поездов и расчетной грузонапряженности. К земляному полотну настоящей железной дороги предъявляются следующие основные требования:

- оно должно быть прочным, устойчивым, надежным и долговечным;
- все поверхности земляного полотна, устройства в полосе отвода должны быть спланированы и защищены так, чтобы атмосферная вода нигде не застаивалась и был бы обеспечен максимальный ее отток в сторону или специальные водоотводные сооружения, а текущая вода не размывала бы откосы и основание;
- конструкция земляного полотна должна обеспечивать минимальные расходы на ее сооружение и эксплуатацию при максимально возможной механизации производства работ.

Рис.1. Элементы верхнего строения пути



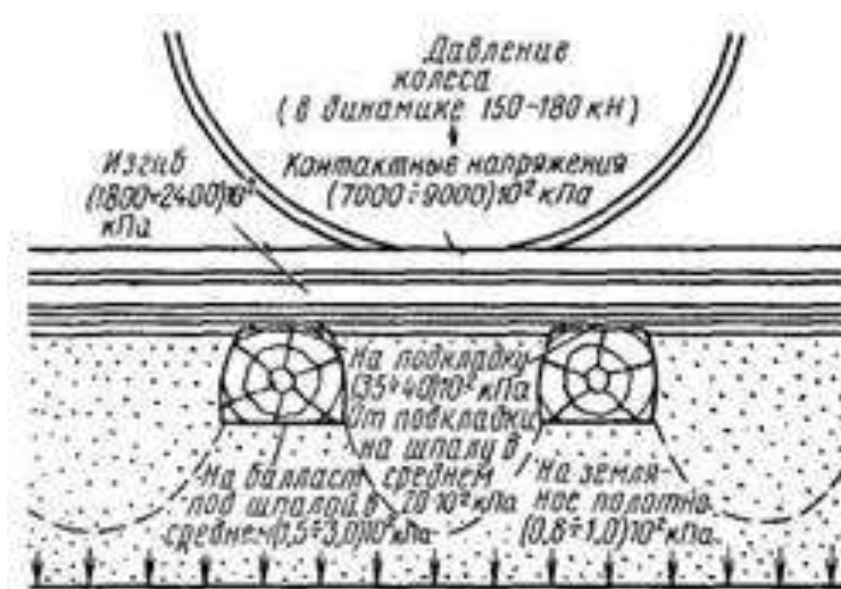
- 1 — рельсы,
- 2 — шпалы,
- 3 — промежуточные рельсовые скрепления,
- 4 — щебеночный балласт,

5 — песчаная подушка

Источник: <http://www.1520mm.ru/track/upper.phtml>

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. Работа верхнего строения пути как единой конструкции видна из рисунка. По мере удаления вниз от места непосредственного контакта пути с подвижным составом давление рассредоточивается на все большую площадь и на земляное полотно уже передается почти равномерное давление примерно  $0.8-1.02$  кПа.

Рис.2. Схема передачи сил давления от колес на земляное полотно



Источник: <http://www.1520mm.ru/track/upper.phtml>

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 в значительной мере определяется мощностью укладываемых рельсов и зависит от грузонапряженности линии, осевых нагрузок, скоростей движения поездов. В зависимости от грузонапряженности на магистральных железных дорогах установлены три типа верхнего строения пути.

Таблица 1.

Тип верхнего строения пути	Грузонапряжен ность, млн.т км/км в год	Округ ленная масса рельсов на главных путях, кг/м	Род и тип шпал	Число на 1 км, шт	
				Н а прямых	кри при $\leq 120$ и п > 120 R 200
Особо тяжелый	Более 50	75	Железобет онные и деревянные пропитанные, I типа	1 840	00

Тяжелый	25-50	65	То же	1 840	00
Нормальный	До 25	50	То же	1 840	00

### Балластный слой

Основным назначением балластного слоя является восприятие давления от шпал и равномерное распределение его по основной площадке земляного полотна; обеспечение устойчивости шпал, находящихся под воздействием вертикальных и горизонтальных сил, упругости подрельсового основания и возможности выравнивания 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. Кроме того, он не должен дробиться при уплотнении, пылить при проходе поездов, раздуваться ветром, размываться дождями, прорастать травой. В качестве балласта используют сыпучие, хорошо дренирующие упругие материалы: щебень, гравий, песок, отходы асбеста, ракушечник. Балластом на магистральных линиях обычно служит щебень фракции 25-60 мм, на менее деятельных линиях - гравий, доменные шлаки, песок. Лучшим материалом для балласта является щебень из естественного камня, валунов и гальки.

Путевой щебень, применяемый на железных дорогах СССР, выпускают двух основных фракций с размерами частиц от 25 до 60 и от 25



до 50 мм. Для балластировки станционных путей и строительных целей стандартом предусмотрен также выпуск мелкого щебня фракции от 5 до 25 мм. Щебень хорошо пускает воду, не смерзается в зимнее время, оказывает в 1,5 раза большее сопротивление продольному сдвигу и допускает в 2 раза большее вертикальное давление по сравнению с песчаным балластом, превышает срок службы балласта из любого другого материала. Однако щебень быстрее загрязняется различными сыпучими материалами (углем, торфом, рудой), просыпающимися на путь при перевозках. Для предохранения щебня от загрязнения грунтом при вдавливании в земляное полотно, а также для уменьшения расхода щебня его укладывают на песчаную подушку.

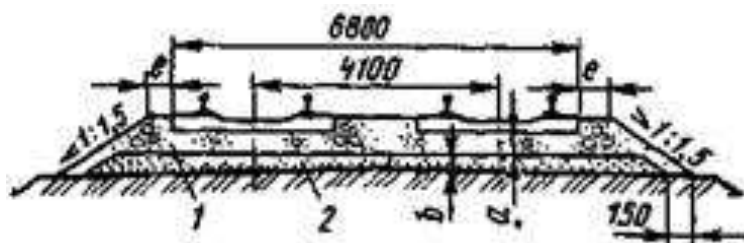
Гравийный и гравийно-песчаный балласт получают в результате разработки естественно образовавшихся отложений гравия и крупнозернистого песка. Такой балласт дешевле щебня, меньше загрязняется, но вместе с тем менее устойчив к нагрузкам, хуже пропускает воду и может смерзаться в зимнее время.

Асбестовый балласт представляет собой отходы асбестового производства в виде раздробленных горных пород с присутствием мелких свободных волокон асбеста. При достаточно высокой несущей способности, малой засоряемости, больших удобствах выправки пути асбестовый балласт имеет и недостатки — сильно пылит при высоких скоростях движения и недостаточно устойчив против размыва ливневыми дождями.

Ракушка, как балласт, имеет местное значение и применяется только на малодеятельных линиях. Песчаный балласт является наихудшим из балластов, поэтому его применяют только на малодеятельных линиях, станционных путях и в качестве подушки под щебеночный и асбестовый балласт.

Балластный слой укладывается в путь в виде призмы, которая имеет откосы крутизной, как правило, 1:1,5 и верхнюю часть, ширина которой устанавливается техническими условиями.

**Рис.3.** Поперечный профиль балластной призмы для главных путей двухпутной линии



1 - щебень,

2 - песок.

Источник: <http://www.1520mm.ru/track/upper.phtml>

Основные размеры балластной призмы в зависимости от типа верхнего строения пути даны в таблице ниже.

На линиях скоростного движения пассажирских поездов путь должен укладываться на щебеночный балласт с размерами призмы не менее установленных для тяжелого типа верхнего строения пути, а при грузонапряженности свыше 50 млн. т-км/км в год ширина балластной призмы дополнительно увеличивается еще на 20 см, а толщина—на 5 см. Наименьшая толщина балластного слоя под шпалами на приемо-отправочных путях станций принята 30 см, а на прочих станционных путях — 25 см. Все основные направления сети железных дорог СССР имеют на главных путях щебеночный балласт.

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

очищают, а гравийный и песчаный заменяют и пополняют. Для снижения затрат труда на устранение расстройств балластного слоя и повышения его стабильности применяют обработку щебня вяжущими полимерными материалами. Для уменьшения засорения балласта и снижения потерь грузов в пути запрещена погрузка сыпучих грузов в вагоны с неисправным полом и дверями, погрузка угля с «шапкой», которая сдувается ветром и осыпается на путь. Применяется обработка сыпучих грузов в вагонах после погрузки специальными растворами, образующими прочную пленку, препятствующую выдуванию груза.

Таблица 2. Тип верхнего строения пути

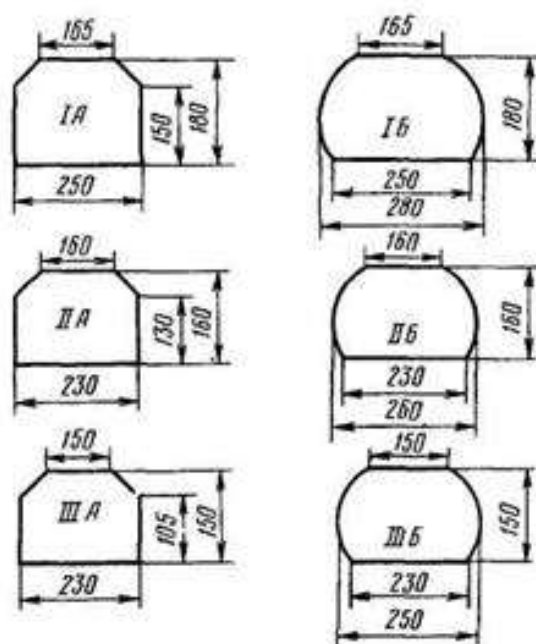
Тип верхнего строения пути	Размер		
	а		
Нормальный	25 /30*	0	5
Тяжелый	30 /35	0	5
Особо тяжелый	35 /40	0	5
* Числитель — для деревянных, знаменатель -- для железобетонных шпал			

Источник: <http://www.1520mm.ru/track/upper.phtml>

## 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 полушпал, а также сплошные опоры в виде плит и рам. Шпалы должны быть прочными, упругими, дешевыми и обладать достаточным сопротивлением электрическому току. Эпюра шпал (число шпал на 1 км) обычно равна 1440-2200 шт/км (на отечественных ж. д.- 1840-2000 шт/км). Материалом для шпал служит дерево, железобетон, металл. На всех железнодорожных магистралях мира более мощные рельсы обычно укладывают на железобетонные шпалы. На тех железных дорогах, где не предъявляются требования к скоростям движения и самое движение не напряженное широко используются деревянные шпалы, в некоторых странах — металлические. Около 90% всех шпал на железных дорогах мира составляют деревянные, пропитанные масляными антисептиками. Достоинством этих шпал является легкость, упругость, простота изготовления, удобство крепления рельсов, высокое сопротивление токам рельсовых цепей. Недостатком деревянных шпал является сравнительно небольшой срок службы (15—18 лет) и значительный расход деловой древесины. Для изготовления деревянных шпал обычно используются сосна, ель, пихта, лиственница, реже кедр, бук, береза.

Рис. 4. Поперечные профили деревянных шпал



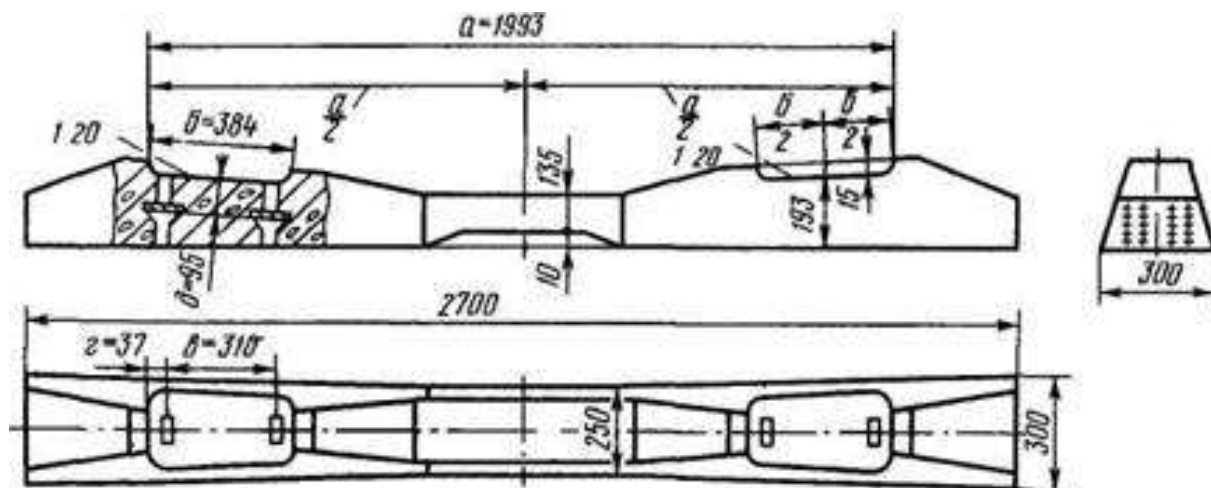
Источник: <http://www.1520mm.ru/track/upper.phtml>

По форме поперечного сечения деревянные шпалы изготовляют двух видов: обрезные А, опиленные с четырех сторон, и брусковые Б, имеющие опиленные поверхности только сверху и снизу. Это позволяет использовать для изготовления шпал бревна различных диаметров. Как обрезные, так и брусковые шпалы могут быть трех типов. Тип I предназначен для главных путей магистральных железных дорог, тип II — для станционных и подъездных путей и тип III — для путей промышленных предприятий. Стандартная длина деревянных шпал 2750 мм, а для особо грузонапряженных участков по заказу МПС изготовляют шпалы длиной 2800 мм. До 1967 г. шпалы изготовляли длиной 2700 мм.

Начиная с 1957 г. на железных дорогах СССР получили широкое применение железобетонные шпалы с предварительно напряженной арматурой. Достоинством их является долговечность (40—50 лет), обеспечение высокой устойчивости пути, плавность движения поездов, что объясняется одинаковыми размерами и равной упругостью шпал. Кроме

того, применение железобетонных шпал позволяет сберечь древесину для других нужд народного хозяйства. Благодаря указанным качествам они уложены уже на главных путях всех основных направлений сети и в том числе на участках скоростного движения поездов.

Рис.5. Железобетонная шпала



Источник: <http://www.1520mm.ru/track/upper.phtml>

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 скрепления имеют специальную конструкцию с электроизоляционными деталями.

Рис.6. Железобетонная шпала



Источник: [http://pomogala.ru/okzd/okzd\\_4.html](http://pomogala.ru/okzd/okzd_4.html)

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

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

Порядок расположения шпал по длине рельсового звена, как выше упоминалось, называют эпюрой шпал. На железных дорогах СССР применяют четыре эпюры, соответствующие укладке 1440, 1600, 1840 и 2000 шпал на 1 км пути.

На опытных участках железных дорог проходят испытания блочные железобетонные подрельсовые основания в виде сплошных плит и рам. Предполагается, что такие конструкции повысят стабильность пути и уменьшат загрязнение балласта.

На станциях метро и при устройстве смотровых канав в депо вместо сплошных шпал используются полушпалы, втопленные в бетон.

### Рельсы

Рельсы предназначены для направления движения колес подвижного состава, восприятия нагрузки от него и передачи ее на шпалы. Кроме того, на участках с автоблокировкой рельсы служат проводниками сигнального тока, а при использовании электротяги — проводниками обратного тягового тока. Для надежной работы рельсы должны быть достаточно прочными, долговечными, износоустойчивыми, твердыми и в то же время нехрупкими, так как они воспринимают ударно-динамическую нагрузку. Материалом для их изготовления служит высокопрочная углеродистая сталь. В зависимости от массы и поперечного профиля рельсы подразделяют на несколько типов: Р50, Р65 и Р75. Буква Р означает рельс, а число — округленное значение массы, кг, одного погонного метра рельса.

Поскольку наибольшее воздействие на рельс оказывает вертикальная нагрузка, стремящаяся изогнуть его, рациональной формой рельса считается двутавровая, одновременно обеспечивающая и меньший расход металла.

Таблица 3. Основные размеры рельсов разных типов

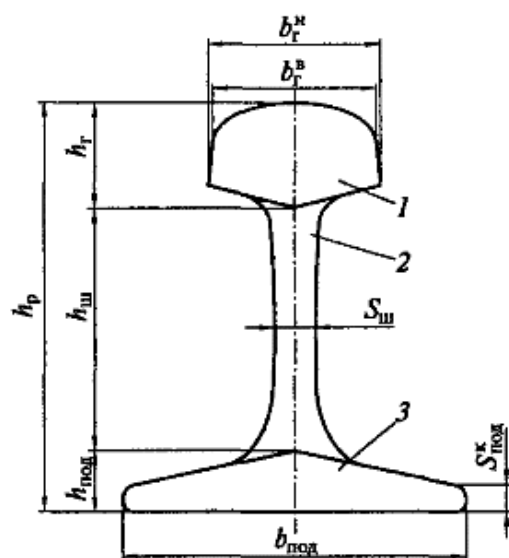
Тип рельса	Масса, кг/м	Размеры, мм					
		Высота			Ширина	Толщина	Ширина
		Рельса	Головки	Подошвы	Головки понижу	Шейки	Подошвы
Р	7	1	5	32,	75	20	15



75	4,41	92	5,3	3			0
P	6	1	4	30	75	18	15
65	4,72	80	5				0
P	5	1	4	27	72	16	13
50	1,67	52	2				2

Источник: <http://www.1520mm.ru/track/upper.phtml>

Рис.7. Профиль рельса



Профиль рельса:

1 — головка рельса; 2 — шейка; 3 —  
 подошва;  $h_p$  — высота рельса;  $h_г$  — вы-  
 сота головки;  $h_ш$  — высота шейки;  $h_{под}$  —  
 высота подошвы;  $b_г^н$  — ширина нижней  
 части головки;  $b_г^в$  — ширина верхней  
 части головки;  $b_{под}$  — ширина подошвы;  
 $S_ш$  — толщина шейки;  $S_{под}^к$  — толщина  
 подошвы у края

Источник: [http://pomogala.ru/okzd/okzd\\_4.html](http://pomogala.ru/okzd/okzd_4.html)

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 для бесстыкового пути, а также при укладке стрелочных переводов используют рельсы прежней стандартной длины (12,5 м) и укороченные (12,46; 12,42 и 12,38 м). Срок службы рельсов, измеряемый числом тонн брутто проследовавшего по ним груза до их перекладки, в среднем составляет для термически упрочненных рельсов Р65 500 млн т, а для Р50 — 350 млн т. Срок службы рельсов Р75 примерно на 30 % больше, чем у рельсов Р65.

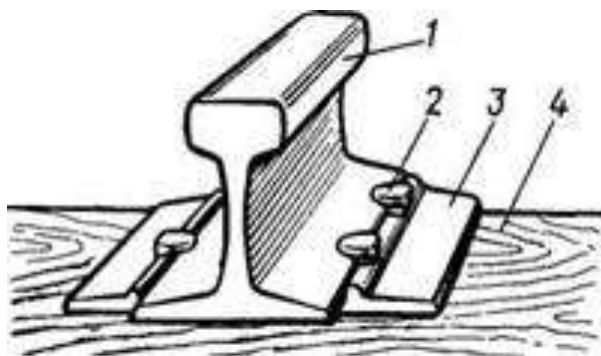
Повышение сроков службы рельсов достигается комплексом взаимосвязанных мероприятий: увеличением массы рельсов, повышением качества рельсовой стали, ее термоупрочнением и легированием, совершенствованием поперечных профилей, улучшением условий работы рельсов за счет бесстыкового пути, шлифовки поверхности катания и смазки боковой рабочей грани головки в кривых и др. Для замены выявленных дефектных рельсов на каждом километре пути имеется так называемый километровый запас рельсов, хранящихся на специальных станках.

### Рельсовые крепления. Противоугоны

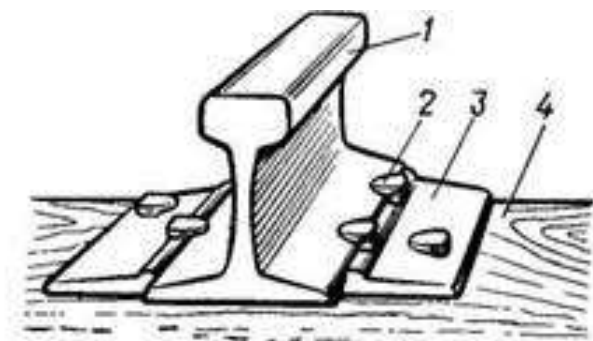
Рельсовый путь представляет собой две непрерывные рельсовые нити, расположенные на определенном расстоянии одна от другой благодаря креплению рельсов к шпалам и отдельных рельсовых звеньев друг к другу. Рельсы соединяют со шпалами с помощью промежуточных креплений, которые должны обеспечивать надежную и достаточно упругую их связь, неизменную ширину колеи и необходимый уклон рельсов, не допускать их продольного смещения и опрокидывания, а при использовании железобетонных шпал помимо этого электрически

изолировать рельсы и шпалы. Существуют три основных типа промежуточных креплений: нераздельные, смешанные и раздельные.

**Рис.8.** Промежуточные нераздельные костыльные крепления для деревянных шпал



**Рис.9.** Промежуточные смешанные костыльные крепления для деревянных шпал



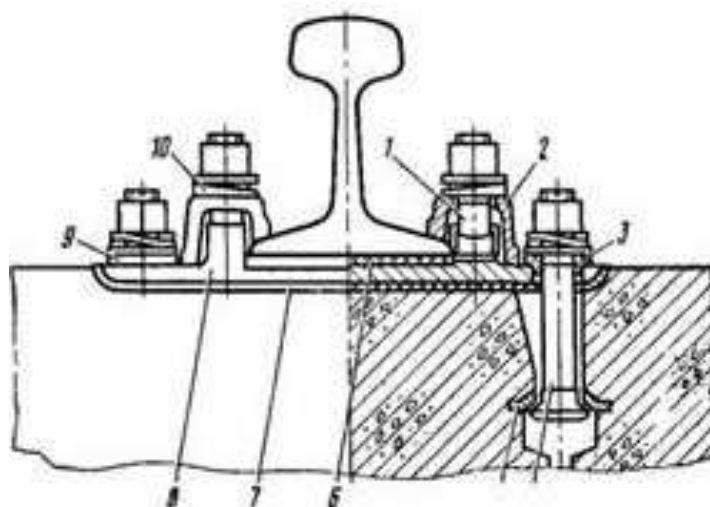
На рисунках обозначены части промежуточных костыльных креплений для деревянных шпал:

- 1 — рельс,
- 2 — костыль,
- 3 — подкладка,
- 4 — шпала.

Источник: <http://www.1520mm.ru/track/upper.phtml>

При нераздельном скреплении рельс и подкладки, на которые он опирается, крепят к шпалам одними и теми же костылями или шурупами. При смешанном скреплении подкладки, кроме того, крепят к шпалам дополнительными костылями. Смешанное костыльное скрепление с применением клинчатых подкладок, имеющих уклон 1:20, широко распространено на дорогах нашей страны. Его достоинствами являются простота конструкции, небольшая масса, сравнительная легкость зашивки, перешивки и разборки пути. Однако такое скрепление не гарантирует постоянства ширины колеи и способствует механическому изнашиванию шпал.

Рис.10. Раздельное скрепление типа КБ для железобетонных шпал



- 1 — клеммный прижимной болт,
- 2 — клемма,
- 3 — изолирующая втулка,
- 4 — закладной болт,
- 5 — анкерная шайба,
- 6 — прокладка,

- 7 — резиновая подкладка,
- 8 — подкладка металлическая,
- 9 — плоская шайба;
- 10 — шайба пружинная двухвитковая.

Источник: [http://pomogala.ru/okzd/okzd\\_4.html](http://pomogala.ru/okzd/okzd_4.html)

При раздельном скреплении рельс соединяют с подкладками жесткими или упругими клеммами и клеммными болтами, а подкладки крепят к шпалам болтами или шурупами. Достоинства раздельного скрепления (возможность смены рельсов без снятия подкладок, большое сопротивление продольным усилиям, обеспечение постоянства ширины колеи) способствуют все более широкому его применению, хотя оно несколько дороже и сложнее по конструкции скреплений других видов.

На железных дорогах России широко распространено раздельное скрепление КБ-65. Его недостатками являются большое число деталей, значительная масса и высокая жесткость. Поэтому в настоящее время началось активное внедрение нового бесподкладочного пружинного раздельного скрепления пониженной жесткости — ЖБР-3-65, у которого масса и число деталей уменьшены более чем в 1,5 раза. Кроме того, разработано анкерное рельсовое скрепление АРС-4, наиболее перспективное для пути с железобетонными шпалами. Благодаря отсутствию резьбовых соединений оно не требует обслуживания, что позволяет существенно сократить затраты на содержание пути.

**Рис.5.** Рельсовое скрепление



Источник: [http://pomogala.ru/okzd/okzd\\_4.html](http://pomogala.ru/okzd/okzd_4.html)

Рельсовые звенья соединяют друг с другом с помощью стыковых креплений, основными элементами которых являются накладки, болты с гайками и пружинные шайбы. Стыковые накладки предназначены для восприятия в стыке изгибающих и поперечных сил. Двухголовые накладки изготавливают из высокопрочной стали и подвергают закалке. Болты, как и накладки, должны обладать высокой прочностью. Под их гайки для обеспечения постоянного натяжения подкладывают пружинные шайбы. В последнее время переходят на применение шестидырных накладок.

Рис.6. Стыковое скрепление



Источник: [http://pomogala.ru/okzd/okzd\\_4.html](http://pomogala.ru/okzd/okzd_4.html)

По расположению относительно шпал в качестве стандартных приняты стыки на весу, что обеспечивает большую упругость и удобство подбивки балласта под стыковые шпалы. Так как с изменением температуры длина рельсов меняется, между их торцами в стыках оставляют зазор, наибольшая величина которого во избежание сильных ударов колес подвижного состава не должна превышать 21 мм. Каждому значению температуры воздуха (и рельсов) соответствует определенный стыковой зазор.

$$l_z = \gamma l_p (t_{\max} - t)$$

где:  $\gamma$  - коэффициент линейного расширения стали;

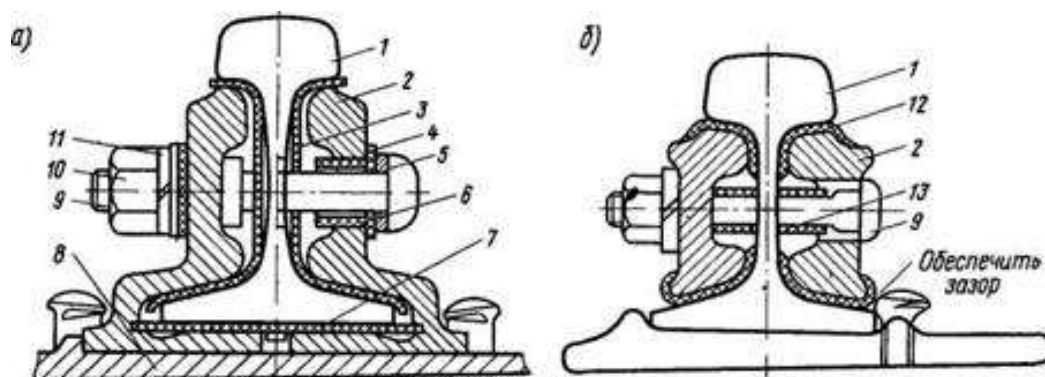
$l_p$  - длина рельса,

$m$ ;  $t_{\max}$  - наибольшая температура в данной местности;

$t$  - температура укладки рельса



Рис.11. Поперечный разрез изолирующего стыка



а — с объемлющими металлическими накладками, б — клееболтового,

1 — рельс,

2 — накладка,

3 — прокладка боковая,

4 — планка и < 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

Источник: <http://www.1520mm.ru/track/upper.phtml>

Для обеспечения возможности некоторого перемещения концов рельсов в стыках болтовые отверстия в ранее изготавливавшихся рельсах



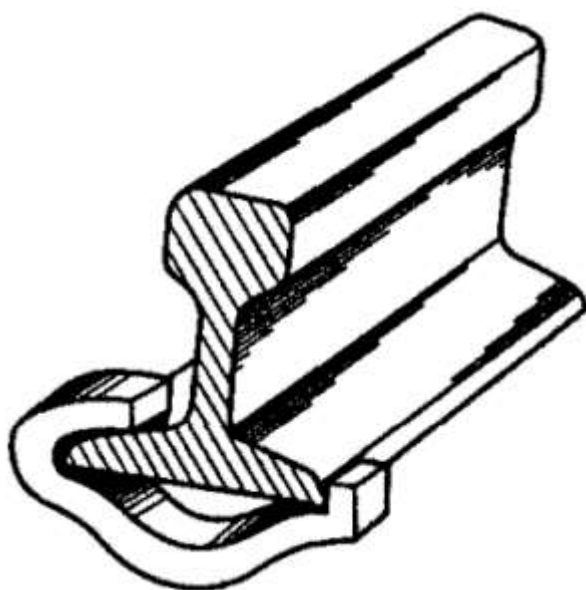
имели форму овала (с большой осью, направленной вдоль рельса) или круга большего диаметра, чем у болтов. Вновь выпускаемые рельсы имеют только круглые отверстия, что повышает прочность рельсов и упрощает технологию их изготовления.

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 креплении для предотвращения угона пути применяют противоугоны. Стандартные противоугоны — это пружинные, представляющие собой пружинную скобу, защемляемую на подошве рельса и упирающуюся в шпалу. Самозаклинивающийся противоугон состоит из скобы и клина с упором, который прижимается к шпале и при перемещении рельса заклинивается все сильнее. 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.

Рис.12. Противоугоны



Источник: [http://pomogala.ru/okzd/okzd\\_4.html](http://pomogala.ru/okzd/okzd_4.html)

Бесстыковой путь

В настоящее время на железных дорогах широкое распространение получил наиболее совершенный бесстыковой путь. Благодаря устранению стыков ослабляется динамическое воздействие на путь, существенно уменьшаются износ колес подвижного состава и сопротивление движению поездов, что снижает расход топлива и электроэнергии на обеспечение тяги поездов. Значительное сокращение числа стыковых скреплений посредством сварки отдельных рельсовых звеньев в плети позволяет сэкономить до 1,8 т металла на каждый километр пути, снизить расходы на его содержание и ремонт. 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, как правило, из термически упрочненных рельсов Р65 или Р75 стандартной длины, не имеющих болтовых отверстий. Рельсы сваривают электроконтактным способом на стационарных или передвижных контактно-сварочных машинах.

Длина сварных плетей на сети железных дорог СССР обычно принимается не более 800 м, что соответствует длине составов специальных поездов из платформ, оборудованных роликами, которыми плети доставляются на перегон. При необходимости длину плетей увеличивают до 950 м, для чего к плети длиной 800 м на месте укладки приваривают плеть длиной 150 м. 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 2—4 пары уравнильных рельсов длиной 12,5 м или переменной длины (12,5; 12,46; 12,42 и 12,38 м) для сезонного регулирования 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.

Рис.8. Бесстыковой путь



Источник: [http://pomogala.ru/okzd/okzd\\_4.html](http://pomogala.ru/okzd/okzd_4.html)

На первых этапах внедрения бесстыкового пути длина сварных плетей на сети железных дорог России обычно не превышала 800 м, что соответствовало длине специальных поездов, которые составляли из платформ, оборудованных роликами. Этими поездами плети доставляли на перегон. С 1986 г. после многолетних опытов разрешена укладка плетей, длина которых совпадает с длиной блок-участка и даже перегона, с введением ряда дополнительных требований к их изготовлению и эксплуатации.

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 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.

Для повышения эффективности бесстыкового пути стремятся к сокращению числа уравнильных пролетов, на содержание которых уходит до 25 % всех затрат на его эксплуатацию, за счет укладки плетей сверхнормативной длины (более 950 м). После многолетних опытов с 1986 г. разрешена укладка таких плетей с соблюдением ряда дополнительных требований к их изготовлению и эксплуатации.

Применение бесстыкового пути особенно эффективно на участках скоростного 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. Путь надежно закрепляют от угона. При смешанном скреплении рельсы крепят на каждом конце шпалы пятью костылями.

## Искусственные сооружения и мосты

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

Наиболее распространенными видами искусственных сооружений являются мосты и водопропускные трубы, укладываемые под насыпями на небольших водотоках и суходолах для пропуска талых и ливневых вод. Иногда для этих целей сооружают малые мосты длиной до 25 м.

Железнодорожный мост — искусственное сооружение, которое строится для укладки полотна через водные препятствия. На небольших водотоках и суходолах устраивают малые мосты, трубы или лотки. Разновидностями мостов являются путепроводы, виадуки и эстакады. В местах пересечения железных и автомобильных дорог или двух железнодорожных линии строят путепроводы. Для пересечения ущелий, глубоких долин и оврагов строят виадуки, для пересечения с городской территорией — эстакады. Эстакады также строят на подходе к большим мостам.

**Рис.1.** Железнодорожный мост через реку Исеть (г. Каменск-Уральский), 1939, автор проекта Росновский В.А., 140 м одноарочный мост из стальных труб, заполненных бетоном.



### Конструкция моста

Мост состоит из пролётных строений, являющихся основанием для пути и опор, поддерживающих пролётные строения и передающих давление на грунт. Опоры состоят из фундамента и видимой части (тела). Фундаменты опор сооружаются при неглубоком залегании прочных грунтов на естественном основании, а при слабых грунтах — на сваях. Концевые опоры моста называются устоями, а промежуточные — быками. Устои служат подпорной стенкой, для примыкающего к мосту земляного полотна. Пролётные строения опираются на опоры через опорные части, которые позволяют пролётному строению поворачиваться и продольно перемещаться при изгибе под нагрузкой и при изменении температуры. Под одним концом пролётного строения помещают неподвижные опорные части, допускающие только поворот, под другим концом — подвижные, перемещающиеся на катках. Пролётное строение состоит из балок, ферм, связей между ними и мостового полотна.

### Материалы пролётного строения



Деревянные мосты широко применялись в первый период строительства железных дорог, а также во время Великой Отечественной войны для быстрого восстановления разрушенных мостов. Достоинствами этих мостов являются простота конструкции, возможность использования местных материалов, дешевизна и быстрота сооружения. Однако они недолговечны, пожароопасны и сложны в содержании.

В XIX в. широкое распространение для строительства железнодорожных мостов получил камень. Каменные мосты долговечны, надёжны и требуют небольших затрат на содержание. Каменные мосты имеют значительную собственную массу, поэтому малочувствительны к увеличению массы поездов, меньше других мостов реагируют на удары при движении поездов, при езде по ним производится меньше шума. Недостатками каменных мостов является большая трудоёмкость строительства и ограниченная длина пролёта. В конце XIX — начале XX вв. каменные мосты уступили место бетонным, железобетонным и стальным мостам.

Металлические мосты получили широкое распространение благодаря высокой прочности при сравнительно малой массе, возможности применения типовых деталей, высокой механизации сборочных работ. Металлические мосты составляют около 70 % общей протяжённости железнодорожных мостов. Их недостатками являются большой расход металла и необходимость тщательного ухода для предотвращения коррозии.

Железобетонные мосты являются основным типом малых мостов. Они более долговечны, чем металлические и требуют меньших затрат на содержание. Железобетонные конструкции также применяются в средних и больших пролётах железнодорожных мостов, однако их большая масса усложняет строительно-монтажные работы и требует более мощных опор.

В сталежелезобетонных мостах железобетонная плита проезжей части или балластного корыта объединена со стальными главными и поперечными балками или фермами и включена в совместную работу с ними.

### Мостовое полотно

На железнодорожных мостах применяются два вида мостового полотна: с ездой на балласте и безбалластное. Полотно с ездой на балласте применяется на железобетонных и сталежелезобетонных мостах. Балластная призма используется однослойная щебёночная или двухслойная из асбестового балласта поверх дренирующего щебёночного слоя. Балласт укладывается в балластное корыто, наименьшая толщина балласта под шпалой составляет 25 см, наибольшая толщина не должна превышать 60 см. Из-за большого собственного веса применение мостового полотна с ездой на балласте ограничено пролётами 33 м для железобетонных мостов и 55 м — для сталежелезобетонных.

Мостовое полотно безбалластного типа применяется преимущественно на металлических мостах. Для устройства мостового полотна используются деревянные, металлические или железобетонные поперечины (мостовые брусья), а также сплошные железобетонные плиты. Мостовые брусья укладываются на продольные (главные) балки на расстоянии 10—15 см друг от друга во избежание провала колёс между ними. Вертикальные прогибы пролётных строений могут достигать  $1/800$  расчётного пролёта. Для обеспечения плавности движения поездов рельсовому пути придают строительный подъём по дуге круга или параболе за счёт изменения высоты мостовых брусьев. Стрела подъёма должна примерно соответствовать величине прогиба от половины нормативной вертикальной нагрузки.

Рис.2. Однопутный железнодорожный мост в городе Красноармейск, Московская область



### Охранные приспособления

Охранные приспособления предназначены для обеспечения безопасного прохода поезда в случае схода колёсной пары или тележки на мосту или на подходе к нему. Для этого внутри рельсовой колеи у каждого путевого рельса укладывается сплошная линия контррельсов или контруголков. Контррельсы ограничивают боковые смещения подвижного состава, сошедшего с рельсов, предотвращая его падение и опрокидывание. Контррельсы протягивают до задней грани устоев и далее их концы на протяжении не менее 10 м сводят «челноком», заканчивающимся металлическим башмаком. Челнок воспринимает удар от сошедшей колёсной пары и отклоняют её в желоб между рельсами и контррельсами. На мостах с безбалластным полотном из деревянных,

металлических или железобетонных брусьев для предотвращения продольного смещения поперечин и провала колеса между ними снаружи путевых рельсов укладываются охранные (противоугонные) уголки или брусья.

Средние мосты длиной от 25 до 100 м и большие — от 100 до 500 м строятся при пересечении железной дорогой значительных водных преград. Такие мосты (рис.) состоят из пролетных строений 3, являющихся основанием для пути. Береговые опоры моста называются устоями 7, а промежуточные — «быками» 5. Опорами мост разделяется на пролеты. Пролетные строения укладывают на опоры через неподвижные 2 и подвижные 4 опорные элементы, которые позволяют пролетному строению несколько перемещаться при изменениях температуры и изгибаться под нагрузкой. При этом с одной стороны пролета устанавливают неподвижные, а с противоположной — подвижные опорные элементы. Длиной моста  $L$  называется расстояние между задними гранями его береговых устоев.

Рис.3. Схема моста

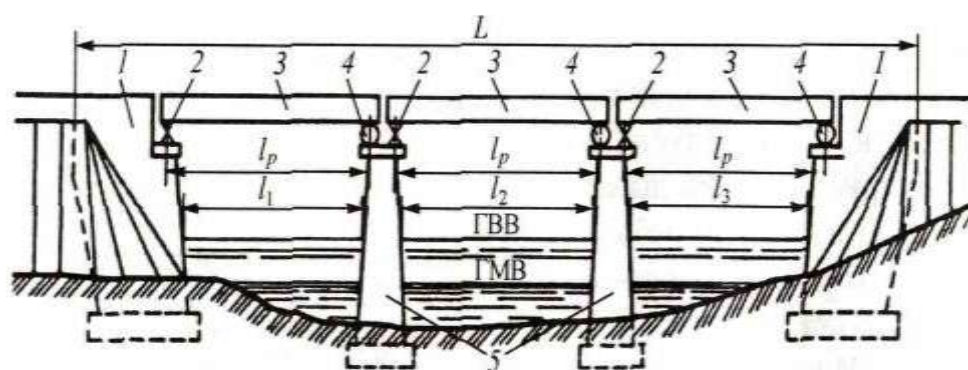
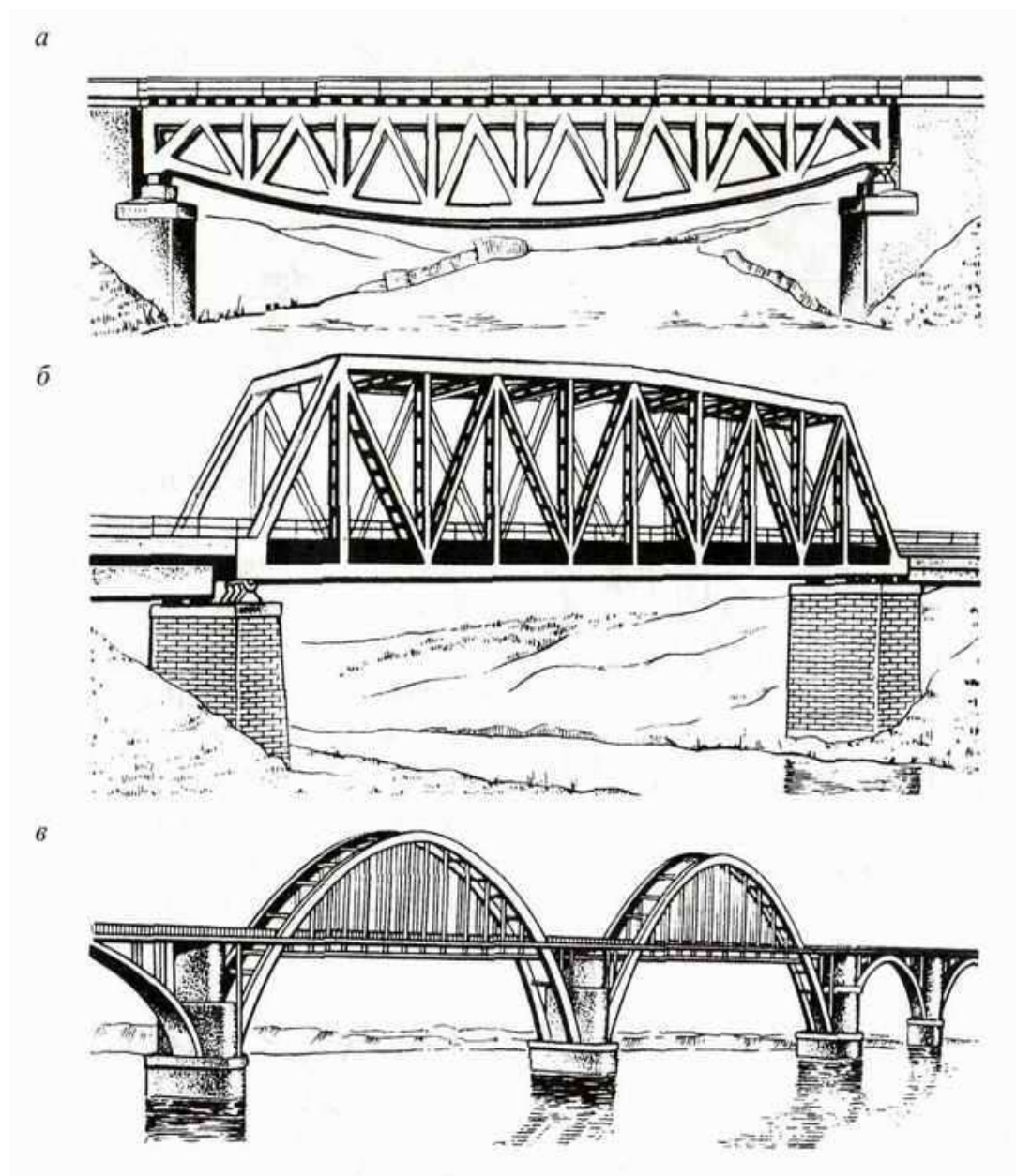


Схема моста:

$L$  — полная длина моста;  $l_p$  — расчетный пролет;  $l_1 + l_2 + l_3$  — отверстие моста; ГВВ — горизонт высоких вод; ГМВ — горизонт межженных (средних) вод

Пролетные строения состоят из ферм, имеющих верхний и нижний пояса, на которые укладывают мостовое полотно. В зависимости от расположения мостового полотна (проезжей части) на уровне верхнего или нижнего пояса мост называют либо «с ездой поверху» (рис.а), либо «с



ездой понизу» (рис.б). При пересечении железной дорогой многоводных рек обычно строят многопролетные мосты с ездой посередине (рис. в).

**Рис.4.** Конструкции мостов с ездой поверху (а), понизу (б) и посередине (в)

Источник: <http://rzd.wmsite.ru/stati/zhd-put/iskusstvennye-sooruzhenija>

В качестве материала для сооружения мостов используются дерево, камень, металл и железобетон. Деревянные и каменные мосты в настоящее время не строятся. Средние и большие мосты сооружают в основном из металла; они составляют около 70 % общей протяженности всех мостов на сети железных дорог. Малые мосты собирают, как правило, из железобетонных конструкций.

Для обеспечения безопасности людей, пересекающих железную дорогу в населенных пунктах, строятся пешеходные мосты, обычно возле вокзалов и остановочных пунктов пригородных линий.

При пересечении железной дорогой глубоких оврагов, лощин, горных ущелий и нецелесообразности устройства высоких насыпей возводят виадуки — сооружения мостового типа на высоких опорах, а при пересечении водовода с железной дорогой акведуки — водопроводные сооружения в виде моста или эстакады с лотком или трубой.

Подобные сооружения — эстакады устраивают на подходах к большим мостам через реки с широкими поймами, а также в городах взамен больших насыпей, так как они меньше стесняют улицы и не препятствуют проезду и проходу под ними. Тоннели строят в горной местности, их прокладка зачастую обходится дешевле, чем строительство глубоких выемок, виадуков или длинных обходов. Противообвальные



галереи сооружаются в горных условиях для защиты железнодорожных путей и поездов от камнепадов и селевых потоков.

Путепроводы предназначены для независимого и безопасного пропуска транспорта в разных уровнях в местах пересечения железных и автомобильных дорог или двух железнодорожных линий.

Дюкеры сооружают для пропуска под железнодорожным путем потоков воды. Они представляют собой два колодца, расположенных с обеих сторон железнодорожного пути и соединенных трубой. Дюкеры устраивают при сооружении каналов, водопровода, канализации, когда обычную трубу проложить невозможно из-за расположения пути в неглубокой выемке.

<http://rzd.wmsite.ru/stati/zhd-put/iskusstvennye-sooruzhenija>

Искусственные сооружения железнодорожного транспорта — собирательное название сооружений, возводимых на пересечениях железных дорог с различными препятствиями (реками, ущельями, другими дорогами, обвалоопасными или лавиноопасными участками и т. п.). К искусственным сооружениям относятся мосты (в т. ч. виадуки, эстакады, путепроводы), водопропускные трубы, фильтрующие насыпи, лотки, дюкеры, тоннели, подпорные стенки, противообвальные (тоннельные) галереи, дамбы, барражи, трансбордеры. Сооружения, предназначены для пропуска воды (мосты, водопропускные трубы, фильтрующие насыпи, дюкеры, лотки), устраивают на пересечениях железных дорог с постоянными или периодическими водотоками (реками, ручьями, суходолами, морскими заливами и т. д.). Наиболее сложными и распространенными искусственными сооружениями являются мосты. При пересечении крупных рек одновременно с мостами сооружают мостовые переходы. Постройка мостов через большие водные преграды требует значит,

материальных затрат и выполняется только после тщательно проведённых изысканий. Иногда мосты строят при пересечении дорогой глубоких оврагов, горных ущелий и не только для пропуска воды, но и вместо насыпи, если её возведение оказывается невозможным или из-за большой высоты обходится дороже моста. Такие мосты наз. виадуками. При пересечении двух дорог в разных уровнях строят путепроводы. Сооружения значительной длины, предназначенные для пропуска железных дорог над окружающей территорией с оставлением под ними свободного пространства, наз. эстакадами. Их возводят в городах, на территориях промышленных предприятий, на подходах к большим мостам, вместо насыпи в горных условиях на крутых косогорах.

На железных дорогах наибольшее число мостов строят через малые реки. Если расход воды, которая должна быть пропущена искусственными сооружениями, невелик, то мосты заменяют водопропускными трубами, укладываемыми в теле насыпи. Земляное полотно при этом не прерывается, что удобно для эксплуатации, может дать экономических эффект и уменьшить сроки строительства. Размеры водопропускных труб — отверстия и длина зависят соответственно от расчётного расхода воды и ширины насыпи по её подошве. В районах с суровыми климатическими условиями от применения труб часто отказываются из-за опасности образования наледей, забивающих отверстие. На железных дорогах благодаря технико-экономическим достоинствам трубы являются очень распространённым искусственным сооружением. На новостройках число труб может достигать 70% и более от общего числа искусственных сооружений. Выбор между мостом и водопропускной трубой во всех случаях производится на основе технико-экономического сравнения вариантов.

Фильтрующие насыпи, дюкеры и лотки встречаются значительно реже мостов и водопропускных труб. Фильтрующие насыпи в отличие от



обычных имеют каменную наброску, пропускающую воду. Они применяются при незначительных количествах протекающей воды и при отсутствии илистых или иных наносов, вызывающих заиливание каменной наброски. Дюкеры служат для пропуска воды с одной стороны выемки на другую и представляют собой два колодца, соединённых трубами с горизонтальным напорным участком под земляным полотном железных дорог. Дюкеры применяются обычно для пропуска вод оросит, систем. Лотки — небольшие водопропускные сооружения незамкнутого поперечного сечения, устроенные между шпалами железнодорожного пути. Они применяются при малых расходах воды в тех случаях, когда из-за небольшой высоты насыпи или при её отсутствии нельзя построить мост или водопропускную трубу, например на железнодорожных станциях.

Тоннели принадлежат к числу наиболее ответственных искусственных сооружений. Они строятся для преодоления горных массивов, достаточно высоких водоразделов, холмов, оползневых зон, осыпей, а также достаточно мощных водных преград (рек, морских заливов и т. п.). В последнем случае выбор делается на основе технико-экономических сравнения вариантов мостового и тоннельного переходов.

Весьма распространёнными и ответственными искусственными сооружениями на железных дорогах являются подпорные стенки или их частный случай — контрфорсы или контрбанкеты. Подпорная стенка — конструкция, удерживающая от обрушения находящийся за ней массив грунта и воспринимающая пост, и временные нагрузки, приходящиеся на этот массив. Подпорные стенки устраивают при сооружении железных дорог на косогорах, для поддержания крутизны откосов выемок и насыпей, при расположении на склоне двух отдельных проезжих частей, при постройке городских магистралей, для укрепления берегов водоёмов и защиты их от размыва, для защиты железных дорог от камнепадов на горных участках. Часто подпорные стенки входят в комплекс крупного

искусственного сооружения, например служат переходным элементом к portalу тоннеля.

Первые упоминания об искусственных сооружениях на дорогах относятся к кон. 4 — нач. 3 вв. до э. В Древнем Египте, Ассирии и Вавилоне строительство искусственных сооружений приобрело большой размах. Однако подлинного расцвета оно достигло в Древнем Риме, где имелись весьма развитые пути сообщения. Сеть древнеримских дорог имела длину примерно 80 тыс. км, на протяжении которых были расположены многочисленные искусственные сооружения. Только в самом Риме было около 300 км водоводов со множеством акведуков, тоннелей, лотков, подпорных стенок и т. п. Десятки таких сооружений, находящихся на территориях Италии, Испании, Франции, Турции, сохранились до нашего времени.

Строительство И. с. на территории Древней Руси было известно еще в глубокой древности. Дерев, мосты благодаря обилию искусственных сооружений в стране долго сохраняли своё значение и до сих пор весьма распространены, хотя уступают место мостам из более современных и долговечных материалов (сталь, железобетон и др.). Первые упоминания о строительстве мостов в России в летописи относятся к 997, однако это не означает, что ранее мостов не строили. В «Русской правде» (1020) упоминается, что в войсках Ярослава Мудрого (978—1054) были специальные подразделения «мостников», которые занимались строительством и ремонтом мостов и переправ. Скачок в строительстве И. с. в России приходится на 1-ю пол. 19 в., когда развернулось строительство железных дорог, связанное с быстрым промышленным и экономических развитием страны. Этому предшествовала прокладка железнодорожных путей на промышленного предприятия. В 1806—09 рус. горный инженер и изобретатель П. К. Фролов построил Змеино-горскую дорогу — первую

в России чугунную железную дорогу с конной тягой. На дороге был сооружён первый в России железнодорожный мост длиной 292 м с кам. опорами и дерев, пролётными строениями. Первые отечественные ж.-д. тоннели (Ковенский длиной 1280 м и Виленский длиной 430 м) были сооружены при строительстве Петербурго-Варшавской железной дороги (1859—62). Успехи строительства И. с. в России тесно связаны с развитием железнодорожного транспорта. Передовые позиции отечеств, железнодорожного строительства обеспечили учёные и инженеры С. В. Кербедз, П. П. Мельников, Д. И. Журавский, Л. Ф. Николаи, Н. А. Белелюбский, В. Г. Шухов, Ф. С. Ясинский, Л. Д. Проскуряков, А. В. Ливеровский, И. М. Рабинович, Е. О. Патон, Н. Г. Бондарь, М. М. Протоdjаконов, Н. М. Герсеванов, Н. С. Стрелецкий, Г. К. Евграфов, К. С. Завриев и мн. др. К кон. 1980-х гг. общая протяжённость искусственных сооружений на отечественных железных дорог превысила несколько тыс. км, проложенных в самых различных природных и климатических условиях. В среднем на 1 км железнодорожных линий приходится одно И. с., а на некоторых участках — значительно больше; так, в сильно пересечённой или горной местности часто одно И. с. переходит в другое, например тоннель сменяется мостом. Стоимость построенных И. с. в среднем составляет около 15% всей стоимости ж. д. Малые мосты длиной до 25 м и трубы составляют около 90% общего числа искусственных сооружений, средние и большие мосты — около 10% по числу, но более 30% по протяжённости. Около 60% мостов строятся из железобетона (около 90% из них построены после 1945); суммарная длина железобетонных и стальных мостов примерно одинакова. Искусственные сооружения непосредственно обеспечивают непрерывность железнодорожного пути, поэтому к их надёжности и прочности предъявляются повышенные требования. Выход из строя или порча того или иного И. с. может привести к значит. уменьшению или полному

прекращению движения. Надёжность искусственных сооружений закладывается при изысканиях железных дорог и их проектировании, создаётся в процессе строительства и поддерживается правильной эксплуатацией. При проектировании искусственных сооружений руководствуются техническими условиями, которые в обязательном порядке требуют обеспечения высокой надёжности и долговечности, безопасности и плавности движения поездов по искусственным сооружениям, безопасности для пешеходов и охраны труда рабочих в период строительства и эксплуатации. Искусственные сооружения обеспечивают безопасный пропуск паводковых вод и ледоходов, беспрепятственное судоходство, лесосплав. Проекты И. с. предусматривают экономное расходование строит. материалов, топливных и энергетич. ресурсов, применение прогрессивных конструкций, возможность индустриализации, комплексной механизации и автоматизации строительства.

Искусственные сооружения проектируют и строят с учётом перспектив развития железнодорожного транспорта и сети железных дорог. Правильно спроектированные и построенные искусственные сооружения обеспечивают сохранение окружающей среды и экологического равновесия. Проектирование и строительство с. во мн. регионах страны представляют собой большие трудности в силу сложных природно-климатич. условий: продолжительность зимнего периода — 200 дней и более, температура ниже —50 °С, высокая сейсмичность и вечная мерзлота, обширные болота, мари и т. п.

Учёт сейсмических воздействий, особенно в условиях вечной мерзлоты, необходим для предупреждения массовых разрушений искусственных сооружений в период эксплуатации. Такие примеры известны в практике железнодорожного строительства. Так, на Аляскинской железной дороге (США) 7 марта 1964 при землетрясении

силой 7—9 баллов из 860 км трассы было полностью выведено из строя 200 км, разрушено 110 мостов. При Фукуйском (Япония) землетрясении (9—10 баллов) 16 июня 1948 на двух дорогах разрушено 44 моста, обрушилось 27 подпорных стенок. При землетрясении Керн-Каунти (10 баллов) 21 июля 1952 на Южно-Тихоокеанской железной дороги (США) разрушены 4 тоннеля, расположенных в зоне разлома. Во время землетрясения Индзу (Япония) 26 нояб. 1930 тоннель на железных дорогах Токио — Кобдо был разорван и смещён на 2,4 м по горизонтали и на 0,6 м по вертикали. В России на Кругобайкальской железной дороги при 7-балльном землетрясении 28 сент. 1904 около тоннеля № 36 произошёл крупный обвал; во время Танну-Ольского землетрясения 9 июля 1905 разрушено несколько колец в тоннеле № 35 (500 км от эпицентра); при Селенгинском землетрясении (7—8 баллов) 10 мая 1929 на 143 км сдвинулся, а затем разрушился горный блок, разбивший подпорную стенку и оба пути.

При строительстве современные искусственные сооружения железнодорожного транспорта широко используются прогрессивные технологические методы, применяются сборные конструкции заводского изготовления, введена унификация и типизация строит, элементов.

Крупные искусственные сооружения железнодорожного транспорта строятся на основе индивидуальных проектов. Массовые сооружения (водопропускные трубы, малые мосты и т. п.) обычно возводятся до укладки земляного полотна. Необходимые детали, материалы, грузоподъёмные механизмы доставляются на стройплощадку транспортом, выбор которого определяется местными условиями, по грунтовым дорогам. Достоинство такого способа — возможность организации работ на широком фронте, независимо от состояния работ на др. объектах трассы.

В процессе эксплуатации происходит старение искусственных сооружений: в них накапливаются дефекты и повреждения, могущие создать помехи следованию поездов, мешать безопасности движения. В целях обеспечения исправного состояния искусственных сооружений, бесперебойного и безопасного движения поездов с заданными скоростями и для поддержания долговечности искусственных сооружений предусмотрена и осуществляется система содержания искусственных сооружений. Текущее содержание включает пост, надзор, текущие и периодич. осмотры, обследования и испытания конструкций, специальные наблюдения, ремонтные работы по специальному перечню. Не устранимые в процессе текущего содержания дефекты и повреждения устраняются при капитальном ремонте. В необходимых случаях производятся усиление, реконструкция искусственных сооружений или их полная замена. Все ремонтные работы, как правило, ведутся без прекращения движения. Требование не прерывать движение впервые было выполнено Н. А. Белелюбским в 1868—72 при замене дерев, пролётных строений металлическими на Николаевской железной дороги.

Строительство отечественных искусственных сооружений развивается в направлении обеспечения необходимого объёма строительства высококачественных долговечных искусственных сооружений с макс. производительностью труда и при минимум расходе материалов и энергетических ресурсов. Этому способствуют совершенствование технических условий и повышение качества проектирования на базе ЭВМ и систем автоматическими проектирования; разработка и внедрение прогрессивных систем управления, организации и оплаты труда; правильный учёт социального фактора.

Источник: <http://lokomotiv.ru/zheleznodorozhnyy-put/iskusstvennye-sooruzheniya.html>

## Виды искусственных сооружений и их назначение

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.

Рис.5. Противообвальная галерея



Источник: <http://www.1520mm.ru/track/facilities.phtml>

К искусственным сооружениям относятся мосты, тоннели, трубы, подпорные стены, регулиационные сооружения, дюкеры, галереи, селеспуски и др. При пересечении железной дорогой оврагов сооружаются мосты или трубы. Для прокладки железнодорожного пути через водотоки (реки, каналы, ручьи), овраги и другие препятствия строятся железнодорожные мосты; при малом количестве воды - водопропускные трубы. Разновидностями мостов являются путепроводы, виадуки, эстакады.

Наиболее распространенными видами искусственных сооружений являются мосты и трубы (более 92%). Искусственные сооружения по

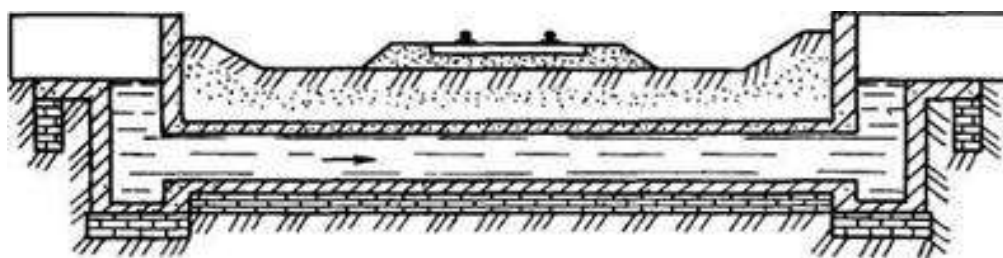
протяженности составляют в среднем менее 1,5% общей длины пути, однако доля их в стоимости железной дороги равна почти 10 %, поэтому их рассчитывают на длительный срок службы. Они должны быть простыми и дешевыми в эксплуатации и вместе с тем обеспечивать безопасное и бесперебойное движение поездов с наибольшими скоростями, установленными для данного участка.

Путепроводы строят в местах пересечения железных и автомобильных дорог или двух железнодорожных линий. Они обеспечивают независимый и безопасный пропуск транспорта на пересечении дорог в разных уровнях.

Виадуки сооружают вместо высокой обычной насыпи при пересечении железной дорогой глубоких долин, оврагов и ущелий.

Эстакады устраивают взамен больших 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. При пересечении горных хребтов вместо глубоких выемок сооружают тоннели. В горных районах, обычно в зоне перевалов, железнодорожный путь прокладывается в тоннелях.

Рис.6. Продольный разрез дюкера



Источник: <http://www.1520mm.ru/track/facilities.phtml>

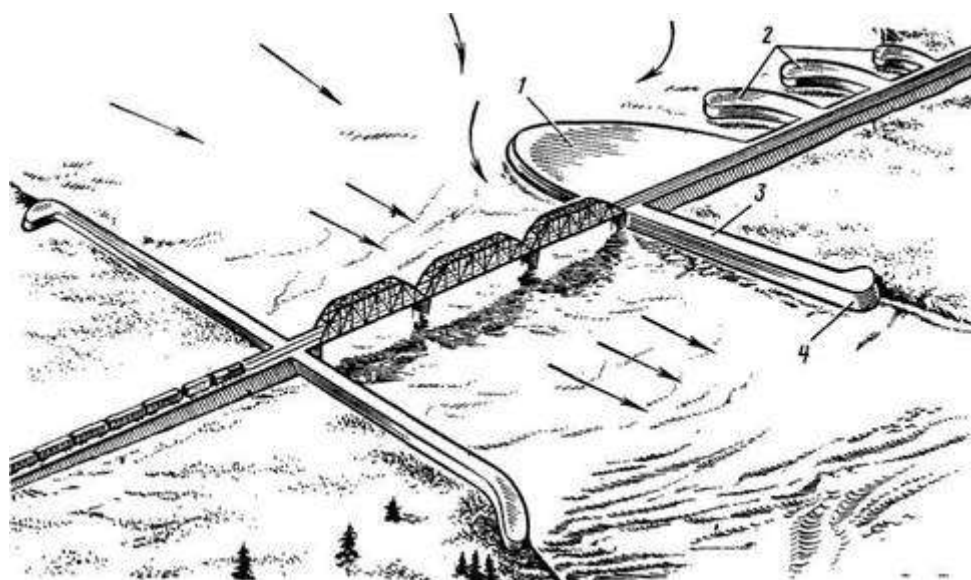
Продольный разрез дюкера Для обеспечения устойчивости откосов земляного полотна на крутых косогорах, берегах рек и морей служат



подпорные стены, а при подходах к большим мостам для защиты их опор от подмыва при паводках и повреждения льдом. — регуляционные сооружения.

Основное назначение регуляционного сооружения защитить мост и земляное полотно от размыва во время паводков и повреждения во время ледохода на подходах к ним. Регуляционные сооружения состоят из водонаправляющих грушевидных и шпоровидных дамб и траверс, их откосы укрепляют каменным мощением или бетонными плитами. 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.

Рис.7.Регуляционные сооружения



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

Источник: <http://www.1520mm.ru/track/facilities.phtml>

В горах в местах возможных обвалов сооружают специальные галереи, а в местах возможных грязекаменных (селевых) потоков—селеспуски. При необходимости пропуска через путь потока воды (водовода) устраивают дюкеры, представляющие собой два колодца, расположенных с обеих сторон железнодорожного пути, соединенных трубой.

Рис.7.Виадуки



Виадук Слово «виадук» происходит от французского *viaduc*, в латинском *via* — дорога и *duc* — веду. Виадук представляет сооружение мостового типа, строится на пересечении дороги с глубоким оврагом или

над горным ущельем. Виадук в Вол-Флери (Val-Fleury) возле г. Медон (Meudon) на линии Париж—Версаль, построенный в 1840 г., может служить примером архитектуры ранних железнодорожных сооружений. Виадук строили на основании из мягкой глины. Фундаменты устанавливались на лежащий ниже глины слой твердых пород, чтобы защитить устой моста от возможных оползней.

Мощные виадуки в 19 веке строились из камня или кирпича. Типичным примером таких сооружений может служить построенный по проекту Иогана Шуберта (Johann Schubert) в 1846~1851 гг. в Саксонии на линии Лейпциг—Хоф четырехэтажный мост с 75 арками длиной 574 м и наибольшей высотой 78 м.

Виадук Гараби (Gambit) в Швейцарии высотой 122 м у г. Фрибура (Fribourg), построенный по проекту А. Г. Эйфеля (1832-1923), в апреле 1888 г. прошел испытания поездом весом 405 т.

Рис.8. Труба



Источник: <http://www.1520mm.ru/track/facilities.phtml>

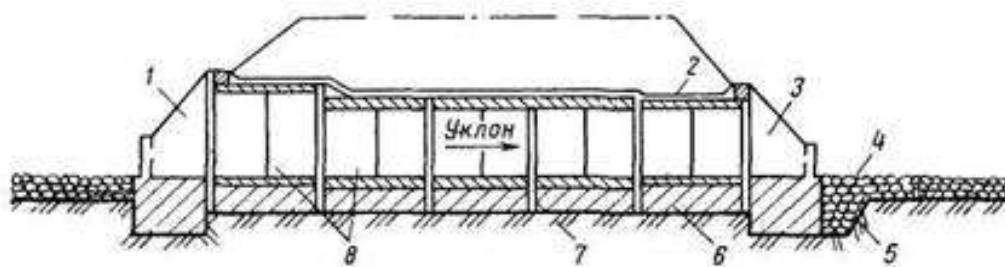
Трубы устраивают при пересечении железной дорогой небольших водотоков или суходолов. По материалу различают каменные, металлические, бетонные и железобетонные трубы. Весьма распространены сборные железобетонные трубы из отдельных звеньев длиной 1—6 м, разделенных деформационными швами; трубы требуют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

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

Для уменьшения сопротивления потоку воды и для предохранения насыпи от размыва на входах и выходах труб устраивают оголовки, расширяющиеся в направлении от трубы. Применяют безоголовочные гофрированные металлические трубы.

Они имеют меньшую стоимость по сравнению с железобетонными, намного легче их и обеспечивают значительное сокращение сроков строительства, так как не требуют фундамента; их укладывают на подушку из песка, гравия или щебня. С увеличением высоты насыпи возрастает длина трубы и ее стоимость. Поэтому в насыпях высотой 10 м и более часто экономически выгоднее сооружать железобетонный мост с малым пролетом.

Рис.9.Продольный разрез трубы



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

Первые каменные трубы укладывали наряду с мостами, под насыпями уже на первых железных дорогах. Порой они достигали значительных размеров, как, например, труба на железной дороге Петербург— Москва, заменившая на обходе Веребьинский мост. Трубы больших размеров чаще всего делали с радиальным сводом и прямыми стенками или также со сводчатым дном, с так называемым «обратным сводом». Встречались трубы овалоидальной, параболической, полуэллиптической и других форм, вплоть до прямоугольной с перекрытием каменными тесаными плитами.

Рис.10. Подпорная стена



Источник: <http://www.1520mm.ru/track/facilities.phtml>

Подпорные стены 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.

На существующих железных дорогах встречаются подпорные стены, возведенные из каменной, бетонной и бутобетонной кладки. В настоящее время их сооружают преимущественно из отдельных железобетонных секций.

## Контактная сеть и энергетика.

### Общее определение, историческая справка.

Контактная сеть — техническое сооружение электрифицированных железных дорог и других видов транспорта (метро, трамвая, троллейбуса, фуникулёра), служащее для передачи электроэнергии с тяговых подстанций на электроподвижной состав.

Кроме того, с помощью контактной сети обеспечивается снабжение нетяговых железнодорожных потребителей (освещение станций, переездов, питание путевого инструмента).

Контактная сеть бывает двух типов:

- воздушная контактная сеть.
- контактные рельсы (на троллейбусе не применяются).

Несмотря на то, что на рельсовом транспорте ходовые рельсы обычно применяются для отвода обратного тягового тока, — они, как правило, не рассматриваются в качестве части контактной сети.

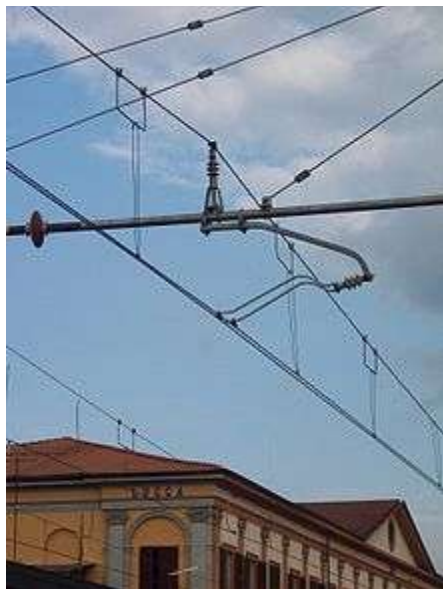
Основными элементами контактной сети являются:

- опоры и опорные конструкции
- контактные подвески
- арматура и спецчасти
- Контактные, питающие и усиливающие провода, подключённые к электрической сети

В декабре 2003 года Департаментом электрификации и энергоснабжения ОАО «Российские железные дороги» была выпущена инструкция по применению термодиффузионного цинкования деталей и конструкций контактной сети. Данная инструкция распространяется на защитные цинковые покрытия, наносимые методом термодиффузионного цинкования на резьбовые детали, арматуру, конструкции контактной сети и другие изделия из углеродистой и низкоуглеродистой стали, в том числе

повышенной прочности, на чугунные детали контактной сети, включая чугунные оконцеватели фарфоровых изоляторов.

### Воздушная контактная сеть



### Контактная сеть трамвая



### Сечение контактного провода

Составные части воздушной контактной сети:

- несущий трос
- арматура

Специальные части для контактной сети

(пересечения, стрелки, секционные изоляторы)

- усиливающий провод
- контактный провод



Воздушная контактная сеть подвешивается на различных опорах. При этом между точками подвески наблюдается провисание контактного провода. Большая стрела провисания вредит контактной сети, так как движущийся вдоль контактного провода токоприёмник может в точках подвески отрываться от провода.

#### Подвеска

В момент отрыва между токоприёмником и проводом образуется электрическая дуга. Восстановление контакта происходит с ударом токоприёмника о провод. Также происходит раскачивание токоприёмников. Перечисленные явления ускоряют износ контактного провода и токоприёмников, ухудшают качество токосъёма, а также создают радиопомехи. Избежать этих явлений позволяют:

Эластичная подвеска. При этом проходя точку подвеса токоприёмник приподнимает подвес.

Регулировка натяжения провода с целью уменьшения стрелы провисания. Регулировка может осуществляться как вручную, два раза в год, так и автоматически, с помощью противовесов. Некоторые разновидности подвесок, например маятниковая, не требуют специальных приспособлений для регулировки натяжения.

Наиболее распространённые виды подвесок:

Простая контактная подвеска — провод, свободно висящий между расположенными на опорах точками подвеса. Применяются в настоящее время только для устройства контактной сети в условиях карьеров, а также для трамвайных линий.

Поперечно-цепная контактная подвеска — контактный провод между опорами контактной сети висит не свободно, а на часто расположенных проволоках, называемых струнами, которые прикреплены другим концом к несущему тросу.

Продольно-цепная контактная подвеска — вдоль трассы натянут продольный трос, подвешенный на жёстких или гибких поперечинах. К нему с помощью струн подвешен контактный провод. Такая подвеска очень эластичная. Благодаря этому, контактный провод меньше изнашивается, что продлевает срок его службы.

Пространственно-ромбовидная контактная подвеска — имеет два несущих троса и два контактных провода. Контактные провода образуют в плане ромбовидные фигуры, симметричные относительно оси пути. Несущие тросы располагаются по обе стороны от оси пути и жёстко закреплены на горизонтальной консоли одиночной опоры или на жесткой поперечине в точках подвеса через изоляторы. Попролётная температурная компенсация этого типа подвески исключает продольную сдвижку и обеспечивает лучшие динамические характеристики контактной сети, нежели вертикальные подвесы. Особые преимущества имеет при монтаже в тоннелях из-за малых вертикальных размеров

Контактный рельс — жёсткий контактный провод, предназначенный для осуществления скользящего контакта с токоприёмником подвижного состава (электровоза, моторного вагона).

Изготавливается из мягкой стали, форма и поперечные размеры схожи с формой и размерами обычных рельсов. Рельс крепится при помощи изоляторов к кронштейнам, которые в свою очередь монтируются на шпалы ходовых рельсов.

### Секционирование контактной сети

Для обеспечения возможности питания контактной сети от нескольких тяговых подстанций, а также для ремонта отдельных участков без отключения всей контактной сети, применяется секционирование контактной сети. При этом, контактная сеть разбивается на участки, — т. н. секции. Каждая секция запитывается отдельным фидером от тяговой подстанции. В случае неисправности на тяговой подстанции (или

повреждения фидера) обычно есть возможность запитать секцию от другой тяговой подстанции. Таким образом, секционирование повышает надёжность контактной сети, обеспечивая бесперебойную подачу электроэнергии.

### Изолирование секций

Для обеспечения надёжной изоляции секций и предотвращения образования дуги, которая может нарушить изоляцию между секциями при прохождении токосъёмников из одной секции в другую используются секционные изоляторы.

### Развитие инфраструктуры связи железнодорожного транспорта

Сеть технологической связи ОАО «РЖД» предназначена для управления всеми сферами деятельности компании: перевозочным процессом, сбытом транспортных услуг, содержанием и ремонтом инфраструктуры и подвижного состава, финансовыми ресурсами, материально-техническим обеспечением и др. В настоящее время хозяйство связи в целом справляется с обеспечением технологических процессов РЖД телекоммуникационными ресурсами.

К основным стратегическим задачам хозяйства связи следует отнести полное удовлетворение потребности отрасли в телекоммуникационных ресурсах, формирование единой управляемой телекоммуникационной среды для системы управления перевозочным и другими технологическими процессами, совершенствование системы управления хозяйством. Высокий уровень технической эксплуатации средств связи должен обеспечить их бесперебойное функционирование и необходимое качество предоставляемых услуг. На основе внедрения современных информационных и телекоммуникационных средств и технологий должны быть достигнуты требуемые показатели надёжности и готовности сетей технологической связи. Среди наиболее важных задач

хозяйства – повышение уровня сервисного обслуживания клиентов железнодорожного транспорта и конкурентоспособности предоставляемых услуг связи на рынке телекоммуникаций и транспортных услуг, а также достижение финансовой прозрачности хозяйственной деятельности.

Организационная структура сети связи соответствует инфраструктуре системы управления ОАО «РЖД». В ее состав входят: на уровне ОАО «РЖД» – центральная станция связи (ЦСС), подчиняющаяся департаменту связи и вычислительной техники; на уровне железных дорог – дорожные дирекции связи и региональные центры, подчиняющиеся административно – железным дорогам – филиалам ОАО «РЖД», в части реализации технической политики – департаменту связи и вычислительной техники..

По уровням иерархии сеть связи ОАО «РЖД» подразделяется на магистральную и сети связи технологического сегмента. По функциональному назначению – на первичные сети, осуществляющие передачу информации, и вторичные, обеспечивающие специализированные виды услуг, предоставляемых пользователям (сети общетехнологической связи – ОБТС, оперативно-технологической связи – ОТС, сети передачи данных – СПД и др.). Общая структура технологической сети связи ОАО «РЖД» приведена на рис. 1.

По протяженности волоконно-оптических кабелей сеть ОАО «РЖД» занимает второе место среди всех сетей ЕСЭ России, уступая только холдингу «Связьинвест». Однако при этом имеется более 20 тыс. км воздушных линий, что составляет 9% общей протяженности сети; из них более 13 тыс. км не дублировано кабельными линиями. Действует более 84 тыс. км линий кабелей с медными жилами, что составляет 48% общей протяженности сети. Еще используются аналоговые радиорелейные линии на 7 тыс. км (4% протяженности сети).

Таким образом, около 65% сети приходится на малоэффективные линии, находящиеся в эксплуатации несколько десятков лет, подверженные различным внешним влияниям, оснащенные устаревшей аналоговой техникой со слабо развитыми системами контроля и управления. Значительная часть всех линий (45%) нуждается в реконструкции. Требуют полной замены все воздушные линии, аналоговые РРЛ и 30% однокабельных линий (более 40 лет эксплуатации).

Линии с волоконно-оптическим кабелем оснащены системами передачи синхронной цифровой иерархии (SDH), на отдельных оптических линиях используется технология спектрального уплотнения (WDM).

Общая протяженность цифровой части сети ОТС составляет 49 тыс. км. Что касается ОБТС, то ее цифровая часть содержит более 350 тыс. портов. Работает 12,1 тыс. номеров цифровых телеграфных станций.

Доля цифровой техники на вторичных сетях не превышает 32%.

Проведенный технический аудит и анализ полученных результатов дали информационную базу для выработки предложений по развитию хозяйства связи на период до 2030 г. На предыдущих этапах развития хозяйства связи зачастую были реализованы неудачные или неоптимальные решения. В результате мы имеем низкий уровень унификации из-за использования разнотипного оборудования. Прежде всего, это относится к первичной сети связи дорожного уровня и к вторичным сетям оперативно-технологической связи.

Наличие отдельных (выделенных), как правило, не связанных между собой вторичных сетей, в частности ОБТС, ОТС и др., не позволяет использовать ресурсы одной сети в интересах другой. Применение специализированной аппаратуры связи, разработанной специально и исключительно для железнодорожного транспорта, обуславливает монополизм поставщика оборудования. В существующих сетях невозможна полная реализация ряда систем сетевой поддержки, таких как

системы синхронизации и управления сетями связи. Все это существенно усложняет процесс эксплуатации и увеличивает расходы на нее.

Первый этап структурной реформы хозяйства связи ОАО «РЖД» позволил решить ряд проблем и сформировать направления дальнейшего развития. В частности, проведена унификация оборудования, применяемого при строительстве и модернизации технологической связи, ведется интеграция отдельных вторичных сетей в единую сеть технологической связи. Удалось ликвидировать монополизм поставщика оборудования связи, реализуются системы сетевой поддержки (системы синхронизации и управления сетями связи), создана технологическая вертикаль управления хозяйством связи.

Мировой опыт показывает, что в настоящее время основным инструментом создания современной системы управления железнодорожным транспортом является использование цифровых систем связи.

Одна из важнейших задач – определение направлений поэтапного развития хозяйства связи с выделением приоритетов, выбором номенклатуры технических средств и путей достижения планируемых результатов.

Весь комплекс вопросов, связанных с перспективами дальнейшего развития хозяйства связи, можно разделить на техническое реформирование и реформирование организационной и управленческой структур.

Модернизация и дальнейшее развитие технологической сети связи ОАО «РЖД» пойдут по пути планомерной замены воздушных линий и линий металлического кабеля оптическими линиями связи, а также полной цифровизации технологической сети связи. Из эксплуатации будет выведено оборудование с истекшим сроком амортизации. Предстоит заменить и существующее цифровое оборудование, которое к настоящему

времени морально устарело или не отвечает требованиям международных и отечественных стандартов. Необходимо ликвидировать аналоговый сегмент сети, провести модернизацию существующей цифровой сети, продолжить развитие за счет использования перспективных телекоммуникационных технологий.

Развитие магистральной цифровой сети связи (МЦСС) необходимо прежде всего на участках, обеспечивающих транспортные (в том числе международные) коридоры для перевозки пассажиров и грузов. Выполненные расчеты показали, что к концу 2007 г. для основных транспортных коридоров «Запад – Восток», «Север – Юг» в технологическом сегменте сети связи ОАО «РЖД» должна быть реализована пропускная способность сети на уровне не менее STM-1 (155 Мбит/с).

В период 2006 – 2010 гг. и до 2030 г. развивать магистральную сеть на основе оборудования систем передачи на уровне STM-1 (155 Мбит/с) нецелесообразно. Этот уровень ограничивает перспективы развития информационных технологий периодом до 2007 г., а по стоимости незначительно отличается от систем передачи СЦИ (SDH) уровня STM-4. Развитие и модернизацию МЦСС необходимо проводить по следующим ключевым направлениям.

Необходимо внедрять на всей сети МЦСС масштабируемые системы передачи СЦИ (SDH) уровня не ниже STM-4/16/64. В результате такой модернизации на ближайшую перспективу (7 – 10 лет) будет обеспечена необходимая канальная емкость не только для МЦСС, но и для сетей связи технолог

Хозяйство электрификации и энергетики

Основным линейным подразделением хозяйства электрификации и энергетики на железнодорожном транспорте является дистанция электроснабжения (участок энергоснабжения), представляющая собой административно-хозяйственное подразделение железной дороги, осуществляющее через свои сети и подстанции электроснабжение всех железнодорожных потребителей электроэнергии (шифр ЭЧ). На участок энергоснабжения возложено содержание в исправном состоянии и ремонт устройств электрификации и энергетического хозяйства, обеспечивающих бесперебойную работу и безопасность движения поездов. Один участок энергоснабжения обслуживает 200—300 км электрифицированных линий. Основными производственными подразделениями участка энергоснабжения являются районы контактной сети, тяговые подстанции, районы электроснабжения, ремонтно-ревизионный участок, энергодиспетчерская группа, лаборатории, мастерские, базы по обслуживанию и ремонту автомобильной и моторельсовой техники, складское хозяйство и др.

Район контактной сети (ЭЧК) обеспечивает техническое обслуживание и ремонт контактной сети, фидерных линий, линий продольного электроснабжения, а также воздушных линий автоматической блокировки. Эксплуатационная длина электрифицированной линии, обслуживаемой одним ЭЧК, составляет 25—50 км. На территории дежурного пункта находятся помещения для персонала, мастерские, гаражи для автотрицикла и автолетучки и др. Район электроснабжения предназначен для обслуживания понизительных электроподстанций, электрических сетей до ввода к потребителям электроэнергии (пункты технического обслуживания, стрелочные посты, депо, устройства СЦБ и связи и др.). Район электроснабжения обеспечивает содержание оборудования и электрических сетей в соответствии с действующими правилами и нормами, проводит профилактические ревизионные и



ремонтные работы, испытания электрооборудования, капитальный ремонт электрических сетей, замену устаревшего или вышедшего из строя оборудования. Работники района электроснабжения в пределах закрепленной за ними зоны осуществляют эксплуатационное и техническое обслуживание установок наружного освещения станционных путей железнодорожного узла, контролируют расход и оплату электроэнергии потребителями и т.д., а также выполняют по договорам ряд специальных работ в электроустановках потребителей. В состав района электроснабжения входят мастерские, оснащенные специальным оборудованием, центральные распределительные подстанции. На крупных узлах и станциях, как правило, имеются центральные распределительные пункты района электроснабжения, на которых организовано круглосуточное дежурство электротехнического персонала. В аварийных ситуациях в районах электроснабжения создаются аварийно-восстановительные бригады по заранее разработанной схеме оповещения.

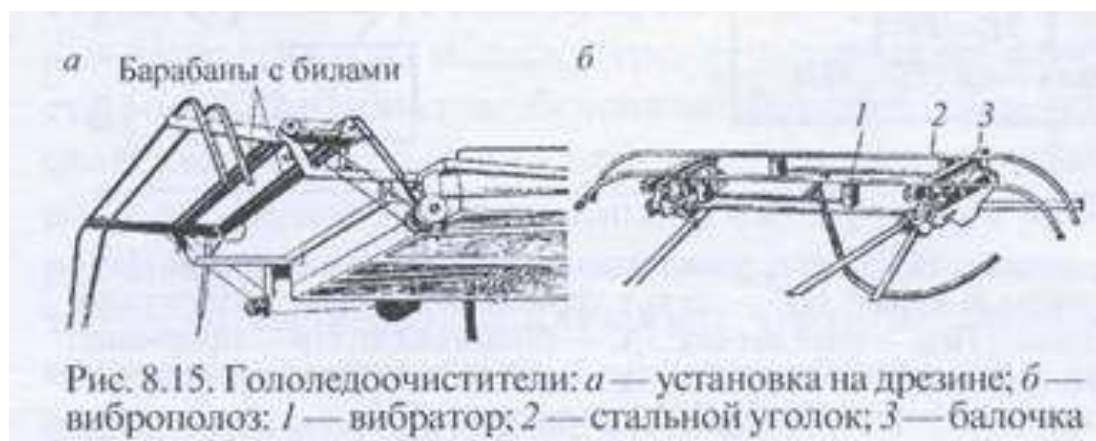
Ремонтно-ревизионный участок выполняет плановые профилактические ревизионные, испытательные и наладочные работы устройств и оборудования тяговых подстанций, постов секционирования и пунктов параллельного соединения контактной сети. В распоряжении специализированных групп по ремонту и наладке преобразовательной техники, релейной защиты, устройств автоматики и телемеханики, проверке, ремонту, регулировке приборов учета расхода электроэнергии и т.п., находятся лаборатории, специальные приборы и аппаратура. Специалисты участка осуществляют монтаж и наладку вновь устанавливаемого, а также поврежденного оборудования. На участке производится испытание электротехнических индивидуальных средств защиты и высоковольтных приспособлений.

Для обеспечения надежного токосъема в зимнее время ведется борьба со льдом, образующимся на контактных проводах. Мерами,

обеспечивающими удаление льда, служит нагревание контактных проводов подачей больших токов, а также механические способы — с помощью гололедоочистителей (рис. 8.15), скребков и др.

Рис.1.

Гололедоочистителей



#### Система технического обслуживания устройств электроснабжения

Железная дорога как потребитель I категории требует бесперебойного электроснабжения тяги поездов, устройств СЦБ (сигнализация, централизация и блокировка) и других железнодорожных устройств. Составной частью хозяйства железнодорожного транспорта являются многочисленные устройства электрификации и энергетики. Они и осуществляют бесперебойную подачу электроэнергии в контактную сеть к устройствам СЦБ и другим потребителям железных дорог.

К устройствам электроснабжения электрифицированных железных дорог относятся:

- тяговые и понижающие трансформаторные подстанции, распределительные и питающие пункты электрической энергии;
- контактная сеть, посты секционирования и пункты параллельного соединения контактной сети;

- линии электропередачи, в том числе продольные, т.е. расположенные вдоль железной дороги, предназначенные для электроснабжения устройств СЦБ и других потребителей;
- воздушные и кабельные электрические распределительные сети;
- наружное освещение железнодорожных станций, остановочных пунктов, переездов и других объектов;
- системы телемеханики устройств электроснабжения.

**Рис.2.** Организационная структура управления хозяйством электроснабжения



Руководит хозяйством электрификации и энергохозяйства в ОАО «Российские железные дороги» Департамент электрификации и электроснабжения (ЦЭ), в управлениях дорог (филиалах ОАО «РЖД») — службы электроснабжения (Э). В отделениях железных дорог (структурных подразделениях филиалов ОАО «РЖД»), имеющих две и

более дистанции электроснабжения, — отделы электроснабжения (НОДЭ) (рис. 1).

Департамент электрификации и электроснабжения отвечает за:

- разработку и организацию выполнения планов развития электрификации и энергетического хозяйства железных дорог в общей увязке с техническим прогрессом народного хозяйства, планами развития железнодорожного транспорта и энергетической базы России;
- осуществление контроля за ходом и качеством строительства сооружений, необходимых для перевода на электрическую тягу железных дорог, развития их энергетической базы, а также обеспечение приемки в эксплуатацию готовых объектов;
- обеспечение безопасной для движения поездов, надежной и экономичной эксплуатации всех устройств электроснабжения, технического обслуживания и ремонта, проведение работ по повышению их надежности и усилению для бесперебойного электроснабжения тяги поездов и других потребителей электроэнергии на железнодорожном транспорте;
- организацию работы по нормированию расхода и экономии электроэнергии в железнодорожном хозяйстве;
- разработку прогрессивных норм расхода материалов;
- разработку и осуществление мероприятий по снижению эксплуатационных расходов на содержание устройств электроснабжения электрифицированных линий и энергетического хозяйства дорог и повышению производительности труда;
- обеспечение охраны труда, контроль соблюдения правил техники электробезопасности;
- оперативно-техническое руководство службами электроснабжения железных дорог.

В решении этих задач участвуют проектно-конструкторские бюро, нормативно-исследовательские станции и заводы. Продукция заводов (аппаратура, механизмы, приспособления и запасные части), изготовленная по номенклатуре, утверждаемой Департаментом электрификации и электроснабжения, поставляется на все железные дороги.

Службы электроснабжения, которые входят в управления железных дорог, обеспечивают техническое руководство дистанциями электроснабжения. Их основная задача—разработка мероприятий по совершенствованию и реконструкции действующих устройств электроснабжения, внедрению более совершенных технологий обслуживания и ремонта устройств электроснабжения с максимальной безопасностью для обслуживающего и ремонтного персонала, составлению планов реконструкции устройств электроснабжения. Служба электроснабжения работает в тесном контакте с энергосистемой, что способствует решению главной задачи: бесперебойной подачи достаточного количества электроэнергии высокого качества для всех потребителей электроэнергии железной дороги.

Кроме того, под руководством службы электроснабжения работает энергодиспетчерская группа, которая осуществляет оперативное руководство хозяйством электрификации и энергетики, а также электротехническая лаборатория и электромеханические мастерские. Одной из основных задач дорожной электротехнической лаборатории является выявление слабых мест и узлов эксплуатируемого оборудования и разработка схем, устройств и мероприятий, обеспечивающих повышение надежности и экономичности работы оборудования тяговых подстанций, постов секционирования, контактной сети и энергетического хозяйства. Для этого ведется тщательный анализ работы эксплуатируемого оборудования. В случае появления систематических

однотипных неисправностей или отказов оборудования расследуют причины ненормальной работы и в необходимых случаях проводят комплекс специальных испытаний. На основе анализа, изучения литературных источников и испытаний разрабатываются необходимые схемы, устройства и намечаются мероприятия технического или организационного характера, обеспечивающие предупреждение или исключение таких неисправностей при последующей эксплуатации оборудования.

При испытании нового оборудования сотрудники лаборатории совместно с эксплуатационным персоналом дистанции электроснабжения и авторами разработки производят наладку и специальные испытания для оценки его технико-экономических показателей. Кроме того, они обобщают результаты опытной эксплуатации, разрабатывают для обслуживающего персонала инструкции и правила содержания. Большое место в работах лаборатории занимают организация и выполнение наладочных работ на вновь вводимых тяговых подстанциях, наладка устройств автоматики, телемеханики и защиты, а также выполнение эксплуатационных проверок устройств защиты линий электропередачи, смонтированных на тяговых подстанциях.

Лаборатории предназначены для решения задач, связанных с внедрением научных достижений в хозяйстве электрификации и энергетики железных дорог. Сотрудники лабораторий должны разрабатывать технические мероприятия, направленные на совершенствование методов обслуживания устройств энергоснабжения на основе научной организации труда и внедрения передового опыта новаторов производства, проводить исследования, связанные с дальнейшим улучшением использования технических средств и оборудования, практически налаживать и осваивать новую технику,

разрабатывать устройства для механизации и автоматизации наиболее трудоемких технологических процессов.

Учитывая особенности работы, лаборатории оснащают не только аппаратурой, необходимой для проведения профилактических и приемосдаточных испытаний, но и специальной аппаратурой для проведения высоковольтных и специальных испытаний, в том числе испытательными вагонами-лабораториями.

В последнее время ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО» разработало и выпустило вагон—электротехническую лабораторию ВЭТЛ-ЦЭ, предназначенную для проведения автоматизированных обследований состояния оборудования тяговых подстанций и других объектов тягового электроснабжения электрифицированных железных дорог с целью установления необходимости и объема ремонта при выработке оборудованием назначенного ресурса или обнаружении дефектов. Персонал лаборатории выполняет работы повышенной сложности в пределах всей дороги.

Дорожные электромеханические мастерские (ЭМАСТ) являются линейным предприятием железной дороги. Они предназначены для ремонта трансформаторов и электрических машин, электротехнического оборудования; изготовления нестандартных приборов и инструментов для ремонта электротехнического оборудования; изготовления и ремонта различных конструкций, приспособлений и защитных средств, применяемых при эксплуатации электрических сетей и электротехнического оборудования; разработки и внедрения средств механизации труда на предприятиях службы. Здесь же обычно создается центральная база масляного хозяйства, обеспечивающая потребность в свежем трансформаторном масле, а также регенерации отработанного масла.

Мастерские подчиняются непосредственно управлению железной дороги. Многие мастерские обеспечивают продукцией не только свою дорогу, но и предлагают ее сети дорог.

В соответствии с типовым Положением о дорожных электромеханических мастерских они содержатся за счет средств дороги по плану подсобно-вспомогательной деятельности. Для повышения производительности труда и снижения себестоимости ремонтных работ и выпускаемой продукции, создаются крупные электромеханические мастерские с хорошо развитой индустриальной базой.

Дистанции электроснабжения (ЭЧ), непосредственно занимающиеся обслуживанием и ремонтом устройств электроснабжения, входят в состав отделений дороги, которые осуществляют административное, хозяйственное и оперативное руководство всеми подведомственными предприятиями и подразделениями.

Работы, связанные с капитальным ремонтом, реконструкцией и усилением устройств электроснабжения — это одна из сторон деятельности электромонтажных поездов (ЭМП). Кроме этого ЭМП занимаются электрификацией отдельных путей и парков при развитии станций, электрификацией участков железных дорог и т.п.

Такова структура хозяйства электрификации и электроснабжения ОАО «Российские железные дороги». Эксплуатационная длина электрифицированных линий составила 42,6 тыс. км. На электрифицированные железнодорожные перевозки затрачивается 5,8 % электроэнергии, потребляемой всеми электропотребителями России.

В состав железных дорог России входят 166 дистанций электроснабжения, включающих в себя 1385 тяговых подстанций, 984 района контактной сети, около 450 районов электроснабжения и 328 энергодиспетчерских круга.

26 мая 1944 г. постановлением Государственного комитета обороны в



составе НКПС (Народного комиссариата путей сообщения) было образовано Управление электрификации железных дорог, на которое возложено руководство работами по электрификации линий и эксплуатации устройств электроснабжения и электроподвижного состава. Уже в 1945 г. в составе МПС создается самостоятельный Центральный энергетический отдел, а в 1952 г. на его базе организовано Главное управление энергетического хозяйства—Главтрансэнерго.

Увеличение объемов работ по созданию и эксплуатации мощного парка электроподвижного состава (ЭПС) привело в 1953 г. к передаче его эксплуатации Главному управлению локомотивного хозяйства, а руководством электрификацией и электрохозяйством стало заниматься созданное Главное управление электрификации и энергетического хозяйства (ЦЭ МПС). В последующие годы ЦЭ было переименовано в Главное управление электрификации и электроснабжения (1988 г.), затем, в 1998 г., — в Департамент электрификации и электроснабжения МПС РФ, а в 2003 г. — в Департамент электрификации и электроснабжения ОАО «Российские железные дороги». Дистанция электроснабжения обеспечивает техническое и хозяйственное обслуживание тяговых подстанций и контактной сети электрифицированных железных дорог, некоторых электрических станций и понижающих трансформаторных подстанций, наружных электрических сетей, предназначенных для питания устройств СЦБ, линий продольного электроснабжения (до ввода в здание), электросетей наружного освещения, включая светильники и прожекторное освещение.

Дистанцию электроснабжения можно отнести к сложным системам, состоящим из организационно-экономической и технической систем управления и получившим в последнее время название интегрированных. Сложность такой системы определяется как наличием одновременно функций управления, характерных для организационных систем, и

функций управления технологическим процессом, так и спецификой технологических процессов. Она наделяется основными и оборотными средствами; организует производственно-хозяйственную деятельность в соответствии с планом, утвержденным на основании хозяйственного расчета; имеет свою законченную отчетность. В финансовой и хозяйственной деятельности дистанция электроснабжения подчинена отделению дороги.

Все 166 дистанций электроснабжения располагаются обычно в границах отделения дороги. Среднеэксплуатационная длина электрифицированного участка в пределах одного ЭЧ — 250 км, но в связи с укрупнением дистанций электроснабжения может быть и больше.

Для обеспечения нормальной эксплуатации всех устройств электроснабжения на ЭЧ созданы основные, вспомогательные и линейные подразделения. К основным относятся: тяговые подстанции (ЭЧЭ), районы контактной сети (ЭЧК), районы электроснабжения (ЭЧС), энергодиспетчерская группа (ЭЧЦ); к вспомогательным — ремонтноревизионный участок (РРУ), механические мастерские (ЭЧМ), складское хозяйство.

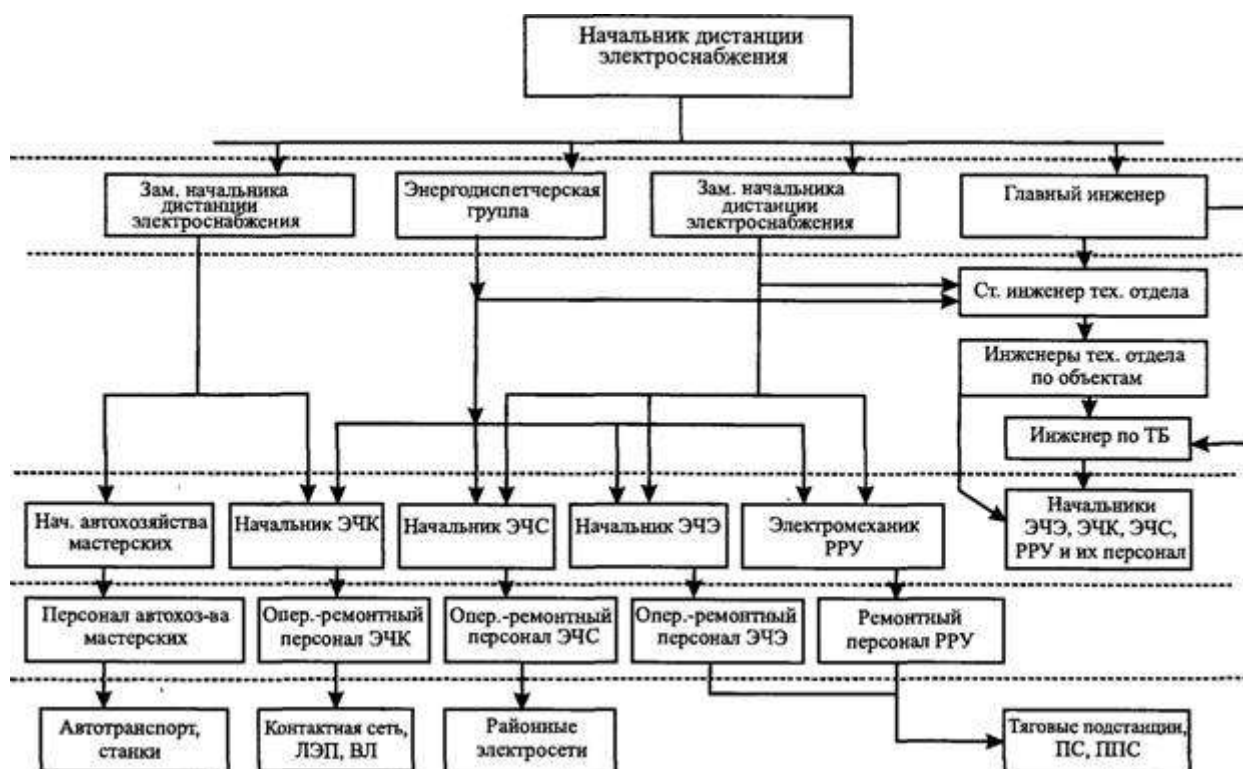
Основной технологический процесс дистанции электроснабжения заключается в переработке электроэнергии, получаемой от системы внешнего электроснабжения, и передаче ее потребителям, участвующим в процессе перевозки. Надежность функционирования устройств электроснабжения обеспечивается проведением технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов. Этот процесс выполняется персоналом, обслуживающим соответствующие устройства при оперативном управлении, осуществляемом энергодиспетчером.

Общее функционирование дистанции электроснабжения и взаимная координация рассмотренных выше процессов обеспечиваются административным управлением в соответствии с техническими и

экономическими требованиями, предъявленными к работе дистанции в целом. Административное управление заключается в приеме, хранении, переработке и передаче информации, а также в принятии решений на основе поступившей и хранящейся информации.

Таким образом, функционирование дистанции электроснабжения может быть сведено к четырем основным процессам: электроснабжение, производство планово-предупредительных ремонтов, оперативное и административное управление. Два первых относятся к технологическим процессам, два последних — к информационным. Структура управления дистанцией электроснабжения, представленная на рис. 2, является в некоторой степени обобщенной. Анализ структуры управления различных дистанций электроснабжения показал, что в целом они различаются незначительно: это обусловлено их спецификой, протяженностью и контингентом работающих. Однако распределение обязанностей и функций между звеньями управления различается на разных ЭЧ значительно и зависит от многих факторов, в том числе и от традиционных. Поэтому можно сказать, что структура, приведенная на рис. 3, соответствует одному из возможных вариантов распределения функций управления.

**Рис.3.** Структура дистанции электроснабжения



Начальник ЭЧ несет ответственность за выполнение установленных финансовых и производственных заданий, а также за соблюдение действующего законодательства и указаний Департамента электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД», управления железной дороги.

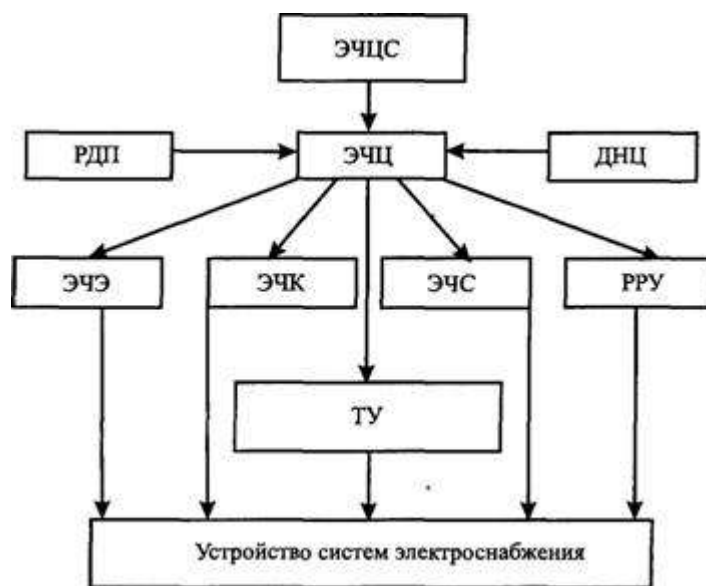
Непосредственно начальнику дистанции электроснабжения подчиняются два заместителя, главный инженер и энергодиспетчерская группа, а также старший экономист, исполняющий одновременно функции бухгалтера, и инспектор по кадрам. Каждый заместитель управляет, как правило, группой однородных подразделений и обеспечивает организацию эксплуатации устройств электроснабжения. Им непосредственно подчиняются начальники соответствующих подразделений: районов контактной сети, тяговых подстанций, районов электроснабжения, ремонтно-реvisionsного участка, автохозяйства и мастерских, а также инженеры технического отдела, обеспечивающие техническое управление ЭЧ.

Главный инженер непосредственно занимается организацией капитального ремонта и строительства, а также обеспечивает выполнение требований техники безопасности при производстве работ всеми подразделениями ЭЧ. Главному инженеру подчиняются инженер по охране труда и старший инженер технического отдела.

Энергодиспетчерская группа, возглавляемая старшим энергодиспетчером (ЭЧЦС), осуществляет оперативное управление технологическими процессами электроснабжения и производством планово-предупредительных ремонтов. Ей оперативно подчинены начальники всех подразделений ЭЧК, ЭЧЭ, ЭЧС, РРУ (рис. 3). Энергодиспетчерская группа размещается на энергодиспетчерском пункте, который согласно существующей структурной схеме управления хозяйством электроснабжения находится территориально в пределах ЭЧ, отделения дороги, а также в составе единых диспетчерских центров (ЕДЦУ) при управлении дороги.

Энерго диспетчерская система руководства необходима для организации обеспечения надежного электроснабжения электрической энергией электроподвижного состава, устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), связи и вычислительной техники, остальных потребителей железнодорожного транспорта; организации управления восстановлением при нарушении нормальной работы устройств электроснабжения, организации безопасных условий производства работ в устройствах электроснабжения. Отдельный диспетчерский круг обслуживает электрифицированный участок протяженностью 120—200 км.

**Рис. 4.** Структура оперативного управления эксплуатацией устройств электроснабжения в ЭЧ



Энергодиспетчер в период дежурства является единоличным оперативным руководителем и несет полную ответственность за осуществляемое им управление дистанцией электроснабжения. В его ведении находятся все устройства электроснабжения, обслуживаемые ЭЧ; в оперативном подчинении энергодиспетчера (ЭЧЦ) находится весь оперативный и оперативно-ремонтный персонал, обслуживающий устройства электрификации и энергетики, а также персонал, выполняющий строительные, монтажные, ремонтные и наладочные работы в этих устройствах, и моторно-рельсовый транспорт. Энергодиспетчер имеет селекторную связь с линейным оперативным и оперативно-ремонтным персоналом, а также прямую телефонную связь с поездным диспетчером и диспетчерским персоналом энергосистемы (РДП). Приказы энергодиспетчера или его распоряжения может отменить только старший энергодиспетчер дистанции электроснабжения железной

дороги или начальник дистанции электроснабжения с записью в оперативном журнале энергодиспетчера (форма ЭУ-82).

На должность энергодиспетчера могут назначаться лица, имеющие высшее или среднее профессиональное образование. Практический опыт работы по обслуживанию устройств электроснабжения должен быть не менее одного года для ЭЧЦ, имеющего высшее образование, и 3 года— для имеющего среднее профессиональное образование.

Энергодиспетчер должен иметь V квалификационную группу по электробезопасности. Его допускают к самостоятельным дежурствам только после ознакомления с персоналом линейных подразделений дистанции электроснабжения, устройствами электроснабжения, аварийно-восстановительными средствами, нормативными актами, оперативно-технической документацией, схемами питания и секционирования контактной сети, электроснабжения устройств СЦБ, схемами тяговых подстанций, энергетики, а также после прохождения производственного обучения (стажировки) на рабочем месте (энергодиспетчерском пункте). К стажировке энергодиспетчер допускается по распоряжению руководителя дистанции электроснабжения. В распоряжении указываются срок стажировки и фамилия работника, за которым закрепляется обучаемый. Обучение в период стажировки производится по утвержденной руководителем дистанции электроснабжения программе. По окончании стажировки ЭЧЦ проходит проверку знаний в соответствующей комиссии и допускается распоряжением ЭЧ к дублированию (от 2 до 12 смен) под руководством опытного энергодиспетчера. По окончании дублирования распоряжением по ЭЧ энергодиспетчер допускается к самостоятельной работе. При перерыве в работе более трех месяцев энергодиспетчер должен пройти внеочередную проверку знаний, а более одного года— дополнительно производственное обучение на рабочем месте.

В связи с тем, что энергодиспетчер является допускающим при выполнении работ на контактной сети, воздушных линиях продольной автоблокировки и на оборудовании тяговых и трансформаторных подстанций, находящихся в его оперативном управлении, он обязан не реже одного раза в два года бывать во всех линейных подразделениях дистанции электроснабжения в пределах диспетчерского круга и не реже одного раза в три года—в линейных подразделениях остальных кругов энергодиспетчерского пункта.

Основные обязанности энергодиспетчера и старшего энергодиспетчера изложены в Инструкции энергодиспетчера. Энергодиспетчер обязан обеспечивать нормальную работу и организацию технического обслуживания и ремонта устройств электроснабжения, организовывать устранение нарушений нормальной работы устройств электроснабжения, принимать заявки на производство работ от руководителя работ или дежурных линейных подразделений дистанции электроснабжения и обеспечивать выполнение по ним работ, кроме того, обеспечивать выполнение плановых работ. Одним из главных критериев работы энергодиспетчера является обеспечение выполнения работ по заявкам линейных подразделений дистанции электроснабжения и предоставлении технологических «окон» для проведения ремонтных работ. При невозможности выполнения заявок энергодиспетчер сообщает об этом руководителю линейного подразделения и согласовывает новую дату.

Особое место в работе энергодиспетчера занимают его действия при нарушении нормальной работы устройств электроснабжения. При получении сообщения о нарушении энергодиспетчер выясняет место, характер, объем и особенности повреждения, принимает меры к отключению поврежденного участка, выдаче необходимых запрещений или предупреждений для движения поездов, организует сбор, выезд



работников и аварийно-восстановительных средств дистанции электроснабжения, определяет очередность восстановления нормальной работы устройств электроснабжения.

При повреждениях, нарушающих движение поездов, энергодиспетчер совместно с поездным диспетчером устанавливает наиболее рациональный порядок пропуска поездов, а при необходимости закрывает для движения поездов отдельные перегоны, станции или пути станции.

В зависимости от объема повреждения устройств энергоснабжения энергодиспетчер направляет восстановительные автомотрисы, дрезины и автолетучки с бригадами или организует проезд персонала с попутными поездами, дает поездному диспетчеру заявку и следит за своевременным отправлением восстановительных средств дистанции электроснабжения, а в случае необходимости—восстановительного поезда. При необходимости совместно с дежурным по отделению железной дороги сообщает диспетчеру дистанции сигнализации и связи об организации телефонной связи на месте повреждения для связи руководителя восстановительных работ с поездным диспетчером и энергодиспетчером.

Энергодиспетчер постоянно поддерживает связь с руководителем работ восстановительной бригады и принимает меры к ускорению восстановительных работ, открытию движения поездов. По требованию руководителя работ энергодиспетчер направляет дополнительные восстановительные средства и бригады с других подразделений дистанции электроснабжения, а при значительных объемах повреждений дает заявку энергодиспетчеру службы электроснабжения железной дороги на привлечение к восстановительным работам персонала и техники других дистанций электроснабжения железной дороги и при необходимости дает заявку дежурному по отделению железной дороги на привлечение к

восстановительным работам восстановительных поездов, а также на установку телефонной связи с местом работ.

В случае повреждения питающих линий электропередачи (падение воздушного перехода на контактную сеть или провода автоблокировки, продольного электроснабжения) и нарушения нормального электроснабжения со стороны энергосистемы, влияющих на движение поездов, энергодиспетчер должен:

- установить связь с диспетчером энергосистемы;
- принять меры по обнаружению места и характера повреждений;
- согласовать с диспетчером энергосистемы совместный план действий по проведению восстановительных работ и подаче напряжения;
- привлечь для оказания необходимой помощи и выполнения восстановительных работ персонал и аварийно-восстановительные средства дистанции электроснабжения;
- дать заявку поезвному диспетчеру (при необходимости выезда восстановительной бригады энергосистемы железнодорожным транспортом) о выдаче приказа дежурным по станциям на посадку бригады в проходящий поезд и остановку этого поезда для ее высадки;
- регистрировать случаи снятия напряжения на стороне внешнего электроснабжения и сообщать о понижении или повышении уровня напряжения в устройствах электроснабжения.

Не менее важны действия ЭЧЦ как допускающего: связь с прибывшим на место работником, имеющим право быть производителем работ, получение от него аварийной заявки на работу, выполнение необходимых переключений и выдача ему приказа на работу. Если повреждение не приводит к остановке поездов и угрозе жизни людей, то ликвидацию повреждения следует выполнять по наряду.

При аварийных отключениях электроснабжения контактной сети, СЦБ и невозможности подачи напряжения энергодиспетчер должен

немедленно уведомить об этом поездного диспетчера, а при отключении электроснабжения автоблокировки—диспетчера дистанции сигнализации и связи.

Общее руководство работой смены дежурных энергодиспетчеров, составление графиков дежурств и выездов энергодиспетчеров на линейные объекты энергодиспетчерского пункта осуществляет старший энергодиспетчер. Кроме того, он согласовывает графики производства работ на всех линейных подразделениях дистанции электроснабжения; графики выделения «окон», обеспечивает энергодиспетчерский пункт необходимой оперативно-технической документацией, проводит инструктажи всех энергодиспетчеров об изменении схем питания и секционирования контактной сети, линий электроснабжения СЦБ и продольного электроснабжения. Обо всех изменениях в схемах питания и секционирования он сообщает причастным работникам линейных подразделений и руководству дистанции электроснабжения. Достоверность схем он заверяет своей подписью ежегодно (по состоянию на 1 января). Как правило, на каждом диспетчерском круге посменно работают по 12 часов четыре энергодиспетчера.

Оперативные переключения, связанные с изменением схем внешнего электроснабжения, схем питания и секционирования контактной сети и электроснабжения устройств СЦБ, должны оформляться приказами и уведомлениями с записью в оперативном журнале формы ЭУ-82. Предварительно приказом начальника дистанции электроснабжения должен быть установлен перечень оборудования, находящегося в оперативном управлении и ведении энергодиспетчера, переключение которого оформляется записью в оперативном журнале. Оперативные переключения оборудования тяговых подстанций, находящихся в оперативном управлении диспетчера энергосистемы, производятся по

приказу энергодиспетчера, согласованному с диспетчером энергосистемы, или по его указанию.

В аварийных случаях (угроза безопасности людей, безопасности движения поездов) или при отсутствии всех видов связи разрешается отключение оперативным персоналом разъединителей, переключателей и выключателей без приказа энергодиспетчера, но с последующим его уведомлением. Включение во всех случаях должно осуществляться по приказу энергодиспетчера.

При переключениях по телеуправлению энергодиспетчер обязан: записать в оперативном журнале задание на переключение, проверить по показаниям контрольных приборов на щите управления исходное положение выключателя или разъединителя, произвести переключение и убедиться в этом по показаниям контрольных приборов, сделать запись в оперативном журнале о времени переключения.

Работа в устройствах электроснабжения производится: по приказу энергодиспетчера с оформлением в оперативном журнале и указанием номера приказа, фамилии руководителя работ, номера наряда, места работы —когда энергодиспетчер выполняет или контролирует переключения, необходимые для обеспечения безопасности производства работ; с уведомлением (разрешением) энергодиспетчера о месте и характере работ с записью в суточной ведомости работы по энергодиспетчерскому пункту (форма ЭУ-89) — в остальных случаях.

Переданный энергодиспетчером приказ на переключение разъединителей, выключателей или производство работ должен быть дословно повторен принявшим его лицом. Энергодиспетчер, убедившись в правильности восприятия приказа, утверждает его словом «Утверждаю», называет присвоенный им номер приказа, указывает время утверждения и свою фамилию, после чего приказ вступает в силу. При получении уведомления о производстве переключений или об окончании работы

энергодиспетчер обязан убедиться, соответствует ли оно приказу, и только после этого он присваивает номер уведомлению, называет этот номер и время получения уведомления. Давший уведомление повторяет номер и время, названные энергодиспетчером.

При выполнении работ, связанных с отключением контактной сети или устройств СЦБ на станциях или на станциях и прилегающих перегонах, снятие напряжения и оформление работ производятся:

- на участках, где имеются дежурные по станциям, энергодиспетчер выдает приказы на снятие напряжения и на работу только после получения уведомления от руководителя работ о разрешении дежурного по станции с указанием времени и росписи в «Журнале осмотра путей, стрелочных переводов, устройств СЦБ, связи и контактной сети»;

- на участках с диспетчерской централизацией (при дежурных по станции) энергодиспетчер выдает приказы на снятие напряжения и на работу только после получения разрешения от поездного диспетчера с записью в «Журнале диспетчерских распоряжений» формы ДУ-58.

Ремонтно-ревизионный участок (РРУ) предназначен для выполнения капитального и текущего ремонтов, профилактических испытаний оборудования тяговых подстанций, постов секционирования, пунктов параллельного соединения (ППС), пунктов группировки, автотрансформаторных пунктов питания (АПП), трансформаторных подстанций (ТП), энергодиспетчерской связи, кабельного хозяйства дистанции электроснабжения, проверки коррозионного состояния опор контактной сети и питающих линий автоблокировки, обслуживания устройств телеуправления и дистанционного управления разъединителями контактной сети и питающих линий автоблокировки, а также испытаний защитных средств и монтажных приспособлений.

Районы электроснабжения предназначены для эксплуатации и ремонта устройств электроснабжения нетяговых потребителей и ВЛ автоблокировки, продольного электроснабжения.

Участковые мастерские предназначены для обеспечения линейных подразделений дистанции электроснабжения различным нестандартным оборудованием (конструкциями и деталями). Количество изготавливаемых деталей и конструкций невелико и выполняется по индивидуальным эскизам. Как и другие подразделения, ЭЧ мастерские работают по годовому плану в зависимости от потребностей ЭЧЭ, ЭЧК, ЭЧС или РРУ. В соответствии с типовым Положением о дорожных электромеханических мастерских они содержатся за счет средств дороги по плану подсобно-вспомогательной деятельности. Для повышения производительности труда и снижения себестоимости ремонтных работ и выпускаемой продукции создаются крупные электромеханические мастерские с хорошо развитой индустриальной базой.

Начальники подразделений осуществляют административно-техническое руководство персоналом своих подразделений, планируют их работу и несут ответственность за исправное содержание устройств электроснабжения, закрепленных за ними, и обеспечение безопасных условий производства работ. Оперативный и ремонтный персонал, входящий в состав соответствующих подразделений, принимает непосредственное участие в производстве работ, как правило, только на обслуживаемых ими устройствах.

В целом структура управления дистанцией электроснабжения относится к линейной, для которой характерен принцип единоначалия, когда руководитель несет полную ответственность за результаты работы подчиненных ему подразделений. Такая структура исключает выдачу противоречивых или нескоординированных заданий и упрощает взаимодействие различных подсистем управления. Однако эффективность

управления при этом снижается по мере возрастания системы и сложности решаемых задач, начальники подразделений одновременно подчиняются соответствующим заместителям по эксплуатации и в некоторой степени — инженерам технического отдела, а в период выполнения крупных капитальных ремонтов и строителей и главному инженеру. Кроме того, начальники подразделений находятся в оперативном подчинении у энергодиспетчерской группы. Такая сложная подчиненность создает предпосылки для получения нескоординированных, а порой и противоречивых заданий.

По объемам работ дистанции электроснабжения дифференцируют на группы, зависящие от количества электроэнергии, перерабатываемой за год на тяговых подстанциях, и объема их энергетического хозяйства (в условных единицах).

Работы по обслуживанию и ремонту устройств электроснабжения тяги поездов ЭЧ финансируются из доходов, полученных от перевозок. Каждая дистанция электроснабжения наделена основными фондами— средствами труда, участвующими во многих процессах производства без изменения своей натуральной формы. Вследствие износа основные фонды требуют капитального ремонта и восстановления, осуществляемых за счет амортизационных отчислений, размер которых зависит от стоимости основных фондов, срока их службы, стоимости одного капитального ремонта и числа ремонтов в течение срока службы. Часть амортизационных отчислений идет на восстановление основных фондов, а другая часть—на финансирование капитального ремонта и модернизацию, так как основные фонды имеют не только физический, но и моральный износ. Физический износ—это утрата основными фондами технико-эксплуатационных свойств, а моральный наступает при появлении более экономичных и производительных машин или устройств того же назначения.

Капитальные вложения для замены или усиления основных средств выделяются из централизованных источников или из фонда развития производства, создаваемого на дороге.



## Системы железнодорожной автоматики и телемеханики.

### Общее определение , историческая справка.

Железнодорожная автоматика и телемеханика - отрасль техники, решающая задачи регулирования и обеспечения безопасности движения поездов методами и средствами автоматического и телемеханического управления. К основным элементам технических средств Ж. а. и т. относятся сооружения и устройства сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), в состав которых входят Путевая блокировка, электрожелезная система, Централизация стрелок и сигналов, устройства автоматики и телемеханики сортировочных горок, автоматическая регулировка движения поездов, Диспетчерская централизация, автоматический диспетчерский контроль движения поездов и ограждающие устройства на ж.-д. переездах.

Устройства путевой блокировки представляют собой основные технические средства регулирования и обеспечения безопасности следования поездов по перегонам и промежуточным станциям. Под термином «путевая блокировка» понимают систему устройств Ж. а. и т., обеспечивающую такую организацию движения, при которой занятие поездами отдельных отрезков пути регулируется постоянными сигналами (светофорами или семафорами). Правом на занятие поездом отрезка пути, ограждаемого постоянным сигналом, служит открытое (разрешающее) состояние этого сигнала. Каждый занятый поездом отрезок пути блокируется, т. е. закрывается, постоянным сигналом, принимающим в этом случае закрытое (запрещающее) состояние. При нахождении поезда на отрезке пути возможность открытия постоянного сигнала, ограждающего этот отрезок, исключается замыкающими устройствами путевой блокировки. Эти устройства механически или электрически блокируют постоянный сигнал в его закрытом состоянии до поступления в

них информации об освобождении поездом ограждаемого отрезка пути. Такая информация в свою очередь получается автоматически в результате воздействия поезда на устройства, контролирующие проследование его по ограждаемому отрезку пути. Т. о., на каждом ограждаемом отрезке пути может находиться только один поезд. Действие указанных устройств в целом может осуществляться либо с участием человека (Полуавтоматическая блокировка), либо без него (Автоблокировка). Эти системы применяются при одностороннем и при двустороннем движении.

Электрожелезная система, как правило, используется для регулирования следования поездов по путям перегонов, предназначенным для двустороннего движения. Правом на занятие перегона поездом при этой системе является наличие у машиниста жезла данного перегона (см. Железная система).

Устройства централизации стрелок и сигналов являются основными техническими средствами регулирования и обеспечения безопасности движения поездов, передвигающихся в пределах ж.-д. станций. Эти устройства позволяют управлять стрелками и сигналами из одного пункта — поста централизации. По роду энергии, используемой для перевода стрелок из одного положения в другое, различают механическую централизацию с применением для перевода стрелок и сигналов мускульной силы человека, механическую централизацию с применением для тех же целей гидравлических или электропневматических приводов и электрическую централизацию с электроприводами для перевода стрелок и крыльев семафоров и соответствующими электрическими схемами для включения сигнальных огней светофоров.

Горочная автоматика и телемеханика располагает техническими средствами для повышения перерабатывающей способности сортировочных горок. К этим средствам относятся устройства

регулирования скорости скатывания отцепов (вагонов) и устройства автоматической централизации горочных стрелок. Указанные средства могут дополняться устройствами для автоматического задания скорости роспуска составов, которые действуют в сочетании с устройствами автоматического телеуправления горочными локомотивами.

К устройствам автоматической регулировки движения поездов относятся: устройства, автоматически регулирующие движение поездов в пределах ж.-д. участка (автодиспетчер (См. Автодиспетчер железнодорожный)); устройства, автоматически регулирующие режимы ведения каждого поезда в соответствии с графиком движения (Автомашинист) и устройства, автоматически обеспечивающие снижение скорости поезда при сближении его с препятствием (автоматика безопасности). Все современные системы снижения скорости поездов при сближении их с препятствием (запрещающий путевой сигнал, подвижной состав, разобранный путь) действуют совместно с устройствами автоматической локомотивной сигнализации (См. Локомотивная сигнализация) (АЛС), автоматически передающими в кабину управления локомотива информацию, соответствующую показаниям путевых сигналов или состоянию впереди лежащего участка пути. Сочетание устройств АЛС с устройствами автоматического обеспечения снижения скорости поездов принято называть сигнальной авторегулировкой.

Диспетчерская централизация является сочетанием устройств электрической централизации и автоблокировки. При диспетчерской централизации управление стрелками и сигналами отдельных пунктов всего ж.-д. участка сосредоточивается у поездного диспетчера, а движение поездов по перегонам регулируется автоблокировкой. Устройства диспетчерского контроля движения поездов применяются в виде систем, автоматически снабжающих участкового поездного диспетчера информацией о движении поездов на участке, о показаниях входных и

выходных светофоров и о состоянии приёмо-отправочных путей (свободны или заняты) промежуточных станций. Местонахождение поездов и состояние путей и светофоров отражается на светосхеме табло, установленного на диспетчерском посту.

Ограждающие устройства ж.-д. переездов представляют собой комплекс приборов и оборудования, устанавливаемых в зонах пересечения в одном уровне автомобильных и железных дорог. Эти устройства автоматически управляются движущимся поездом, запрещая движение автотранспорта через ж.-д. переезд при приближении к нему поезда.

Рассмотренные системы ЖАТ, повышая безопасность движения поездов и пропускную способность ж.-д. линий, обеспечивают лучшее использование подвижного состава и способствуют достижению наиболее высоких показателей работы ж.-д. транспорта.

### Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики

Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики являются основой для обеспечения заданного уровня пропускной и провозной способности железных дорог.

Под устройствами железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) понимаются технические средства автоматизации управления процессами железнодорожных перевозок, обеспечивающие безопасность движения поездов и заданную пропускную и перерабатывающую способность. В устройства железнодорожной автоматики и телемеханики входят устройства и системы, обеспечивающие интервальное регулирование движением поездов на станциях и перегонах такие как:

- автоматическая и полуавтоматическая блокировка (АБ);
- электрическая централизация стрелок и светофоров (ЭЦ);
- автоматическая локомотивная сигнализация (АЛС);
- устройства контроля схода подвижного состава (УКСПС);

- диспетчерская централизация и диспетчерский контроль (ДЦ, ДК);  
другое.

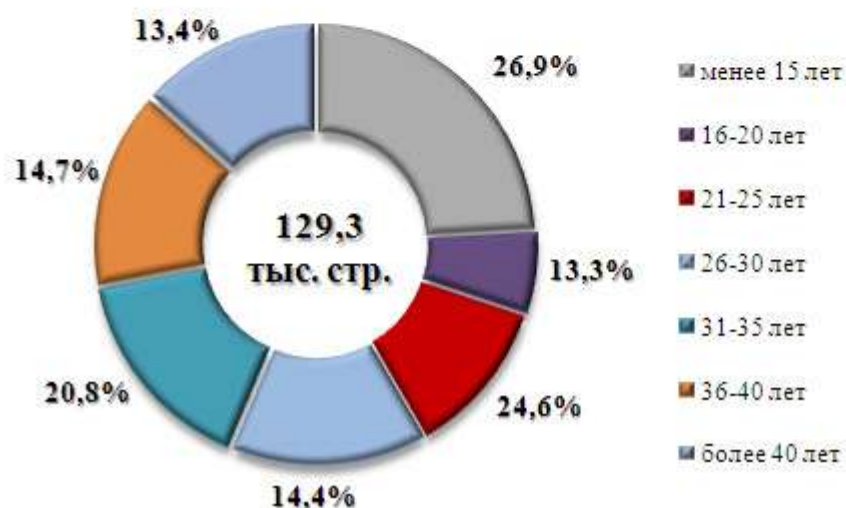
Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики на сети железных дорог России обслуживают 203 дистанции сигнализации, централизации и блокировки и 1 технический центр автоматики и телемеханики с общей численностью работников 37,6 тыс. чел.

**Рис. 1.** Повышение надежности работы объектов инфраструктуры

## Безаварийная и безотказная работа устройств железнодорожной



**Анализ состояния систем электрической централизации по срокам службы на сети железных дорог (стр.) по состоянию на 31.12.2011 г.**



автоматики является основой для обеспечения заданного уровня пропускной и провозной способности железных дорог и является основной задачей служб автоматики и телемеханики. Оценка качества работы напрямую зависит от количества допущенных отказов устройств железнодорожной автоматики и телемеханики и определяется динамикой их изменения.

Одним из важных вопросов обеспечения надежной работы технических средств автоматики и телемеханики являются вопросы расследования и анализа причин произошедших случаев нарушений нормальной работы устройств ЖАТ с целью их последующего исключения. Для этого в хозяйстве автоматики и телемеханики начата реализация пилотного проекта внедрения методологии УРРАН. За время реализации проекта определены показатели надежности; коэффициенты пересчета интенсивности потока отказов в зависимости от:

- технического оснащения;
- климатических условий;
- категории (нагруженности) линий, рассчитаны их числовые значения, разработана Методика расчета показателей эксплуатационной надежности объектов хозяйства автоматики и телемеханики (для опытного применения), определен порядок задания допустимых значений интенсивности потока отказов для перегонов и станций, исходя из регламентных значений среднего времени до восстановления и ограничений на коэффициент готовности линии в целом.

Одновременно немало внимания уделяется контролю качества продукции железнодорожной автоматики и телемеханики, организовываются комиссионные расследования причин отказов аппаратуры ЖАТ с привлечением представителей предприятий – изготовителей указанной продукции. Ежегодно разрабатываются и реализуются организационно-технические мероприятия по хозяйству автоматики и телемеханики, позволяющие снизить количество нарушений нормальной работы устройств СЦБ.

**Количество нарушений безопасности движения поездов, событий**

Реализация всех технических и организационных мер по повышению надежности средств ЖАТ позволит поднять на качественно новый уровень культуру эксплуатации технических средств качество предоставления услуг Компании клиентам.

Одним из направлений в техническом обслуживании устройств ЖАТ, и как следствие снижении отказов, является создание единой многоуровневой системы автоматизированного мониторинга состояния технических средств, автоматизированной системы учета выполнения технологических операций. Для этого необходимо создание на всех дорогах центров диагностики и мониторинга технического состояния устройств автоматики.

Приоритетные направления развития устройств автоматики и телемеханики

В рамках стратегических направлений научно-технического развития ОАО "Российские железные дороги" на период до 2015 года ("Белая книга" ОАО "РЖД") Компанией определены следующие задачи в области инновационного развития систем и средств ЖАТ:

- создание и внедрение интегрированной многофункциональной системы управления движением поездов, маневровой работой, работой сортировочных станций на основе спутниковой навигации и передачи команд управления по радиоканалу адаптированной для различных категорий железнодорожных линий;

- внедрение многоуровневой автоматизированной системы технического диагностирования и мониторинга состояния устройств СЦБ с одновременным контролем выполнения регламентных и ремонтных работ с соответствующим архивированием (СТДМ), включая мобильные диагностические комплексы;

- создание малообслуживаемого напольного оборудования СЦБ, средств механизации сортировочных горок нового поколения с



элементами резервирования, диагностики, защищенного от несанкционированного доступа с применением композитных материалов и нанотехнологий.

В рамках решения стратегических задач по повышению эффективности работы Компании ОАО "РЖД" железные дороги оснащаются современными техническими средствами ЖАТ на микроэлектронной элементной базе и создание на этой основе многоуровневой системы управления и обеспечения безопасности движения поездов.

В настоящее время на сети железных дорог внедряются технические средства ЖАТ, позволяющие обеспечить требуемые уровни безопасности, надежности, расширение функциональных возможностей по сравнению с релейными аналогами.

Железнодорожная связь помогает быстро и правильно организовать работу всех подразделений железной дороги. Надежная связь необходима движущимся; она помогает формировать составы, своевременно их отправлять и принимать, следить за их движением в пути. Связь обеспечивает безопасность движения поездов и помогает организовать своевременную информацию. Для решения всех этих задач на железной дороге пользуются различными средствами связи. Непрерывно по всем линиям связи передаются огромные потоки информации.

Одними из первых железнодорожных служащих были телеграфисты. Электрический телеграф для железной дороги между Петербургом и Москвой предложил построить крупнейший русский ученый и изобретатель академик Б. С. Якоби, но осуществить свою идею он не смог. Министр путей сообщения граф П. А. Клейнмихель передал это дело в руки иностранцев. Первый практически действовавший телеграф связал Зимний дворец с Министерством путей сообщения России в 1839 году. Изобретение принадлежало русскому инженеру П. Л. Шиллингу.

В 1897 году на IV съезде начальников служб телеграфа железных дорог было доложено, что «система одновременного телефонирования и телеграфирования Игнатьева является одним из самых разработанных и законченных видов». Эта система была создана Г. Г. Игнатьевым в Киевском университете еще в 1880 году. А за два года до него русский изобретатель П. М. Голубицкий применил свой телефонный аппарат для переговоров с остановившимся в пути поездом. Начиная с 1888 года на ряде русских железных дорог применялись телефоны системы Е. И. Гвоздева. В настоящее время действует автономная единая автоматическая телефонная связь на всех железных дорогах Советского Союза, особенно эффективна селекторная связь для обеспечения оперативного руководства.

Развитие на наших железных дорогах получила и радиосвязь как местная, так и дальняя. И особенно - радиовещание, информационная служба. Впервые радиостанция была использована для регулирования движения железнодорожного ледокола-парома «Байкал» в 1914 году. В 1913-1914 годах в мастерских Юго-Западной железной дороги техник С. С. Жидковский разработал схемы и построил радиостанции для нужд железной дороги.

Радиосвязь особенно широко применяется для оперативного руководства работой транспорта. Дальняя радиосвязь наряду с телефоном и телеграфом соединяет Министерство путей сообщения с управлениями всех железных дорог страны.

На сети РЖД применяются следующие виды проводной связи:

- поездная диспетчерская — для переговоров поездного диспетчера с дежурными по станциям, входящих в его диспетчерский круг
- поездная межстанционная — для переговоров дежурных двух соседних раздельных пунктов
- постанционная — для служебных переговоров работников станций между собой и передачи телеграмм на линейные станции в пределах отделения дороги
- линейно-путевая — для переговоров работников дистанции пути
- магистральная — для связи РЖД с управлениями дороги и дорог между собой
- дорожная — для служебной связи между управлением дороги и отделениями, крупными станциями, депо и между собой
- местная станционная — для общей служебной связи работников станции
- информационная — для передачи на сортировочную станцию сведений о подходе поездов

Энергодиспетчерская - для связи энергодиспетчера с тяговыми подстанциями и дежурными по станциям участка.

Кроме проводной связи, на железных дорогах используется также радиосвязь:

- станционная — для переговоров работников службы движения на станции по вопросам организации перевозочного процесса.

- поездная — для переговоров машинистов локомотивов, находящихся на участке с дежурными по станциям и поездным диспетчером.

- маневровая — для ведения местных переговоров машинистов локомотивов, технических работников, обслуживающих станцию или узел.

Линии связи разделяются по значению на три класса:

I — связывают РЖД с управлениями дорог, а также последние между собой

II — обеспечивают связь между управлением и отделениями железной дороги, а также между отделениями

III — предназначены для организации местной и внутриотделенческой связи

Для руководства движением поездов и работой линейных подразделений железные дороги оборудованы различными видами связи: телефонной, телеграфной и радиосвязью. Телефонная связь осуществляется только по двум проводам, а телеграфная — по однопроводным цепям с использованием земли в качестве обратного провода. К беспроводной связи относится радио- и радиорелейная связь, при которой телефонирование и телеграфирование осуществляется с помощью радиоволн. На всех участках должна быть поездная диспетчерская, поездная межстанционная, станционная, линейно-путевая, стрелочная связь и поездная радиосвязь. Кроме того, на дорогах должны быть магистральная, дорожная, дорожная распорядительная, пассажирская, информационная,

для передачи данных в вычислительный центр, местная и другие виды связи для руководства движением поездов, продажей билетов и работой линейных подразделений. На участках с интенсивным движением поездов, оборудованных автоблокировкой, и на всех электрифицированных участках должна быть энергодиспетчерская связь.

Участки с интенсивным движением поездов, оборудованные автоблокировкой, и участки с кабельными линиями связи должны иметь перегонную телефонную связь, а также служебную связь электромехаников СЦБ и связи.

#### Рассмотрим назначение видов связи:

местная связь для служебных переговоров работников различных служб, находящихся в одном пункте; постанционная — для связи работников станции участка между собой. Ее организуют в пределах одного участка с выходом через коммутатор в дорожную связь для переговоров с отделением и управлением дороги;

дорожная (телефонная и телеграфная) — для связи работников управления дороги с отделениями дорог и крупными станциями, а также последних между собой;

магистральная (телефонная и телеграфная) — для связи Министерства путей сообщения с управлениями железных дорог и дорог между собой;

поездная диспетчерская — для служебных переговоров поездного диспетчера с дежурными по станциям своего участка. Кроме дежурных по станциям, маневровых диспетчеров и операторов, в эту связь включены дежурные по локомотивным депо, подменным пунктам, тяговым подстанциям, а также энергодиспетчеры и локомотивные диспетчеры, дежурные инженеры дистанций сигнализации и связи. При диспетчерской централизации, когда на промежуточных станциях нет дежурных по станции, разрешается включение в поездную диспетчерскую связь

телефонов, установленных в квартирах начальников станций, электромехаников и электромонтеров СЦБ и связи . Такие телефоны включают поездной диспетчер специальным прибором и только на время переговоров;

поездная межстанционная (телефонная или телеграфная)— для служебных переговоров дежурных смежных станций по вопросам движения поездов;

перегонная — для служебных телефонных переговоров руководителей путевых работ, электромехаников СЦБ и контактной сети, находящихся на перегоне, с дежурными по станциям, ограничивающим данный перегон. Этой связью пользуются и бригады поездов, остановившихся на перегоне. На электрифицированных участках и линиях с интенсивным движением, оборудованных автоблокировкой, телефонные аппараты установлены у проходных светофоров;

линейно - путевая (телефонная) — для переговоров работников дистанции пути по вопросам содержания и ремонта устройств и сооружений. В нее включены телефонные аппараты начальника дистанции, мастеров, бригадиров пути и др.;

энергодиспетчерская (телефонная) — для служебных переговоров энергодиспетчера с тяговыми подстанциями, дистанциями контактной сети и постами секционирования;

стрелочная (телефонная) — для служебных переговоров дежурного по станции со стрелочными постами и исполнительными постами централизации;

диспетчерская внутростанционная (телефонная) — для служебных переговоров маневрового диспетчера со станционными работниками-;

связь электромехаников (телефонная) — для переговоров работников дистанций сигнализации и связи с линейными электромеханиками на

участках с диспетчерской централизацией, автоблокировкой и интенсивным движением поездов;

вагонораспорядительная диспетчерская связь (телефонная) — для переговоров диспетчера вагоно-распорядителя с техническими конторами, дежурными по станциям, маневровыми диспетчерами и железнодорожными цехами предприятий;

дорожная распорядительная (телефонная) — для служебных переговоров дежурного по распорядительному отделу службы движения дороги с дежурными по отделениям и станциям. В эту связь включены также телефонные аппараты дежурных по депо, поездных и станционных диспетчеров;

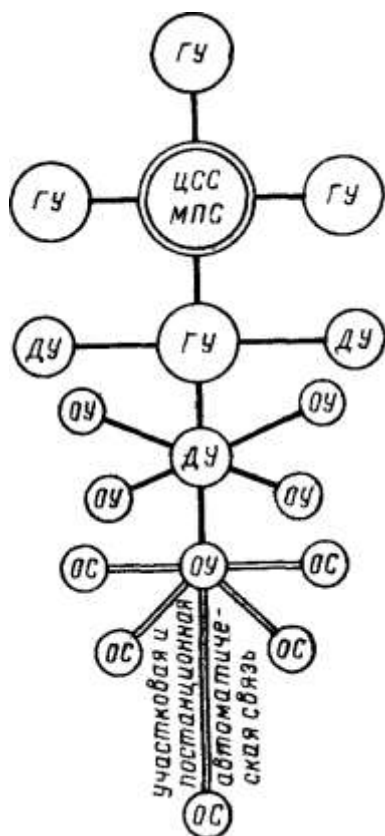
информационная (телеграфная и телефонная) для заблаговременной передачи на сортировочные станции, в информационные центры отделений и управления дороги сведений о поездах (номера всех вагонов в порядке их расположения в составе поезда, наименование груза, станции назначения, грузополучатели). На основе этих данных с помощью ЭВМ составляются планы поездообразования и всей эксплуатационной работы отделений и дороги;

связь совещаний магистральная — для проведения совещаний руководством МПС со всеми или некоторыми управлениями дорог, дорожная — руководящими работниками управлений дорог с отделениями и крупными станциями и отделенческая — руководством отделения железной дороги со станциями. Для связи совещаний используют каналы магистральной, дорожной, постанционной и линейно-путевой телефонной связи, которые на время совещания переключают на специальную аппаратуру;

оргсвязь — для передачи регулярной информации о продвижении поездов, локомотивов, порожних и груженых вагонов и т. п. в вычислительный центр дороги для решения задач по управлению

перевозочным процессом. Оргсвязь осуществляется по каналам автоматической телеграфной связи.

Рис.1. Схема организации дальней телефонной связи



ЦСС — центральная станция связи;

ГУ — главные узлы связи;

ДУ — дорожные узлы связи;

ОУ — отделенческие узлы связи;

ОС — конечные станции

Для организации местной связи устраивают центральные телефонные станции автоматического (АТС) или ручного обслуживания (РТС). Железнодорожные АТС предназначены не только для обслуживания местных абонентов, но и для соединения с городской телефонной стан-



цией, коммутаторами организаций, линиями постанционной, дальней и междугородной связи.

Дорожная и магистральная телефонная связь осуществляется на большие расстояния и является дальней связью. Дальняя телефонная связь организована соответственно структуре железнодорожного транспорта и построена по узловому принципу (рис. 181). Имеются центральная станция связи МПС, главные и дорожные узлы связи. Каждый дорожный узел одновременно является центральным узлом дорожной связи, в состав которой входят отделенческие и станционные узлы связи. На железнодорожном транспорте проводятся работы по автоматизации всех видов связи, чтобы абонент сам устанавливал связь с нужным пунктом. В перспективе предусматривается создание единой автоматизированной телефонной связи железнодорожного транспорта, которая будет увязана с автоматизированной системой связи Советского Союза.

Многие виды телефонной связи (поездная диспетчерская, линейно-путевая, энергодиспетчерская, дорожная распорядительная, магистральная распорядительная, связь совещаний) устроены по принципу одностороннего действия с избирательным вызовом: при передаче разговора в линию включен только микрофон, а при приеме — только телефон. Все аппараты линейных пунктов включены параллельно в одну пару проводов. На промежуточных пунктах, кроме телефонных аппаратов, включаются приемники избирательного вызова (селектор или приемник тонального вызова), которые включают вызывной звонок только при посылке в линию определенного сочетания импульсов тока для вызова того или иного пункта. На распорядительных пунктах установлены вызывные устройства с кнопкой для индивидуальных вызовов и особая кнопка для общего вызова всех пунктов.

Для передачи письменных сообщений и распоряжений применяют телеграфную связь обычно с использованием буквопечатающих теле-

графных

аппаратов.

Телеграфные станции оборудованы в Министерстве путей сообщения, при управлениях и отделениях дорог и на крупных станциях. Дорожная и магистральная телеграфная связь осуществляется по каналам дальней телефонной связи.

Имеется абонентская телеграфная связь, при которой абонент, имея буквопечатающий аппарат, через телеграфную автоматическую станцию соединяется с любым пунктом, включенным в эту связь. Такую связь имеют главные управления МПС, управления и отделения дорог и крупные станции. Она очень удобна для передачи оперативных сообщений.

Наиболее совершенной является фототелеграфная связь, обладающая большой пропускной способностью, полной автоматичностью и точностью передачи документов.

Инфраструктурные управления в РЖД: ЦДИ, ДКРС, ДКСС.  
Описание подразделений, зоны ответственности и контроля.

Центральная дирекция инфраструктуры - филиал ОАО "РЖД" (ЦДИ)

Виды деятельности - инфраструктура

Основные задачи Центральной дирекции (согласно Положению о ЦДИ):

1) управление технологическим комплексом инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования (далее - инфраструктура), в том числе обеспечение ее посменной технической готовности к перевозке грузов и пассажиров;

2) недопущение на инфраструктуру технически неисправного подвижного состава, машин и механизмов, потенциально создающих риски причинения вреда объектам инфраструктуры и неисполнения графика движения поездов;

3) обеспечение безопасности движения поездов, охраны труда, пожарной и экологической безопасности;

4) оптимизация и развитие своих производственных мощностей и трудовых ресурсов.

Комплекс мер по переходу к целевой системе управления ОАО "РЖД":

Переход к целевой системе управления Центральной дирекции инфраструктуры осуществляется посредством реализации мероприятий, предусматривающих формирование, упразднение, слияние и разделение элементов организационной структуры Компании, переподчинения их, изменения функций структурных подразделений (должностных лиц), формирования регламентов и процедур для процессов управления.

Указанные изменения реализуются через подготовку новых Положений о структурных подразделениях, должностных инструкций, стандартов предприятия в области реализации управленческих процессов, информационного взаимодействия (в частности, системы управленческого учета и внутрифирменной отчетности, документооборота).

Основные задачи по обслуживанию инфраструктуры железнодорожного транспорта:

Оказание услуг по использованию инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования и иных услуг, связанных с предоставлением этой инфраструктуры (ее элементов).

Оказание услуг по предоставлению железнодорожных путей необщего пользования, принадлежащих обществу.

Выполнение работ по эксплуатации, содержанию и ремонту инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования и железнодорожных путей необщего пользования

Финансово-экономическое подразделение блока управления

Финансово-экономический блок Центральной дирекции инфраструктуры:

организует работу по созданию условий для экономического развития инфраструктурного комплекса железнодорожного транспорта с целью достижения наибольшей эффективности его работы;

участвует в разработке совместно с департаментами и управлениями ОАО "РЖД" краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных прогнозов и стратегических планов развития железнодорожного транспорта; - совместно с департаментами, управлениями и железными дорогами ОАО "РЖД" участвует в разработке единой отраслевой стратегии по основным направлениям экономической и хозяйственной деятельности железных дорог.

Основными целями совершенствования системы планирования и бюджетирования ЦДИ являются:

- обеспечение связи системы планирования и бюджетирования с системой стратегического управления;
- повышение финансовой прозрачности;
- структурирование системы разграничения полномочий и ответственности, повышение ответственности за финансовые результаты деятельности;
- обеспечение контроля достижения целевых показателей подразделениями;
- повышение эффективности использования основных фондов, материальных и финансовых ресурсов;
- обеспечение возможности оперативного получения информации о результатах выполнения планов по уровням управления;
- обеспечение координации деятельности подразделений в процессе формирования, корректировки и исполнения бюджетов.

Одной из основных задач совершенствования системы планирования и бюджетирования Центральной дирекции инфраструктуры является координация текущей деятельности предприятия в целях достижения целевых значений ключевых показателей эффективности.

В состав Центральной дирекции инфраструктуры входят:

Управление вагонного хозяйства,

Управление объектов технологического и коммунального назначения,

Управление электрификации и электроснабжения,

Управление автоматики и телемеханики,

Управление пути и сооружений,

Управление механизации.

Дирекция по комплексной реконструкции железных дорог и строительству объектов железнодорожного транспорта - филиал ОАО "РЖД" (ДКРС)

Исполнение функций заказчика по комплексной реконструкции и строительству новых железных дорог и объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта.

Виды деятельности

Компания ДКРС ОАО «РЖД» осуществляет следующие виды деятельности (в соответствии с кодами ОКВЭД, указанными при регистрации):

Строительство

Строительство зданий и сооружений

Производство общестроительных работ (Основной вид деятельности)

Компания работает в следующих отраслях промышленности (в соответствии с классификатором ОКОНХ):

Строительство

Общестроительные и специализированные организации, осуществляющие строительные, монтажные и другие работы подрядным и хозяйственным способом

Организации, выполняющие работы подрядным способом:

Общестроительные организации

#### Реквизиты организации

Основной государственный регистрационный номер (ОГРН)	1037739877295
--	---------------

Идентификационный номер налогоплательщика (ИНН)	7708503727
Вид собственности	Федеральная собственность
Организационно-правовая форма (ОПФ)	Представительства и филиалы
Вид организации по классификации ОКОГУ	Открытое акционерное общество Российские железные дороги ОАО РЖД
Дата регистрации компании	15 мая 1996 года
Регистратор	Межрайонная инспекция Министерства Российской Федерации по налогам и сборам №39 по г. Москве

Компания ДКРС ОАО «РЖД» - краткая справка

Информационная страница ДКРС ОАО «РЖД» Компания зарегистрирована 15 мая 1996 года регистратором Межрайонная инспекция Министерства Российской Федерации по налогам и сборам №39 по г. Москве. Начальник организации - Бутко Александр Васильевич. Компания ДКРС ОАО «РЖД» находится по адресу 105082, г. МОСКВА, ПЕРЕВЕДЕНОВСКИЙ пер., д. 13, стр. 16, основным видом деятельности является «Производство общестроительных работ». Основная отрасль

компании - «Общестроительные организации». Организации присвоен ИНН 7708503727, ОГРН 1037739877295. Компания ДИРЕКЦИЯ ПО КОМПЛЕКСНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ И СТРОИТЕЛЬСТВУ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНС «РОССИЙСКИЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ» ликвидирована.

Источник: <http://www.rusprofile.ru/id/45745>

Дирекция по строительству сетей связи - филиал ОАО "РЖД" (ДКСС)

Виды деятельности: Информатизация и связь

Инфраструктура: Строительство сетей связи.

#### Виды деятельности

Компания ДКСС ОАО «РЖД» осуществляет следующие виды деятельности (в соответствии с кодами ОКВЭД, указанными при регистрации):

Предоставление прочих видов услуг

Деятельность в области права, бухгалтерского учета и аудита; консультирование по вопросам коммерческой деятельности и управления предприятием

Консультирование по вопросам коммерческой деятельности и управления (Основной вид деятельности)

Компания работает в следующих отраслях промышленности (в соответствии с классификатором ОКОНХ):

Строительство



Хозяйственное управление строительством

Реквизиты организации

Основной государственный регистрационный номер (ОГРН)	1037739877295
Идентификационн ый номер налогоплательщика (ИНН)	7708503727
Вид собственности	Федеральная собственность
Организационно- правовая форма (ОПФ)	Представительства и филиалы
Вид организации по классификации ОКОГУ	Открытое акционерное общество Российские железные дороги ОАО РЖД
Дата регистрации компании	17 февраля 1998 года
Регистратор	Межрайонная инспекция Министерства Российской Федерации по налогам и сборам №39 по г. Москве

Компания ДКСС ОАО «РЖД» - краткая справка

Информационная страница ДКСС ОАО «РЖД» Компания зарегистрирована 17 февраля 1998 года регистратором Межрайонная инспекция Министерства Российской Федерации по налогам и сборам №39 по г. Москве. Начальник организации - Сурин Юрий Васильевич. Компания ДКСС ОАО «РЖД» находится по адресу 107228, г. МОСКВА,

ул. НОВОРЯЗАНСКАЯ, д. 12, основным видом деятельности является «Консультирование по вопросам коммерческой деятельности и управления». Основная отрасль компании - «Хозяйственное управление строительством». Организации присвоен ИНН 7708503727, ОГРН 1037739877295. Компания ДИРЕКЦИЯ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ СЕТЕЙ СВЯЗИ - ФИЛИАЛ ОТКРЫТОГО АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА «РОССИЙСКИЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ» ликвидирована.

## Железнодорожная инфраструктура вне собственности РЖД. Собственники, обслуживающие структуры.

### Операторы железных дорог

В настоящее время железные дороги России эксплуатируются тремя группами игроков. В первую группу входят компании холдинга ОАО «Российские железные дороги». Вторая группа — это независимые или условно независимые от ОАО «РЖД» операторы, владеющие как собственной инфраструктурой (железнодорожные пути, сигнальная аппаратура и т. д.), так и парком вагонов. Третья группа состоит из компаний, владеющих только подвижным составом.

### ОАО «РЖД» и дочерние компании

ОАО «Российские железные дороги» создано в 2003 году и является крупнейшей железнодорожной компанией в России

В состав ОАО «РЖД» входят 16 железных дорог — филиалов компании. Кроме того, в группу ОАО «РЖД» входит ряд дочерних компаний:

ОАО «Федеральная пассажирская компания»

ОАО «Первая грузовая компания» (до ноября 2011)

ОАО «Вторая грузовая компания»

ОАО «ТрансКонтейнер»

ООО «Аэроэкспресс» и других.

Пригородные пассажирские перевозки в ряде регионов осуществляются пригородными пассажирскими компаниями, созданными РЖД совместно с субъектами федерации.

Прочие перевозчики, владеющие инфраструктурой

ОАО «АК» «Железные дороги Якутии» (50 % в капитале принадлежит ОАО «РЖД», 50 % — правительству Якутии и другим лицам)

ОАО «Ямальская железнодорожная компания»

ОАО «Норильская горная компания»

ОАО «Золотое звено»

ООО «Газпромтранс»

Железнодорожные пути, принадлежащие указанным компаниям, как правило находятся в удалённых районах страны, а некоторые из них вовсе изолированы от федеральной сети РЖД. Указанные дороги в основном используются для локальных грузовых перевозок, что и объясняет тот факт, что преимущественно такие дороги принадлежат сырьевым группам.

Прочие операторы, не владеющие инфраструктурой

В течение 2000-х многие компании (в том числе и специально созданные «дочки» сырьевых групп) получили лицензии на осуществление железнодорожных перевозок. Частные (независимые) операторы эксплуатируют собственный парк вагонов, при этом используя инфраструктуру и услуги локомотивной тяги ОАО «РЖД». На ряде маршрутов компании работают собственными локомотивами.

Среди частных операторов такие компании, как «Независимая транспортная компания», «Дальневосточная транспортная группа» (ДВТГ), группа Globaltrans (в состав которой входят «Новая перевозочная компания» и «БалтТрансСервис»), «Евросиб», Фирма «Трансгарант» (принадлежащая группе «FESCO»), «НефтеТрансСервис», «Трансойл», «ХК „Новотранс“», «Газпромтранс» и др. Весной 2008 года группа Globaltrans первой из железнодорожных компаний, работающих на российском рынке, провела IPO, разместив свои акции на Лондонской фондовой бирже. С определённой долей условности к частным операторам можно также отнести ОАО «Первая грузовая

компания», участие в капитале которой группы «РЖД» сократилось в октябре 2011 до 25 %.