**ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ**

1. **Эксплуатационно-технические требования к микропроцессорным системам ДЦ**

**Назначение.** Системы ДЦ предназначены для реализации современных принципов управления эксплуатационной работой автоматизацией функций управления и контроля технологического процесса движения поездов с использованием средств вычислительной техники при сопряжении их с системами ЖАТ и связи, а также для обеспечения возможности обмена информацией с Автоматизированной системой управления железнодорожного транспорта.

Системы ДЦ могут использоваться для следующих целей:

автоматизации диспетчерского управления движением поездов на участках и направлениях железнодорожных линий;

организации управления движением в узлах;

концентрации управления на крупных станциях движением поездов по примыкающим станциям (предузловым развязкам) и передвижениями в удаленных парках;

концентрации на опорных станциях управления движением поездов на соседних близлежащих станциях (мини ДЦ).

Создание системы ДЦ предполагает достижение следующих целей:

производственно-экономических (сокращение численности дежурных по станциям, улучшение организации руководства движением поездов, снижение потерь в перевозочном процессе, интенсификация использования технических средств автоматики и подвижного состава, повышение производительности труда, улучшение эксплуатационных показателей работы участка);

социальных (улучшение условий и культуры труда, снижение загрузки диспетчеров).

Критериями оценки достижения цели создания ДЦ являются:

снижение капитальных вложений (сокращение занимаемых аппаратурой производственных площадей; уменьшение объемов и сроков проведения проектных, строительно-монтажных и пуско-наладочных работ);

сокращение численности оперативного и обслуживающего персонала;

уменьшение загрузки персонала и соответствующее этому увеличение зоны управления;

улучшение показателей выполнения графика движения поездов и обеспечения грузовой работы (среднее время нахождения поездов (вагонов) на участке по отношению к нормативному);

улучшение соотношения между нормативом рабочего парка подвижных единиц и обеспечением ниток графика. Снижение материалоемкости и энергоемкости оборудования.

**Характеристика объектов автоматизации.** Для внедрения на полигоне железных дорог систем кодового управления необходимо соблюдение трех главных требований: оснащенность участков системами интервального регулирования, электрической централизации и устройствами связи.

Перегоны участка или направления железной дороги должны быть оборудованы автоматической блокировкой или полуавтоматической блокировкой, дополненной устройствами контроля прибытия поезда в полном составе. Последнее требование обусловлено необходимостью автоматического контроля целостности состава, до внедрения ДЦ выполняемого дежурными по станции визуальной проверкой наличия хвостового вагона — ограждения пассажирских поездов тремя красными огнями или диском красного цвета для грузовых поездов. При автоблокировке это обеспечивается рельсовыми цепями.

Станции, обгонные пункты, разъезды участка должны быть оборудованы системой электрической (релейной, релейно-процессорной или микропроцессорной) централизации стрелок и сигналов.

Системы ДЦ должны разрабатываться с учетом использования линий, систем передачи и других типовых средств железнодорожной связи.

Вид управления (диспетчерское — ДУ, автономное — АУ) каждым раздельным пунктом и протяженность участка определяются разработчиками и согласовываются с заказчиком системы ДЦ расчетом загрузки дежурных по станциям (ДСП) и поездного диспетчера (ДНЦ). Объем и содержание информации, передаваемой по каналам телеуправления, телесигнализации и телеизмерения, определяются в процессе проектирования привязки к конкретному участку железной дороги и должны обеспечивать выполнение функций системы ДЦ.

В число контролируемых объектов обязательно включаются участки приближения и удаления на прилегающих к станциям перегонах. На участках, оборудованных односторонней автоблокировкой при отсутствии контроля занятия перегона, а также при новом строительстве систем интервального регулирования для полноты информационного описания следует контролировать все блок-участки на перегоне. Кроме того, в полном объеме должен обеспечиваться контроль путевых объектов (стрелок, светофоров, рельсовых цепей) станций автономного управления, что позволит предоставить диспетчеру полную информацию о технологической обстановке.

На участках ДЦ, наряду с другими видами оперативно-технологической связи, должна быть обязательно предусмотрена поездная радиосвязь, подключаемая к цепи поездной диспетчерской связи. На станциях АУ поездная радиосвязь должна быть ориентирована на ДСП, который при необходимости подключает диспетчера.

**Общие требования к системе.** Объектами управления и контроля на полигоне железной дороги (участке, направлении, станции, в узле) являются: системы железнодорожной автоматики и телемеханики и их элементы, а именно стрелки, светофоры, рельсовые цепи, шлагбаумы, устройства специальных видов сигнализации (тоннельной, обвальной, сейсмической и т.п.); поезда, вагоны, локомотивы.

Система включает в себя:

устройства пункта управления (ПУ), которые устанавливаются у диспетчера (в отделении, региональном или дорожном центре и т.п.) и могут объединяться в локальную сеть;

аппаратуру контролируемых пунктов (КП), которая размещается на постах ЭЦ станций, включаемых в диспетчерскую централизацию;

каналы связи между КП и ПУ;

каналы связи для объединения ДЦ с другими автоматизированными системами железнодорожного транспорта, в том числе с ДЦ соседних диспетчерских участков.

Технические характеристики КП и ПУ (емкость системы) не должны ограничивать их применение на сети дорог.

Структура ДЦ должна обеспечивать автономное функционирование каждой системы ДЦ на каждом диспетчерском участке при отказе любых элементов в этих системах с заданной вероятностью безотказной работы.

Функционирование ДЦ должно обеспечиваться для диспетчерского круга на линейном участке, нескольких радиальных линейных участках, на линейных участках с разветвлениями железнодорожных линий, в узле. Каналообразующая аппаратура ДЦ должна обеспечивать возможность организации любой из следующих структур каналов связи: магистральной, радиальной, радиально-магистральной, древовидной, смешанной.

В состав аппаратуры ПУ входят:

информационно-управляющий вычислительный комплекс (ИУВК), включающий в себя устройства ввода-вывода технологической информации (печатающее устройство, плоттер, цветные мониторы, выносные видеопроекционные, плазменные или светодиодные табло);

каналообразующая аппаратура (КА) или аппаратура передачи данных (АПД);

устройства сопряжения ИУВК с другими информационными сетями (локальной сетью, объединяющей АРМы причастных работников, сетью связи с АСОУП и др.);

вводно-коммутационные устройства (ВКУ), обеспечивающие подключение аппаратуры к линиям связи, источникам питания;

средства оперативно-технологической связи:

устройства электроснабжения, включая источники бесперебойного питания.

Средства отображения, управления и оконечная аппаратура диспетчерской связи должны размещаться непосредственно на рабочем месте поездного диспетчера. Место расположения других устройств выбирается исходя из удобства их обслуживания.

В состав аппаратуры КП ДЦ входят: программно-аппаратный комплекс; устройство сопряжения с ЭЦ; каналообразующая аппаратура или аппаратура передачи данных; вводно-коммутационные устройства; средства оперативно-технологической связи.

При разработке ДЦ должны создаваться средства автоматизации изготовления, проектирования, отладки и тестирования программного и информационного обеспечения системы.

Ввод команд управления должен осуществляться с использованием стандартных технических средств вычислительной техники (алфавитно-цифровой клавиатуры АРМа, манипуляторов «мышь», «трэкбол» и др.) или специализированного манипулятора.

Действия диспетчера по установке маршрутов должны быть одинаковыми независимо от типа системы ЭЦ.

Управляющими воздействиями диспетчера могут быть: команды телеуправления объектами СЦБ; задание режима представления информации, выводимой на экраны мониторов; ввод в систему данных, не получаемых автоматически (пометки диспетчера на графике и т.п.).

Формирование команд ТУ возможно в режимах:

индивидуального управления объектами системы;

маршрутного управления объектами ЭЦ с указанием начала и конца маршрута;

программного управления (накопление маршрутов и других заданий, автоматизированное предложение маршрутных заданий, реализуемых по согласию диспетчера, автоматическое управление).

Дальность действия ДЦ не должна быть ограничена использованием современных средств связи. Оперативная связь с ДСП и машинистами поездов должна обеспечиваться на всем участке ДЦ.

Скорость передачи информации в канале не менее 600 Бод.

Информационный обмен между компонентами системы должен базироваться на стандартных протоколах вычислительных систем и локальных сетей.

Способ передачи данных между КП и ПУ может быть циклическим, асинхронно-циклическим или спорадическим. При спорадическом способе передачи необходимо контролировать работоспособность КП.

ПУ ДЦ должен обеспечивать совместимость с существующими КП систем ДЦ «Нева», «Луч» и др.

Система ДЦ должна быть также увязана с информационными системами дорожного вычислительного центра; системами автоматизированной выдачи предупреждений; вышестоящими системами долговременного планирования дорожного уровня (АРМами дорожных диспетчеров ДГП).

Способ обмена информацией с указанными системами — спорадический с квитированием сообщений и обеспечением взаимодействия с использованием общих баз данных, размещаемых на серверах локальных вычислительных сетей.

**Требования к режимам функционирования системы.** Управляет перевозочным процессом в *основном режиме* поездной диспетчер. Основной режим работы ДЦ должен обеспечивать:

централизованный контроль КП и централизованное управление объектами ЭЦ;

централизованный контроль состояния зон крупных станций (участковых, пассажирских, технических, сортировочных) с нужной степенью детализации информации;

централизованный контроль и местное управление объектами;

комбинированное управление и централизованный контроль объектов ЭЦ (управление маршрутами в зоне главных путей станции осуществляется ДНЦ, а передвижениями в других районах станции руководит ДСП).

***Вспомогательный режим***реализуется в системе при возникновении отказов в устройствах СЦБ передачей на КП ответственных команд, исполняемых без проверки условий безопасности устройствами ЭЦ и посылаемых диспетчером с соблюдением определенного регламента.

К таким командам относятся:

аварийная смена направления движения на перегоне, оборудованном двусторонней автоблокировкой;

вспомогательное разблокирование перегона на участках с полуавтоматической блокировкой (искусственная дача прибытия поезда в полном составе);

вспомогательный перевод стрелок при ложной занятости стрелочного участка;

искусственное размыкание замкнутых в маршруте путевых и стрелочных участков;

управление переездом, расположенным в пределах станции.

Пользование ответственными командами допускается после проверки на месте состояния стрелочного перевода, путевых стрелочных участков и станционных путей с выполнением требований пп. 2.15, 2.16, 2.17 Инструкции по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Российской Федерации.

***В аварийном режиме***(при выходе из строя канала связи, оборудования ДЦ и других повреждениях устройств СЦБ, не указанных выше) на станциях вводится резервное управление (РУ). При этом может сохраняться централизованный контроль у ДНЦ.

Резервное управление на станциях, входящих в диспетчерский круг, возможно только дежурным по станции непосредственно с пульта ЭЦ. Переход на РУ и обратно должен осуществляться ДСП поворотом ключа в пульте управления на раздельном пункте по устному распоряжению диспетчера. Должны исключаться одновременные управляющие воздействия поездного диспетчера и дежурного по станции при РУ и дистанционном управлении.

Развитие, модернизация и наращивание системы должно обеспечиваться: модульностью программных средств; формализацией описания объектов управления и контроля; использованием языков программирования высокого уровня; модульностью структуры технических средств; применением серийно выпускаемых аппаратных средств; использованием стандартных интерфейсов обмена с другими системами различных иерархических уровней.

Критерием отказа ДЦ является невыполнение любой из функций. Аппаратура должна обеспечивать круглосуточную эксплуатацию в непрерывном режиме.

При одиночных отказах в аппаратуре ПУ или КП действие системы ДЦ не должно нарушаться, т.е. система должна быть отказоустойчивой. Отказоустойчивость ДЦ может обеспечиваться самодиагностированием, «горячим» резервированием, автоматической реконфигурацией и восстановлением ПУ и КП при отказе отдельных элементов. Требования отказоустойчивости могут не предъявляться к КП станций АУ, включаемых только по контролю, так как непрерывность перевозочного процесса при отказах обеспечивается оперативным персоналом станции.

Динамические модели должны вестись на основе объективных данных, получаемых техническими средствами в режиме реального времени. Участие человека-оператора по вводу данных при отсутствии необходимых технических средств должно контролироваться устройствами.

Средний срок службы аппаратуры ПУ и КП должен быть не менее 10 лет с момента пуска в эксплуатацию. Средняя наработка на отказ при выполнении всех перечисленных функций ДЦ — не менее 10 000 ч. Коэффициент готовности системы ДЦ должен быть не менее 99,95 %.

Среднее время восстановления системы не более 15 мин (не учитывается время до прибытия ремонтного персонала на КП).

**Требования безопасности**. По достоверности передачи сигналов ТУ и ТС и допустимой вероятности образования ложных сообщений системы ДЦ должны относиться к телемеханическим комплексам I категории по ГОСТ 26.205—88. При вероятности искажения элементарного сигнала и независимых ошибках системы ДЦ должны обеспечивать:

вероятность трансформации сигнала ТУ не более ;

вероятность трансформации сигнала ТС не более ;

вероятность потери информации (допускается повторение до 5 раз) в канале ТУ не более ;

то же в канале ТС не более .

В тех случаях, когда по каналам ТС не передаются данные, связанные с безопасностью движения поездов, допускается снижение требований к достоверности передачи информации до уровня телемеханических комплексов III категории. В этом случае вероятность трансформации сообщений и потери информации не должны превышать соответственно и .

Безопасность при формировании ответственных команд должна обеспечиваться также организационными мерами и реализовываться с участием двух агентов движения.

Безопасность программных и аппаратных средств, участвующих в передаче и приеме ответственных команд, должна отвечать требованиям отраслевых нормативных документов «Безопасность железнодорожной автоматики и телемеханики».

Интенсивность опасных отказов аппаратуры передачи и реализации ответственных команд должна быть не более 3 • 1/ч на одну команду.

Обслуживание технических средств ДЦ должно включать в себя два аспекта:

периодическое обслуживание технических средств на ПУ и КП и централизованный ремонт сменных модулей и блоков с использованием сервисных комплексов системы;

фирменное сервисное обслуживание технических средств вычислительной техники ПУ.

Сопровождение программного обеспечения осуществляет разработчик или проектировщик системы.

Техническое обслуживание устройств ДЦ должно выполняться специально подготовленным персоналом дистанции сигнализации и связи. Его периодичность, а также допустимое время с момента обнаружения неисправности до ее устранения должны обеспечивать заданный коэффициент готовности. При профилактическом обслуживании необходимо предусмотреть сравнение постоянной информации с эталонной для данного полигона управления и в случае несовпадения — восстановление заменой вышедших из строя модулей постоянного запоминающего устройства на исправные комплекты запасных инструментов и принадлежностей (ЗИП). Количественные показатели периодичности и трудоемкости, а также численность и квалификация обслуживающего персонала должны быть определены на этапе опытной эксплуатации.

Система должна быть снабжена комплектом ЗИП с вероятностью достаточности не менее 0,9, позволяющим обеспечить ее работоспособность в течение гарантированного срока эксплуатации. При хранении комплекта ЗИП должно обеспечиваться его исправное состояние в течение гарантированного срока и возможность немедленного использования.

Несанкционированный доступ к информации исключается особенностями построения программного обеспечения и существующими организационными мерами, не допускающими нахождения посторонних в АДЦУ. По желанию заказчика несанкционированный доступ к системе может исключаться вводом паролей и (или) дополнительных индивидуальных аппаратных средств (ключей, магнитных карт), блокирующих работу АРМа. Аппаратура КП должна размещаться в запираемых помещениях.

Сохранность информации обеспечивается резервированием технических средств ее хранения. Данные ПУ и КП должны быть защищены от разрушений при отказах и сбоях устройств энергоснабжения.

Программное обеспечение должно поддерживать функци-онирование системы в ручном режиме при длительном непоступлении данных от КП, из-за перерывов в энергоснабжении, отказов КП и каналов передачи данных при обеспечении автоматического запуска и перезапуска системы.

Сбои в передаче и приеме сигналов не должны приводить к прекращению функционирования системы.

**Требования к защите от влияния внешних воздействий**. Аппаратура ДЦ должна соответствовать требованиям устойчивости к помехам в соответствии с ГОСТ Р 50656. Амплитуды испытательного воздействия для различных видов помех при степени жесткости 3 и критерии качества функционирования А для ответственных команд и критерия В для остальных команд приведены ниже.

1. Амплитуда испытательного воздействия при подаче помехи на цепь электропитания.

2. Амплитуда испытательного воздействия при подаче помехи на цепь ввода-вывода.

3. *UH* — номинальное напряжение электропитания.

Для выполнения требований защиты от электромагнитных помех необходимо предусмотреть:

использование адаптеров ввода-вывода, обеспечивающих гальваническую развязку вычислительной техники и линии связи;

оборудование источника питания сетевым фильтром, при необходимости разработку дополнительных мероприятий на стадии технического проекта с учетом реальной электромагнитной обстановки;

защиту от кратковременных возмущений в программе ввода информации о состоянии объектов СЦБ.

Устройства ДЦ должны относиться к потребителям электроэнергии особой группы I категории. Система ДЦ должна быть рассчитана на электропитание от сети переменного тока частотой 50 Гц номинальным напряжением 220В с допустимыми отклонениями от 187 до 242В. Устройства электропитания аппаратуры ДЦ на ПУ должны обеспечивать бесперебойное питание при переключениях фидеров питания или перерывах в подаче электроэнергии до 6 ч.

При прекращении поступления сигналов ТС из линии система должна исключать представление устаревшей информации оперативному персоналу по истечении времени не более 1 мин после последнего получения ТС от КП с индикацией отсутствия связи с КП. Система ДЦ должна допускать возможность выборочного исключения и обратного включения в систему КП.

Система ДЦ является системой реального времени. Время предоставления оперативному персоналу информации об изменениях контролируемых объектов (включая съем информации, передачу по каналам связи и обработку на ПУ) не должно превышать 6 с.

Допустимое время реакции системы на клавиатуру не должно быть более 0,5 с.

Время передачи команд ТУ от ПУ на КП должно быть не более 1 с.

При проектировании системы должна обеспечиваться возможность настройки приоритетов предоставления различных видов информации.

Обработка оперативной информации должна проводиться в соответствии с функциональными задачами на общей базе данных, основу которых составляет информация о состоянии путевых объектов устройств СЦБ, характеристики подвижных средств и т.д.

**2. Новые функциональные возможности аппаратуры центрального и линейного постов**

В развитии комплекса автоматизации диспетчерского управления можно выделить следующие перспективы:

переход на современную элементную базу;

повышение показателей надежности и безопасности;

расширение функциональных возможностей;

интеграция с автоматизированными подсистемами станционного уровня и вышестоящими системами управления;

достижение высоких показателей технико-экономической эффективности и улучшения эксплуатационных показателей.

Легко решаются вопросы обеспечения высоких показателей надежности при резервировании устройств. Причем резервирование аппаратуры ДЦ охватывает не только средства вычислительной техники (контроллер, чем обычно ограничиваются разработчики систем ДЦ), но и все элементы, непосредственно обеспечивающие непрерывность перевозочного процесса (устройства сопряжения по контролю и управлению ЭЦ, каналы, каналообразующая аппаратура, источники питания).

Предусматриваются следующие режимы переключений на резервную аппаратуру:

автоматический — для обеспечения периодичности реального функционирования полукомплектов, при нарушениях работы одного из полукомплектов на основе диагностической информации, которой обмениваются контроллеры по локальной вычислительной сети;

дистанционный — при систематических сбоях КП, посылкой команды телеуправления поездным диспетчером;

ручной — электромеханик нажимает соответствующую кнопку на панели управления внутри шкафа.

Кроме того, резервирование также обеспечивает съем и передачу информации о состоянии контролируемых объектов по независимым программно-аппаратным каналам, повышающим достоверность информации, что особенно важно во вспомогательных режимах управления при принятии диспетчером решения о пользовании ответственными командами.

В современных системах ДЦ увеличен объем передаваемых ответственных команд, реализуемых по правилам построения безопасных схем.

Перечень команд вспомогательного режима управления включает в себя:

аварийную смену направления на перегоне, оборудованном двусторонней автоблокировкой;

искусственное размыкание маршрутов;

вспомогательное открытие переезда;

вспомогательный перевод стрелок при ложной занятости рельсовой цепи стрелочно-путевой секции;

разблокирование перегона на малодеятельных участках ДЦ, оборудованных устройствами счета осей для контроля перегонов, в случае сбоя в их работе;

пользование пригласительными сигналами (для метрополитенов).

Выполнение этих функций системой повышает живучесть перевозочного процесса при нарушениях нормальной работы устройств СЦБ.

Современные системы ДЦ также интегрируют и новейшие информационные технологии (рис. 1).

На уровне центра управления ДЦ различают шесть основных функциональных подсистем:

диалоговую;

управления и контроля состояния объектов управления (ОУ) систем ЖАТ (система телемеханики в узком смысле слова по МЭК 870-1-1—93);

моделирования, прогноза и отображения хода технологического процесса (включает в себя график движения, поездную, вагонную и локомотивную модели);

нормативно-справочной информации;

самоконтроля и диагностирования системы и оборудования;

протоколирования работы системы.

***Диалоговая подсистема***должна обеспечивать отображение информации и взаимодействие оперативного персонала (ОП) с ДЦ данного участка, соседних полигонов управления (диспетчерских участков, узлов и крупных сортировочных, участковых и пассажирских станций), с другими информационно-управляющими системами (системой выдачи предупреждений об ограничениях скорости, устройствами телемеханики, энергоснабжения и др.), а также связь с вышестоящими системами и информационно-вычислительным центром (ИВЦ) дороги.

***Подсистема управления и контроля***состояния объектов управления систем ЖАТ должна обеспечивать выполнение функций ТУ-ТС. Задачами этой подсистемы является не только прием, обработка и формирование приказов, но и обеспечение требуемых уровней сигналов для соответствующего канала, а также защита от электромагнитных помех и грозы.

***Подсистема моделирования и управления****,* прогноза и отображения хода технологического процесса (ТП) на полигоне должна обеспечивать перемещение номера поезда на экране монитора, предоставлять информацию о подходах и вступлении поездов в зону полигона управления, о дислокации поездов, локомотивов и вагонов на полигоне, готовности и резерве времени локомотивных бригад, графике исполненного движения (ГИД) поездов. Динамические модели (вагонная, локомотивная и поездная) должны вестись на основе объективных данных, полученных техническими средствами в режиме реального времени. Информация о состоянии стационарных путевых объектов обновляется в ритме реального перевозочного процесса. Результаты моделирования являются основой для отображения прогнозного графика и своевременного информирования ОП о предстоящих технологических операциях. Совместно с другими подсистема моделирования и управления реализует автоматическое управление маршрутами на основе прогнозного графика после согласия диспетчера или по задаваемой им программе пропуска поездов. Должна обеспечиваться возможность безопасного предварительного задания маршрута при установленном враждебном маршруте. Предварительно заданный маршрут должен устанавливаться автоматически с выдержкой времени не менее 5 с после размыкания установленного враждебного маршрута. Системой ЭЦ должен исключаться перевод стрелок в случае преждевременного размыкания секций в предыдущем маршруте. Предварительно заданные маршруты должны визуально контролироваться ДНЦ.

***Подсистема нормативно-справочной информации***должна содержать данные двух видов: постоянные и условно-постоянные. К первым относятся характеристики полигона управления: профиль участка, пути пропуска и остановки поездов с опасными грузами класса 1 и негабаритными грузами на станциях, длина приемоотправочных путей в условных вагонах и т.п. Условно-постоянной является информация, которая остается постоянной в течение продолжительного времени, например время ограничения скорости на участке, «окна» для выполнения профилактических и ремонтных работ, натурный лист состава, места выхода ремонтных бригад.

***Подсистема диагностирования***должна обеспечивать поддержание параметров надежности и достоверности ДЦ на заданном уровне, а также телеконтроль состояния устройств СЦБ.

***Подсистема протоколирования***работы ДЦ («черный ящик») обеспечивает фиксацию управляющих воздействий оперативного персонала, поездной обстановки, сбоев функционирования, результатов диагностирования и регламентных проверок после восстановления работоспособности устройств. Данные протоколируются на винчестере АРМ ДНЦ или сервере. Как правило, запись осуществляется в двух форматах: в виде текстового и двоичного (бинарного) файла. В первом случае протокол содержит строки с указанием времени, станции и действий диспетчера (установка маршрута, перевод стрелки и т.п.) или событий в системе (неисправность светофора, потеря контроля стрелок) и при необходимости выдается на печать.

Двоичные данные дают возможность просмотра на экране монитора функционирования системы и работы ДНЦ воспроизведением поездного положения (режим «кино»), что особенно удобно при разборе нарушений и сбоев для оценки взаимосвязи технологических событий. Пользователю предоставляется просмотр в ритме реального времени с возможностями ускорения или замедления хода событий.

Работу с протоколами системы поддерживает специальное сервисное программное обеспечение. Его задачами является обеспечение:

интерфейса взаимодействия с пользователем (возможность задания периода просмотра протоколов, сортировки и фильтрации данных по устанавливаемому ключу);

записи и резервирования копий протоколов;

включения диагностических режимов для контроля параметров в системе (например, просмотр состояния канала в интересующий момент контроля);

контроля продолжительности хранения протоколов и их автоматической архивации по истечении установленного срока;

доступа к архиву для получения протоколов за более длительный период;

контроля за использованием ресурсов памяти и удаления устаревших файлов;

переноса протоколов и архива на другие носители данных (дискеты, стриммеры и т.п.).

Результаты расшифровки протоколов имеют юридическую силу и используются для анализа и расследования нарушений безопасности движения поездов. Распечатка протоколов, заверенная начальником отдела перевозок отделения железной дороги, является документом для расследования нарушения движения поездов.

Доступ к протоколам имеют электромеханик поста ДЦ, начальник дистанции сигнализации и связи, ревизоры по безопасности движения поездов. Протоколы и их бумажные копии хранятся в течение одного месяца. При нарушении движения поездов заверенная распечатка протокола хранится в течение 12 мес.

**3. Совмещение функций диспетчерской и электрической централизации**

Применение современных средств вычислительной техники на нынешнем этапе определяет стратегию совершенствования элементной базы станционных систем железнодорожной автоматики и, в частности, контролируемого пункта диспетчерской централизации. Этим достигается снижение материало- и энергоемкости устройств при существенном увеличении информационной емкости. Применение программируемой элементной базы позволяет реализовать существующие функции КП меньшими аппаратными средствами, а также достичь их значительного расширения. Функции ЭЦ по автоматизации установки маршрутов и другие, не связанные с обеспечением безопасности, выполняются средствами вычислительной техники. Такое техническое решение позволяет оптимизировать и упростить принципиальные электрические схемы, сократить количество используемых реле.

Программными средствами в интеллектуальных КП также решаются задачи автоматической установки маршрутов (АУМ), тогда как технические решения в релейной системе АУМ-76 требуют дополнительной установки статива и увязки с устройствами ЭЦ. Программная реализация позволяет оптимизировать АУМ в целом для всего путевого развития станции. Например, сокращается число реле логики управления для устройств автоматической очистки стрелок. Выбор индивидуальной или циклической обдувки и ее режима (нормальный или усиленный) содержится в команде телеуправления и программно все необходимые временные интервалы очистки реализуются КП. Аналогично для функции двукратного перевода стрелок не требуются дополнительные реле управления стрелками благодаря программной реализации алгоритма.

Таким образом, с точки зрения традиционных функций ЭЦ, на средства вычислительной техники возлагается ряд задач: выполнение функций маршрутного набора; реализация режима автодействия светофоров; двукратный перевод стрелки; последовательный перевод стрелок; фиксация неисправностей; оповещение монтеров пути; обдувка стрелок; резервирование предохранителей.

С учетом сказанного логичным развитием контролируемого пункта явилась разработка на его базе релейно-компьютерной системы электрической централизации на базе микро ЭВМ и программируемых контроллеров (ЭЦ-МПК). Функционально обеспечивается компьютерное управление при установке (отмене) маршрутов на станции без традиционных табло и манипуляторов с сокращением наборной части ЭЦ. Благодаря реализации ряда функций средствами вычислительной техники и достигнутому сокращению размеров система эффективна при новом строительстве и реконструкции устройств на станции с возможностью размещения аппаратуры в существующих зданиях постов ЭЦ. Кроме того, технические средства ЭЦ-МПК реализуют функции линейного пункта ДЦ без дополнительных затрат.

При размещении на станции АРМов дополнительно обеспечивается выполнение и ряда новых функций, получаемых благодаря использованию программируемой элементной базы:

автоматическое протоколирование действий персонала, работы системы и устройств (функция «черного ящика»);

оперативное предоставление нормативно-справочной информации и данных технико-распорядительного акта (ТРА) станции;

реализация функций линейного пункта ДЦ для кодового управления станцией без дополнительных капитальных затрат;

автоматизация управления формированием маршрутных заданий на предстоящий период без ограничения емкости буфера;

накопление маршрутов как по принципу очереди, так и по времени исполнения (без ограничения емкости буфера) для схем исполнительной группы, допускающих такую возможность;

хранение, просмотр и статистическая обработка отказов в ЭЦ;

поддержка оперативного персонала в нештатных ситуациях (исключение некорректных действий пользователя, режим подсказки);

реконфигурация зоны управления (возможность привлечения помощника при увеличении загрузки, или, наоборот, использование нескольких человек в дневной период и одного ночью, или передача на кодовое управление с близлежащей соседней станции в ночное время суток);

сопряжение с информационными системами вышестоящего уровня: АСОУП — Автоматизированная система оперативного управления перевозками, АСУСС — Автоматизированная система управления сортировочными станциями и др.

В системе реализуются программное маршрутное и индивидуальное управления стрелками, кроме того, обеспечивается возможность автоматической установки маршрутов на предстоящий период (при согласии ДСП) с выдачей речевых сообщений в случаях недопустимых отклонений и нарушений в работе устройств.

Вся информация по контролю при необходимости отображается на станционном АРМе электромеханика, который позволяет выполнять проверку функционирования устройств обслуживающим персоналом.

**4. Автоматизация составления нормативного, исполненного и прогнозного графиков**

Основой организации перевозочного процесса является график движения поездов, который представляет собой план эксплуатационной деятельности на полигоне железной дороги и объединяет работу всех подразделений: станций, локомотивных депо, пунктов технического обслуживания, тяговых подстанций, экипировочных депо, дистанций пути, сигнализации и связи и др. Правильная организация и точное выполнение технологического процесса каждым подразделением предопределяет движение поездов без отклонения от графика. График движения поездов должен обеспечивать удовлетворение потребностей народного хозяйства и населения в перевозках и иметь резервы.

График движения устанавливает время прибытия, отправления или безостановочного проследования поездов по каждому раздельному пункту, время следования поездов по перегонам, продолжительность нахождения локомотивов на конечных станциях. Время следования поездов между станциями (перегонное время) устанавливается на основе тяговых расчетов и уточняется в опытных поездах. Продолжительность стоянок определяется технологическими процессами, выполняемыми с поездом на станциях.

График движения поездов изображается в координатах «время — путь», где по оси абсцисс показывается время, а по оси ординат — раздельные пункты. Следование поездов между станциями условно обозначают прямыми линиями (рис.2), что соответствует равномерному движению, хотя в действительности поезда следуют неравномерно, с ускорением и замедлением. Наклон линий хода поездов на графике характеризует скорость движения, чем круче линия, тем больше скорость поезда. На рис. 2 линия хода пассажирского поезда более крутая, чем грузовых поездов, что соответствует большей скорости движения этого поезда. Одинаковый наклон нитки поезда для различного времени хода на перегоне обеспечивается пропорциональным масштабированием расстояний между осями раздельных пунктов. Горизонтальная площадка на оси ординат между временем прибытия и отправления поезда составляет продолжительность его стоянки.

С учетом данных о размерах движения один раз в год составляется нормативный, «министерский», график, который может корректироваться дорогой на зимний период. Движение основных пассажирских поездов остается в графике неизменным в течение трех лет. Для уменьшения влияния сезонной неравномерности пассажирских перевозок на грузовое движение часть пассажирских поездов указывается на нормативном графике для использования с увеличением пассажиропотока. Линии этих поездов прокладываются на нормативном графике штриховой линией и могут применяться для пропуска грузовых поездов.

При составлении нормативного графика должны обеспечиваться: минимальная продолжительность перевозок грузов и пассажиров, наиболее благоприятные условия проезда пассажиров, рациональное использование локомотивов, вагонов, пропускной способности линий и перерабатывающей способности станций, соблюдение норм работы локомотивных бригад, безопасность движения и экономичность перевозок. С учетом этих требований создание нормативного графика представляет собой сложную оптимизационную задачу, решаемую с применением ЭВМ.

Однако для оперативной работы диспетчера по организации реального перевозочного процесса используется плановый график. Его получают корректировкой нормативного графика с учетом работы хозяйственных поездов, ограничений скоростей движения, выполнения ремонтных работ. При значительных изменениях нормативного графика (например, при закрытии перегона) разрабатывается новый вариантный, график, являющийся плановым для диспетчера.

Плановый график, действующий на диспетчерском участке как часть нормативно-справочной информации вводится в ПЭВМ APМ ДНЦ от АРМа инженера-графиста в режиме межмашинного обмена через вычислительную сеть АДЦУ. Учитывая, что часть поездов по участку может следовать по диспетчерским приказам, программные средства АРМ ДНЦ позволяют внести изменения в плановый график оперативным, ручным вводом диспетчером новых расписаний. Это в значительной степени облегчается при графическом интерфейсе прокладки ниток графика. При наличии «окон» для ремонтных и строительных работ, а также утвержденных предупреждений об ограничениях скоростей движения эта информация также отображается на поле планового графика и может корректироваться диспетчером, например, при задержках производства работ.

Актуальный плановый график отображается на АРМе поездного диспетчера в традиционной графической форме для интересующего интервала с обозначением вертикальной оси текущего времени. Пользователю предоставляется возможность масштабирования и прокрутки (скроллинга) по горизонтальной и вертикальной осям, причем в последнем случае обеспечивается отображение путей станции и плана их использования.

График исполненного движения формируется автоматически при движении поездов по станциям на основе вычислений времени прибытия и отправления поездов по технологическим событиям занятия и освобождения рельсовых цепей. Алгоритм автоматического построения графика предполагает решение двух главных задач: идентификация номера поезда и его трансляция (слежение) при движении поезда по участку.

Номера поездов могут определяться:

вручную диспетчером непосредственным их вводом с алфавитно-цифровой клавиатуры или выбором номера нитки планового графика;

полуавтоматически при совпадении данных подхода поездов с данными АСОУП или планового графика с подтверждением диспетчером правильности присвоения номера нитке на графике;

автоматически при оборудовании поездов техническими средствами идентификации (индивидуальными датчиками на подвижном составе и стационарными устройствами считывания на станциях).

Задача трансляции номера поезда включает в себя индикацию присвоенного номера на путевом плане при движении поезда (занятии и освобождении рельсовых участков подвижной единицей).

Координатная сетка графика исполненного движения аналогична плановому графику. Взаимное перемещение оси текущего времени и графика исполненного движения должно осуществляться в ритме реального времени с дискретизацией не более 1 мин. Собственно левая сторона относительно оси текущего времени и представляет собой состоявшийся технологический процесс движения поездов. Кроме ниток на поле графика отображаются: действующие предупреждения, связанные со снижением скорости, закрытием путей, перегонов, станций и т.п., запрещения следования электроподвижного состава, увязка локомотивов по пунктам оборота, пометки и комментарии ДНЦ. При переходе на безбумажную технологию ведения графика исполненного движения дополнительно разрабатываются программные средства ручной прокладки ниток для случая перерывов функционирования систем ДЦ и организации движения по докладам дежурных. При восстановлении работоспособности системы должен возобновиться автоматический режим ведения графика.

«Окна» и предупреждения должны вводиться в систему либо автоматически от других автоматизированных подсистем, либо вручную поездным диспетчером. Они отображаются на графике с привязкой к станциям и перегонам участка, а также к времени начала и окончания действия, образуя прямоугольник, который заштриховывается линиями различного цвета в зависимости от служб, которым предоставлено «окно».

Пометки представляют собой записи и комментарии диспетчера на графике исполненного движения и содержат сведения: о причинах отклонения поездов от планового графика; об использовании локомотивов; о поездной и маневровой работе; о порядке закрепления составов и др.

Наряду с ведением графика исполненного движения должно обеспечиваться формирование приложения к графику, которое представляет собой сведения о составах.

Основой автоматизации управления маршрутами является прогнозный график, в котором увязываются исполненный и плановый графики. С учетом реального хода перевозочного процесса из исполненного графика и предстоящих передвижений планового графика формируется прогноз, целью которого является сокращение потерь в движении при отклонениях движения поездов от графика. Расписания прогнозного графика создаются, справа от оси реального времени как продолжение исполненного графика корректировкой ниток планового графика с учетом фактических отклонений движения поездов от графика. Результаты машинного прогнозирования, согласованные диспетчером на предстоящий период планирования, могут быть автоматически реализованы в задаче «автодиспетчер» передачей команд установки маршрутов на станции участка в соответствующие интервалы времени.