



## Электроника на службе безопасности движения

Борис Никифоров

В статье описана Единая комплексная система управления и обеспечения безопасности движения (ЕКС), цели её создания и решаемые задачи. Приведены основные функции и новые потребительские свойства ЕКС, описаны структура, технические решения и особенности системы.

### Создание системы безопасности

29 ноября 2002 года МПС России было принято решение о создании Единой комплексной системы управления и обеспечения безопасности движения (ЕКС). Этому предшествовал ряд неприятных случаев нарушений безопасности движения. Разработка концепции системы ЕКС потребовала объединения сил учёных и ведущих специалистов Отраслевого центра внедрения новой техники и технологий (ОЦВ), Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ), Российского научно-исследовательского и проектно-конструкторского института информатизации, автоматизации и связи (ВНИИАС), Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), Уральского отделения Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (УО ВНИИЖТ), ЗАО «Нейроком», Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожной гигиены (ВНИИЖГ), Института технико-экономических изысканий и проектирования железнодорожного транспорта (ГИПРОТРАНСТЭИ) и создания творческого коллектива, насчитывающего более 100 высококвалифицированных учёных и специалистов. В 2003 году был выполнен 1-й этап проекта, названный ЕКС-1, в рамках которого на программно-интерфейсном уровне были объединены в единый комплекс три широко внедрённые подсистемы: унифицированная микропроцессорная система автоведения поезда (УСАВП), система автоматического управления тормозами (САУТ-ЦМ) и

комплексное локомотивное устройство безопасности (КЛУБ-У).

Концепцией создания ЕКС определены следующие цели и задачи:

- повышение безопасности и пропускной способности лимитирующих линий;
- единство оптимального управления и обеспечения безопасности движения;
- автоматическое и автоматизированное ведение поезда по участку;
- повышение живучести и помехозащищённости системы;
- обеспечение точного и безопасного выполнения графика движения;
- повышение рейсовой надёжности при максимальном уровне автоматизации;
- улучшение условий труда машиниста за счёт интеллектуальных возможностей системы;
- обеспечение невозможности несанкционированного отключения системы;



Приоритетной задачей ОАО «РЖД» является первоочередное оснащение Единой комплексной системой управления и обеспечения безопасности движения локомотивного парка пассажирского движения — электровозов серии ЧС2

- интеграция на локомотиве подсистем УСАВП, САУТ-ЦМ и КЛУБ-У в единую открытую систему с постепенным наращиванием функций.

### Структура ЕКС и иерархия построения

Система ЕКС построена на основе объединения трёх базовых подсистем: автоведения УСАВП, автоматического управления тормозами САУТ-ЦМ и безопасности КЛУБ-У (рис. 1).

В основе структуры ЕКС лежит УСАВП как подсистема, реализующая управление поездом с учётом всех требований, предъявляемых к системе в целом: обеспечение безопасности, выполнение графика, движение по энергооптимальной кривой и др. Поскольку задачи этой подсистемы по обеспечению оптимального и безопасного управления сложны, многомерны и непрерывны, требуется наличие специализированной подсистемы, интеллектуально воздействующей только на пневматические тормоза поезда. У такой подсистемы должны быть достаточно простые и безопасные алгоритмы управления, повышенные надёжность и помехозащищённость, исключение применения экстренного торможения. Эти функции в общей системе выполняет САУТ-ЦМ. Наряду с этим необходима подсистема с высоким уровнем надёжности, обеспечивающая защитные функции — таковой является КЛУБ-У. Эта подсистема решает специфические задачи приёма, фильтрации и дешифрации сигналов АЛСН (автоматической локомотивной сигнализации непрерывного действия), определения местоположения и контроля скорости. Её управляющее



Монтаж аппаратуры ЕКС на электровозе ЧС2

воздействие направлено на недопущение превышений скорости, проездов запрещающих сигналов, несанкционированного движения. Перечисленные подсистемы в своей совокупности составили систему, распределённую по функциям и управлению, приёму и обработке информации.

В 2004 году выпущена опытная партия ЕКС для 18 пассажирских электровазов ЧС2 и ЧС7.

Однако на первом этапе, когда объединение было проведено только на программно-интерфейсном уровне, помимо очевидных плюсов (нет необходимости создавать новое «железо», добавляются только стыковочные модули), система имела и минусы: неоправданное

многократное дублирование датчиков и систем обработки информации от них при одновременном снижении надёжности за счёт бесполезного увеличения объёма электронных и механических устройств, а также обилие дисплеев и табло с бесполезным и мешающим машинисту дублированием большого объёма информации. При такой структуре подсистема КЛУБ-У, имея в качестве управляющего воздействия срыв ЭПК (электропневматического клапана), отчасти снижала эффективность использования ЕКС в целом, так как сбой кодов АЛСН, незначительные превышения скорости влекли за собой применение экстренного торможения.

### РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Эксплуатация системы подтвердила реализуемость изначально поставленных задач, но вместе с тем показала, что для дальнейшего развития потребительских свойств ЕКС и исключения перечисленных минусов необходимо ввести в состав системы новые функциональные блоки. Так появилась ЕКС второй очереди, или ЕКС-2.

Цели её создания — это повышение надёжности и устранение сбоев и отказов для исключения потерь в участковой скорости и экстренных торможений, обеспечение единого рационального управления тормозами, облегчение труда машиниста и снижение его психофизиологической нагрузки для повышения общей безопасности.

Развитие структуры построения системы ЕКС было продиктовано необходимостью получения принципиально новых потребительских свойств при

сохранении основных функций, выполняемых уже внедрёнными системами. Такими новыми потребительскими свойствами прежде всего являются:

- визуализация в цифровом и графическом виде режима движения, ограничений скорости, поездной обстановки и профиля пути;
- выдача речевых сообщений о поездной ситуации, состоянии бодрствования машиниста и работе оборудования локомотива;
- контроль режимов работы тягового и тормозного оборудования с целью предупреждения опасных отказов;
- контроль предельно допустимых ускорений в продольной, горизонтальной и вертикальной плоскостях;
- интеллектуальная оценка состояния бодрствования машиниста с целью исключения необоснованных запросов на подтверждение его бодрствования (снижение числа свистков ЭПК в случаях активных действий машиниста по управлению поездом);
- остановка (служебным торможением) на перегоне по «белому» сигналу АЛСН;
- отфильтровывание сбоев на «белый» сигнал АЛСН на перегоне, проследование их без снижения скорости;
- исключение необоснованных экстренных торможений, вызванных сбоями АЛСН, переключением на «белый» сигнал, буксованием, ложными проверками бдительности и т.д.;
- выполнение временных ограничений скорости, в том числе на станции, по маршруту следования на некодированных путях;
- прицельное торможение с точной остановкой тягового подвижного со-

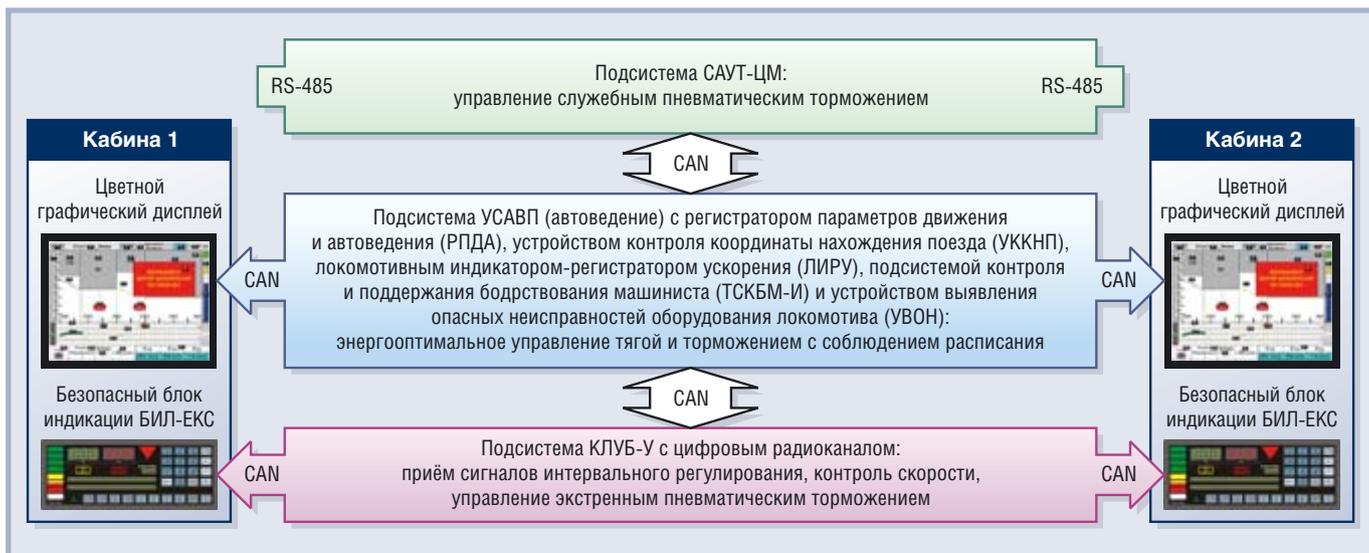


Рис. 1. Структура Единой комплексной системы управления и обеспечения безопасности движения (ЕКС)

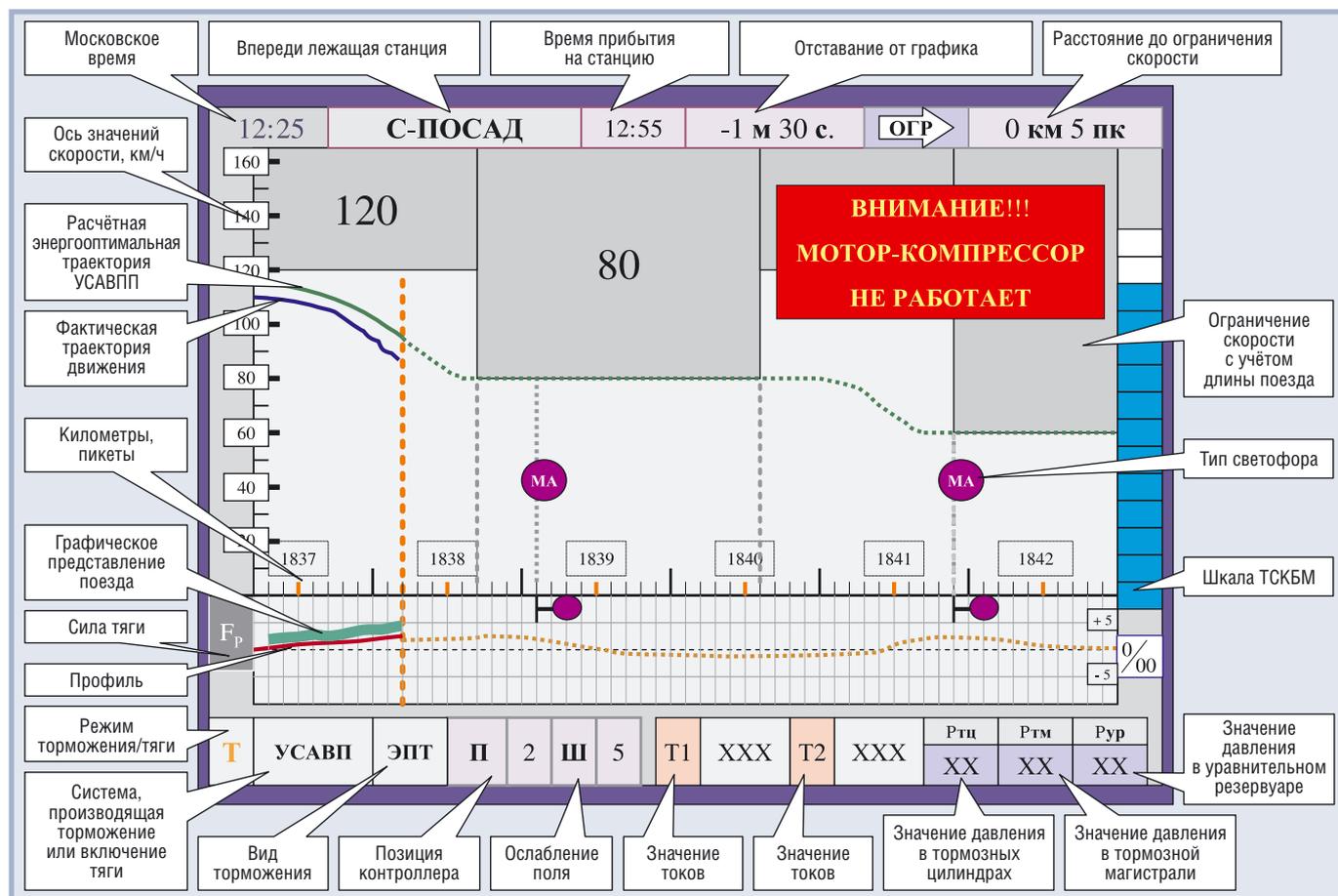


Рис. 2. Информация, выводимая для машиниста на цветной дисплей ЕКС-2

- става (ТПС) у запрещающего сигнала (маршрутного, выходного) на кодированных и некодированных станционных путях;
- отправление ТПС на запрещающий сигнал по командам от дежурного по станции (ДСП) или поездного диспетчера (ДНЦ), невозможность отправления без разрешения, передаваемого им по цифровому радиоканалу;
- остановка по команде ДСП или ДНЦ, передаваемой по цифровому радиоканалу независимо от показаний АЛСН;
- выбор режима торможения и автоматическая остановка ТПС при въезде в тупик;
- автоматическая регистрация параметров движения и управляющих действий локомотивной бригады с возможностью последующей обработки и анализа в депо (с применением АРМ);
- автоматическое ведение поезда по графику с нагоном опоздания по безопасной траектории движения;
- выбор режимов торможения в зависимости от профиля пути, динамики состава, эффективности автотормозов;

- определение координаты локомотива и железнодорожных объектов по маршруту следования на перегоне и на станции (с повышенной точностью);
- задание точной координаты остановки поезда на перегоне и на станции (точность на перегоне  $\pm 30$  м, на станции  $\pm 1$  м);
- приём данных с носимой кассеты или по цифровому радиоканалу.

Наличие трёх подсистем не позволяет машинисту отключить систему безопасности и допускать ошибки. Напротив, взаимное дополнение подсистем, исключение необоснованных экстренных торможений и существенное упрощение ввода информации делает систему безопасности дружелюбной машинисту, в результате чего отпадает необходимость в её отключении (даже частичном).

### ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЕКС-2

В системе ЕКС-2 уже отсутствуют в чистом виде подсистемы УСАВП, САУТ и КЛУБ-У, и при этом появились такие общесистемные устройства, как общий блок датчиков пути и скорости (БС-ДПС), блок управления торможением (БУТ), устройство выяв-

ления опасных неисправностей оборудования локомотива (УВОН), автономные модули обработки сигналов АЛСН и управления ЭПК (АМО-АЛС и АМУ-ЭПК) и, наконец, общий интерактивный модуль визуализации.

Интерактивный модуль визуализации системы ЕКС-2 предназначен для обеспечения отображения машинисту необходимой информации и расположен в кабине машиниста с учётом требований эргономики, не создавая помех для обзора. Предусмотрен вариант вмонтирования его в унифицированный пульт УНИКАМ. Этот модуль состоит из двух блоков: полноцветного графического дисплея и блока индикации локомотивного (БИЛ-ЕКС) с клавиатурой для ввода данных. Цветной графический дисплей служит для отображения полного спектра информации, необходимой машинисту для ведения поезда (рис. 2). На БИЛ-ЕКС выводится минимум информации, относящейся к обеспечению безопасности движения поезда. Так, БИЛ-ЕКС отображает показания АЛСН, значения фактической и допустимой скорости, сигнал «Внимание», информирует о включённом состоянии САУТ, запрете отпуска тормозов. Кроме того, кла-

виатура этого блока обеспечивает безопасный ввод информации, необходимой для ведения поезда. Предложенное техническое решение исполнения модуля визуализации призвано решить проблему снижения психофизиологической нагрузки на машиниста, от которого в конечном итоге напрямую зависит безопасность движения поездов, особенно в условиях плохой видимости, а также обеспечить машиниста необходимой информацией при выборе режимов ведения поезда для исполнения графика движения и снижения расхода электроэнергии за поездку.

Развитие ЕКС позволило придать интеллектуальные свойства подсистеме контроля и поддержания бодрствования машиниста (ТСКБМ-И). ТСКБМ-И, будучи связанной по CAN-интерфейсу с другими подсистемами, анализирует не только уровень бодрствования по показаниям носимой части ТСКБМ и нажатия машинистом рукояток бдительности, но и действия машиниста, направленные на управление поездом, что позволяет не отвлекать машиниста проверками в наиболее ответственные моменты, например при управлении тормозами, следовании по станции и т.д.

Помимо этого, на каждом электровазоне во время движения фиксируются на ранней стадии развития отступления в содержании пути (что ранее было возможно только с помощью вагонопутеизмерителей), работе силового и тормозного оборудования на локомотиве и в составе поезда, а также состояние системы АЛСН. Система нацелена

на оперативное использование этой информации в процессе управления движением, ремонте тягового подвижного состава, устройств пути и вагонов.

Особо следует отметить реализацию в ЕКС таких возможностей, как въезд на станцию (в том числе на боковые некодированные пути и тупики) с автоматическим выполнением ограничений скорости, автоматическая остановка на определённом расстоянии от входного светофора в зависимости от заданного с поста ЭЦ (электрической централизации) маршрута, невозможность отправления без разрешения с поста ЭЦ и остановка поезда по команде ДСП или ДНЦ, переданной по цифровому радиоканалу, независимо от показаний светофоров. Вмешательство в действия машиниста при нарушении ограничений скорости даже в режиме «советчик» системы автоведения, приём данных о временных ограничениях скорости и других данных с носимой кассеты или по цифровому радиоканалу также значительно повышают безопасность движения.

Для повышения живучести и помехозащищённости системы в состав ЕКС предложено ввести резервное устройство безопасности (РУБ), которое должно гарантировать уверенный приём кодовых сигналов АЛСН из рельсовой цепи, чёткое разделение сбоев и собственно «белого» сигнала при следовании по кодированному участку, исключить сигнализацию ложной свободности блок-участка при остановке впереди идущего поезда «на песке».

## Выводы

Таким образом, даже из краткого обзора свойств и характеристик ЕКС видно, что эта система по-новому решает задачи обеспечения безопасности движения. Она не является простым сторожем и элементом интервального управления движением поездов. Проблему обеспечения безопасности ЕКС решает комплексно за счёт взаимного резервирования функций подсистем, повышения рейсовой надёжности и безопасности, улучшения условий труда машиниста. И всё это с учётом мер по энергосбережению.

В подсистеме автоведения используется техника фирмы Fastwel.

ЕКС как система принципиально новая, революционная, требующая по-новому взглянуть на саму суть проблемы обеспечения безопасности на железной дороге, у многих сейчас вызывает отторжение и скептические суждения. Это не удивительно — прогрессивные решения всегда встречали сопротивление тех, кто не заинтересован в движении вперёд. Но время диктует свои законы. Уже достигнутые результаты и способность системы наращивать свои функции и развиваться дают основание сделать вполне оптимистический вывод, что за системой ЕКС будущее. ●

**Автор — сотрудник  
Отраслевого центра внедрения  
новой техники и технологий  
Телефон/факс: (495) 262-9093**