

в развитых странах оценивается в сумму, эквивалентную аварии на Белорусской железной дороге. Это ведет к принятию неадекватных решений. Многие достижения научно-технологического прогресса, направленные на повышение безопасности перевозочного процесса, признаются экономически неоправданными и не применяются в практике.

Анализ развития теории безопасности транспортных систем показывает, что на первом этапе использовался сравнительный метод оценки безопасности за определенный период наблюдения, т.е. хронологический подход. Он позволяет отследить тенденции роста или уменьшения количества опасных состояний и принять соответствующие решения.

Второй период развития теории и методов расчета безопасности транспортных систем можно назвать хронометрическим, когда безопасность оценивалась по ряду относительных показателей. Главным недостатком этого периода является невозможность прогнозирования опасных ситуаций и детерминистический подход к оценке уровней риска, отсутствие механизмов оценки реального ущерба от нарушения безопасности.

Третий этап (современный период) развития методов связан с вероятностным представлением о характере транспортных процессов, учетом скрытых взаимосвязей между опасными, неопасными отказами и нарушением безопасности перевозочного процесса (взаимная корреляция). В рамках этого этапа особую важность приобретает разработка эталонных алгоритмов расчета безопасных режимов работы транспортных систем (например, длина тормозного пути, видимость на дороге, продолжительность реакции машиниста локомотива, дежурного по станции, диспетчера, других работников, расчетная скорость, требования к плану и профилю железнодорожной линии, другие важные параметры). На конкретных примерах в докладе иллюстрируется ограниченность существующих методов и предлагаются пути их совершенствования.

Безопасность перевозочного процесса во многом определяется структурой анализируемых систем, поэтому следует поставить на повестку дня вопрос оценки влияния структуры системы на ее безопасность. Расчеты, выполненные для отдельных железнодорожных узлов Белорусской железной дороги, позволили установить структурно наиболее опасные станции, отдельные пункты и рациональнее распределить ресурсы на поддержание заданного уровня безопасности.

Малоизученной проблемой в теории безопасности является оценка влияния стимула работников на обеспечение безопасности перевозочного процесса. Предлагается рассмотреть целесообразность введения профессиональной награды за безаварийную и безупречную работу на железнодорожном транспорте свыше 20 лет.

УДК 656.2.08

МНОГОУРОВНЕВАЯ СИСТЕМА ИНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Е. Н. РОЗЕНБЕРГ

Всероссийский научно-исследовательский институт автоматизированных систем

Несмотря на принимаемые на железнодорожном транспорте Российской Федерации меры по профилактике нарушений безопасности, продолжают иметь место случаи проезда запрещающих сигналов светофоров, выезда маневровых составов на маршруты движения поездов, технические ошибки диспетчерского и обслуживающего персонала технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), отвечающих за обеспечение безопасности движения поездов. Для снижения уровня брака в каждом из хозяйств железных дорог ведется целенаправленное создание приборов и систем для повышения безопасности, совершенствуется организационная и техническая структура эксплуатации технических средств, для чего привлекаются значительные инвестиции.

Объединение технических возможностей вновь создаваемых за последнее время микропроцессорных устройств управления и контроля за движением поездов, использование радиоканала, спутниковой навигации для связи стационарных и подвижных объектов является задачей создания современной интегрированной многоуровневой системы интервального регулирования и обеспечения безопасности движения поездов (МС), в процессе разработки которой учтен весь передовой отечественный и зарубежный опыт, а также последние достижения науки и техники в данной области.

Бортовые системы на поезде (основной и маневровой автоматической локомотивной сигнализации) имеют выход на радиоканал, благодаря чему возникает возможность организовать обмен необходимой информацией между стационарными устройствами ЖАТ и локомотивом для целей управления поездным движением и маневровой работой. Эта тенденция становится преобладающей и в мировой практике создания интегрированных систем управления и обеспечения безопасности движения поездов. В значительной степени этому процессу содействует прогресс в области систем связи и средств обработки данных. Централизация управления движением поездов предусматривает не только оптимизацию перевозочного процесса, но и создание локальных систем обеспечения безопасности, диагностики технических средств с передачей в центр управления информации о поездном положении, состоянии подвижного состава, технических средств ЖАТ.

Создание МС предполагает разработку единых требований к бортовым и стационарным устройствам безопасности, каналу связи между ними, протоколам обмена данными, принципам построения системы формирования и передачи ответственных команд. Создание МС приводит также к значительному расширению функций традиционных систем ЖАТ, основными из которых являются: безопасное управление маршрутами движения поездов и маневровых передвижений; сбор и обработка информации о состоянии подвижного состава, технических средств ЖАТ; обеспечение безопасности работающих на путях и др.

Безопасность выполнения функций МС должна обеспечиваться за счет контроля за состоянием объектов управления и технических средств; контроля за действиями персонала; автоматизации управляющих функций оператора и выработки рекомендаций в условиях нарушения штатного режима движения поездов; резервирования и дублирования отдельных функций и устройств; диагностирования параметров технических средств; блокирования зависимостей при обнаружении опасного отказа; блокирование действий операторов при нарушении ими порядка приема и отправления поездов; принудительной остановки поезда (маневрового состава) при нарушении условий безопасности движения; автоматического оповещения работающих на путях о приближении поезда.

Система должна решать также ряд общих задач, таких как оптимизация перевозочного процесса; выполнение сервисных функций, связанных с ведением базы статистических данных о функционировании устройств ЖАТ. Предусматривается также интеграция МС в глобальную информационную структуру сети железных дорог, что позволит повысить культуру труда персонала и качество предоставляемых железными дорогами услуг. Укрупненная структура технических средств МС приведена на рисунке 1.

Важные функции МС, связанные с обеспечением безопасности перевозочного процесса и управлением движением поездов, централизуются и автоматизируются на первом уровне системы, включающем пост диспетчерской централизации (ДЦ). Технические и программные средства поста ДЦ обеспечивают: задание маршрутов следования поездов; контроль за приготовлением маршрутов для пропуска поездов и маневровых составов; контроль за выполнением условий безопасности при ведении поездов и правильности выполнения зависимостей в устройствах ЖАТ. На первом уровне реализуются следующие функции: принудительная остановка поезда или маневрового состава при нарушении условий безопасности; блокирование зависимостей устройств ЖАТ при опасном отказе или несанкционированном вмешательстве в работу устройств; блокирование действий операторов (ДСП, ДНЦ) при нарушении порядка пользования устройствами; выработка рекомендаций оперативного персонала в условиях нарушения штатного режима движения поездов или сбоя в работе технических средств.

Все посты ДЦ дороги соединяются через соответствующие каналы связи с центром управления перевозками (ЦУП), основной частью которого является центральный обрабатывающий комплекс (ЦОК). Он работает в режиме управления и сбора информации с объектов управления, диагностических систем, устройств контроля за подвижным составом, формирует модель работы участка, ведет ее в реальном масштабе времени, выдает рекомендации по оптимизации работы участка.

Основу второго уровня МС составляют системы электрической централизации (ЭЦ), которые осуществляют приготовление маршрутов следования поездов путем управления стрелками и сигналами, и системы интервального регулирования (СИР) движения поездов. Функция управления маршрутами движением поездов МС реализуется в двух направлениях: активное воздействие на объекты управления, включая экстренную остановку поезда при нарушении условий безопасности движения; формирование прогноза развития поездного положения, выработка рекомендаций для оперативного персонала по оптимальному разрешению конфликтных ситуаций.

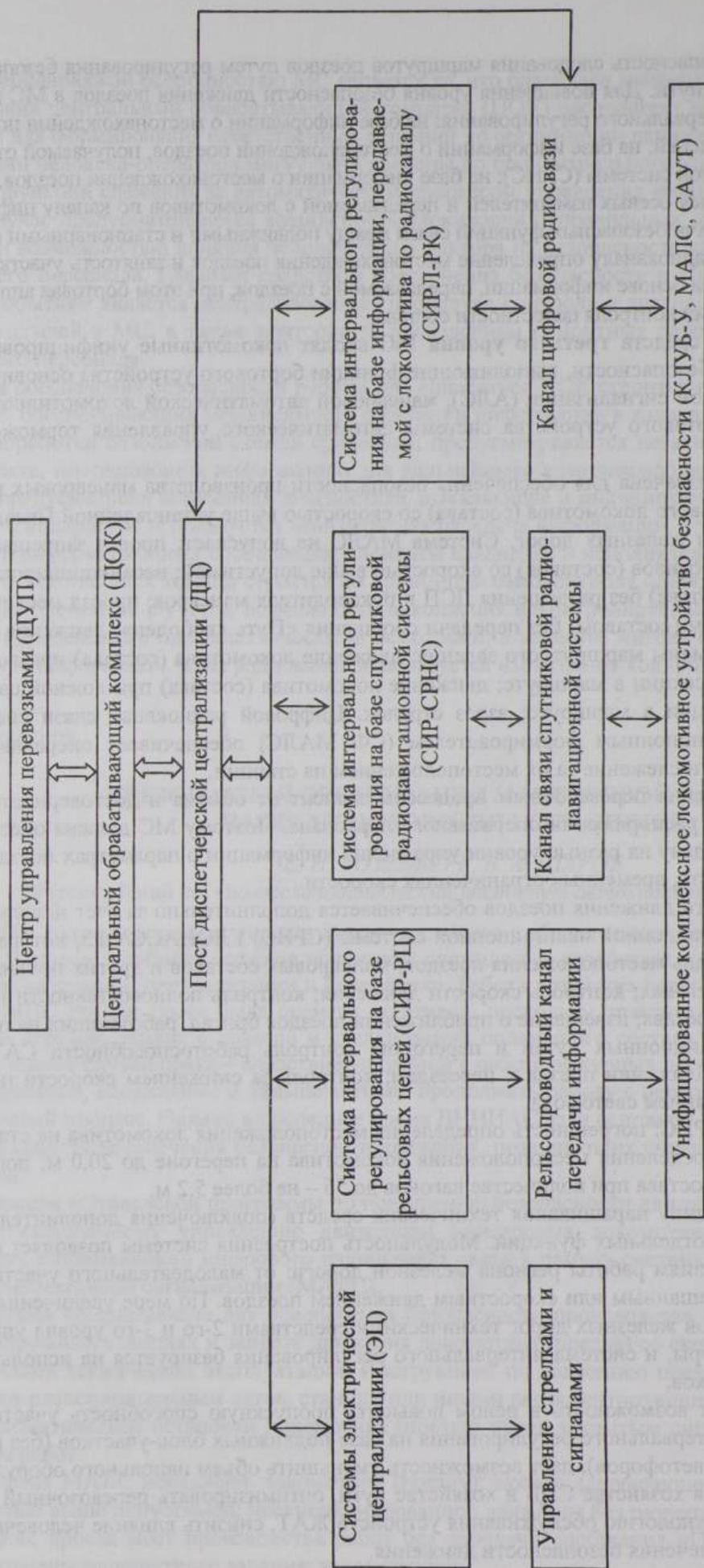


Рисунок 1— Укрупненная структурная схема технических средств многоуровневой системы интервального регулирования и обеспечения безопасности

СИР обеспечивают безопасность следования маршрутов поездов путем регулирования безопасного интервала между ними по пути. Для повышения уровня безопасности движения поездов в МС предусмотрены три системы интервального регулирования: на базе информации о местонахождении поездов, получаемой от рельсовых цепей; на базе информации о местонахождении поездов, получаемой от спутниковой радионавигационной системы (СРНС); на базе информации о местонахождении поездов, получаемой с помощью бортовых осевых измерителей и передаваемой с локомотивов по каналу цифровой радиосвязи. По мере передачи безопасных функций связи между подвижными и стационарными объектами от рельсовой линии радиоканалу определение местонахождения поездов и занятость участков пути может осуществляться на основе информации, передаваемой с поездов; при этом бортовая аппаратура дополняется устройствами контроля целостности состава.

В состав технических средств **третьего уровня** МС входят локомотивные унифицированные комплексные устройства безопасности, выполняющие функции бортового устройства основной автоматической локомотивной сигнализации (АЛС), маневровой автоматической локомотивной сигнализации (МАЛС) и бортового устройства системы автоматического управления торможением (САУТ).

Система МАЛС предназначена для обеспечения безопасности производства маневровых работ, запрета движения маневрового локомотива (состава) со скоростью выше установленной Правилами технической эксплуатации железных дорог. Система МАЛС не допускает: проезд запрещающих сигналов; движение локомотивов (составов) со скоростью выше допустимой; несанкционированное движение локомотива (состава) без разрешения ДСП и руководителя маневров; проезд мест производства работ локомотивом (составом) без передачи сообщения «Путь свободен»; движение локомотива (состава) после отмены маршрутного задания; движение локомотива (состава) при ложной занятости изолированной секции в маршруте; движение локомотива (состава) при ложной свободности изолированной секции в маршруте; взрез стрелок. Цифровой радиоканал связи системы МАЛС совместно со станционным формирователем (СФ МАЛС) обеспечивает оперативность управления локомотивами и слежение за их местоположением на станции.

Эффективность управления перевозочным процессом зависит от объема и достоверности информации, находящейся в распоряжении оперативного персонала. Поэтому МС должна обеспечивать формирование и передачу на разные уровни управления информации о параметрах поезда, состоянии технических средств, временных ограничениях скорости.

Повышение безопасности движения поездов обеспечивается дополнительно за счет использования спутниковой радиолокационной навигационной системы (СРНС) ГЛОНАСС/ОРЗ, которая позволяет обеспечить: контроль местоположения поездов, маневровых составов и других подвижных единиц на станциях и перегонах; контроль скорости движения; контроль полносоставности на основе определения длины состава; извещение о приближении поездов бригад, работающих на путях; контроль свободности станционных путей и перегонов; контроль работоспособности САУТ и КЛУБ; оповещение о приближении поезда к переездам; контроль за снижением скорости поезда перед запрещающим показанием светофора.

Основные параметры СРНС: погрешность определения местоположения локомотива на станции 0,5–1,0 м; погрешность определения местоположения локомотива на перегоне до 20,0 м; погрешность определения длины состава при количестве вагонов до 56 – не более 5,2 м.

МС построена по принципу наращивания технических средств (подключения дополнительных модулей) для выполнения отдельных функций. Модульность построения системы позволяет адаптировать ее к любым условиям работы региона железной дороги: от малодеятельного участка до участка с интенсивным смешанным или скоростным движением поездов. По мере увеличения степени оснащения участков железных дорог техническими средствами 2-го и 3-го уровня упраздняются проходные светофоры, и система интервального регулирования базируется на использовании подвижных блок-участков.

Использование МС дает возможность в целом повысить пропускную способность участка за счет перехода к системе интервального регулирования на базе подвижных блок-участков (без рельсовых цепей и проходных светофоров), дает возможность уменьшить объем напольного оборудования, снизить трудозатраты в хозяйстве СЦБ и хозяйстве пути, оптимизировать перевозочный процесс, усовершенствовать технологию обслуживания устройств ЖАТ, снизить влияние человеческого фактора на уровень обеспечения безопасности движения.

Специфической особенностью МС является то, что благодаря взаимодействию подсистем различного уровня центральный обрабатывающий комплекс (ЦОК) располагает всей информацией, необходимой для формирования ответственных решений по организации движения поездов. В этом случае функции человека-оператора могут быть сведены до подконтрольного управления маршрутами либо до функции слежения за автоматическим процессом управления маршрутами. И в том, и в другом случае предусматривается возможность блокировки неправильных действий. Другой потенциальной возможностью влияния человеческого фактора на безопасность являются ошибки обслуживающего персонала. Главным средством обеспечения безопасности в МС по отношению к такого рода событиям является централизованная процедура контроля и диагностирования всей аппаратуры, входящей в МС, а также контроль за проведением ремонтных работ и действиями обслуживающего персонала.

Для обеспечения безопасности работы МС аппаратура ЦОК строится в виде двухканальных устройств, обеспечивающих независимость обработки информации в каналах и сравнение результатов этой обработки безопасной схемой сравнения; предусматривается независимое функционирование устройств, поставляющих информацию для дальнейшего комплексирования; во всех модулях системы предусмотрена встроенная диагностика, выявляющая и индицирующая отказы; в каналообразующей аппаратуре используется многократная передача информации, а также избыточное кодирование в информационных сообщениях; элементы сравнения и исполнительные элементы для реализации ответственных команд строятся по принципам самоконтроля одиночных отказов по полному перечню элементов с учетом возможности накопления неконтролируемых отказов за периоды времени, определяемые профилактическими осмотрами; в качестве метода обеспечения безопасности передачи информации через радиоканал используется избыточное кодирование.

УДК 656.2.08

БЕЗОПАСНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ МАНЕВРОВОЙ РАБОТЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЯХ

Е. Н. РОЗЕНБЕРГ, В. А. ШАРОВ

Всероссийский научно-исследовательский институт автоматизированных систем

В 2001 году на железных дорогах России состояние с обеспечением безопасности движения резко ухудшилось. Наиболее сложное положение сложилось в хозяйствах пути, вагонном, локомотивном, сигнализации, централизации и блокировки. Работа хозяйства перевозок на февральской Коллегии МПС России также была оценена негативно, поскольку практически не сокращается число взрывов стрелок, сходов с рельсов и столкновений подвижного состава при маневровых работах. Все основные случаи брака – следствие упущений в работе дежурных по станции.

Безусловно, необходимо и дальше активно продолжать работу с персоналом, организующим перевозочный процесс. Однако в последнее время ВНИИАС взял основной курс на разработку технических средств обеспечения безопасности движения, позволяющих снизить влияние человеческого фактора.

В рамках «Отраслевой программы по повышению безопасности движения» проведена работа по автоматизированному управлению движением маневровых локомотивов на железнодорожных станциях с применением цифрового радиоканала связи в рамках системы маневровой автоматической локомотивной сигнализации (МАЛС).

Система предназначена для обеспечения безопасности производства маневровых работ на железнодорожных станциях и запрета движения локомотива (поезда) со скоростью выше допустимой (Правилами технической эксплуатации, Инструкцией по движению поездов и маневровой работе, Техничко-распорядительным актом станции или иными регламентирующими документами), а также для автоматической остановки локомотива (поезда) перед закрытым сигналом или местом производства работ.

Система МАЛС исключает локомотиву (поезду): проезд запрещающих сигналов; движение со скоростью выше допустимой; несанкционированное движение без разрешения ДСП и руководителя маневров; проезд мест производства работ без передачи сообщения «Путь свободен»; движение после отмены маршрутного задания; взрыв стрелок.