

## ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫЙ ИНТЕРФЕЙС В СОВРЕМЕННЫХ БОРТОВЫХ УСТРОЙСТВАХ БЕЗОПАСНОСТИ

А.С. Коровин (АО «НИИАС»)

Приведены современные разработки АО «НИИАС» в области создания человеко-машинных интерфейсов для железнодорожного транспорта. Задачей такого интерфейса является структурированное отображение информации, которая должна быть удобной для восприятия человеком и привлекать его внимание к наиболее важным факторам.

Ключевые слова: безопасность, беспилотное движение, цифровой радиоканал, диагностика.

### Введение

Обеспечение безопасности движения поездов — важный показатель устойчивой и успешной работы локомотивного хозяйства железных дорог. Поэтому руководство отрасли уделяет особое внимание совершенствованию приборов безопасности. Важное место в обеспечении безопасности движения занимают вопросы человеко-машинного взаимодействия.

В настоящее время на железнодорожном транспорте среди интеллектуальных систем на борту локомотива присутствуют устройства безопасности КЛУБ (комплексное локомотивное устройство безопасности) [1], комплекс БЛОК (безопасный локомотивный объединенный комплекс) [2] и комплекс БЛОК-М (безопасный локомотивный объединенный комплекс масштабируемый). Каждое из этих устройств имеет свой блок индикации (БИЛ), который оснащен человеко-машинным интерфейсом (ЧМИ). Задачей такого интерфейса является структурированное отображение информации, которая должна быть удобной для восприятия человеком и привлекать его внимание к наиболее важным факторам.

### Возможности локомотивов г. Сочи

На блоке индикации отображается вся необходимая информация о работе системы безопасности на борту локомотива, позволяющая машинисту достигать поставленных целей. С учетом опыта эксплуатации происходит планомерный анализ и модернизация аппаратной части блоков индикации путем повышения быстро-

действия, производительности, устойчивости к ЭМС (электромагнитная совместимость), к температурным факторам, а также реализация новых функций в программном обеспечении, призванные оказывать помощь машинисту в управлении локомотивом.

При подготовке к проведению Олимпийских Игр в г. Сочи был существенно пересмотрен ЧМИ блока индикации комплекса БЛОК. Были реализованы новые функции, позволяющие повысить безопасность движения поездов, путем отображения на блоке индикации информации о проследовании участков пути со сложным профилем (рис. 1а), а также участков с двухпутной вставкой (рис. 1б).

Для решения задач по выполнению плановых графиков движения, на блок индикации для отображения передается информация о графике движения и о времени отклонения локомотива от графика.

Кроме того, для более удобной работы машиниста на блоке индикации был разработан индикатор рекомендуемой скорости, позволяющий машинисту вести локомотив с оптимальной скоростью для соблюдения графика движения.

### ЧМИ для локомотивов Московского центрального кольца

При разработке алгоритмов комплекса БЛОК для Московского центрального кольца (МЦК) был сформирован ряд дополнительных требований к интерфейсу «человек - машина».

Цель проекта МЦК - обеспечение минимальных интервалов следования попутных поездов при условиях

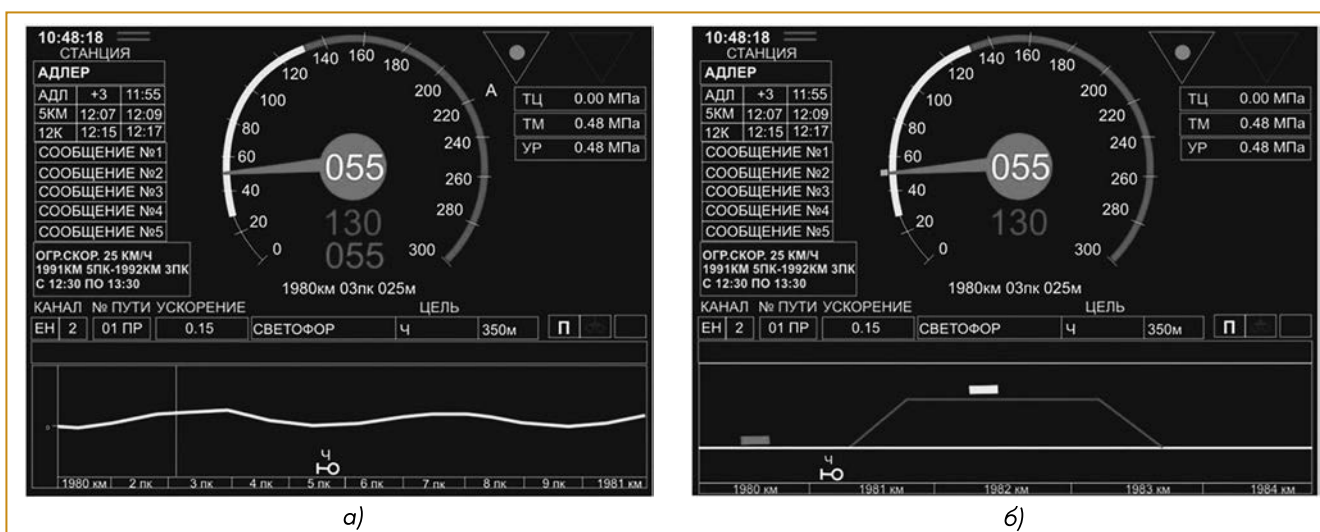


Рис. 1. Эскиз лицевой панели блока индикации а) с профилем пути, б) с двухпутной вставкой



Рис. 2. ЧМИ комплекса БЛОК и БЛОК-М на МЦК для беспилотного движения

выполнения требований безопасности движения. Так, в режиме автоматического пропуска по станции и при движении поезда по перегонам с АЛСО (автоматическая локомотивная сигнализация как самостоятельное средство сигнализации и связи) бортовое устройство безопасности является единственным средством автоматического информирования машиниста о поездной обстановке. В связи с этим на блок индикации комплекса БЛОК было добавлено:

- поле «РАССТ.АКТ», в котором указана длина пути, разрешенная для движения поезда;
- число знакомест, в которых отображается символ красно-желтый, желтый или зеленый прямоугольник, который соответствует числу рельсовых цепей впереди по ходу движения;
- на шкале спидометра начало дуги желтого цвета отображает целевую скорость в конце участка в графическом виде, а в информационной строке рядом с зелеными прямоугольниками указывается ее цифровое значение.

При наличии цифрового радиоканала в комплексе БЛОК передается информация о впереди идущем поезде со скоростью его следования, текстовые сообщения для машиниста (информационные сообщения или сообщения-приказ), график движения поезда и информация о временных предупреждениях по маршруту следования.

Для беспилотного движения на Московском центральном кольце была проведена доработка ЧМИ с учетом алгоритмов работы беспилотного движения. Человеко-машинный интерфейс комплекса БЛОК и БЛОК-М на МЦК для беспилотного движения представлен на рис. 2.

В ЧМИ, предназначенный для беспилотного движения, была добавлена следующая информация:

- режимы работы беспилотного движения (ручной, дистанционный или автоматический), а также команды, с помощью которых машинист может инициировать включение необходимого режима управления;

- отображение ближайших к поезду по ходу движения зон ограниченной видимости;
- отображение ближайших к поезду по ходу движения обнаруженных препятствий.

В ходе испытаний беспилотного электропоезда «Ласточка» на МЦК центральном кольце успешно протестировано дистанционное управление посредством передачи видеоизображения и команд управления по каналам цифровой связи.

Поезд, тестируемый на МЦК, оснащен системой «умного зрения», включающей лидары, а также видеокamеры, в том числе инфракрасные. По маршруту поезд способен двигаться самостоятельно, однако в ходе испытаний в кабине опытного образца находится машинист, который всегда готов взять управление на себя. Также за движением состава наблюдают инженеры Института, которые проводят мониторинг всех систем беспилотника в реальном времени.

Основными задачами испытаний являются проверка четырех функций беспилотной системы: обнаружение препятствий различных классов в различных условиях погоды и освещенности, на разной инфраструктуре, дистанционное управление электропоездом, высокоточное определение местоположения электропоезда, диагностика пантографа и контактной сети по видеоизображению.

В результате испытаний были учтены и реализованы все необходимые требования к интерфейсу «человек-машина». Был создан интеллектуальный дисплей, с помощью которого машинист получает большой объем оперативной информации.

#### Диагностика бортовых систем

Большое внимание при создании устройств безопасности уделяется разработке средств диагностики бортовых систем, что позволяет добиться улучшения эксплуатационных характеристик и снижения вероятности возникновения сбоев в работе. При этом процесс диагностики и ее результаты отображаются на блоке индикации бортовой системы, что дает возможность сервисному персоналу или машинисту оценивать корректность работы устройств безопасности и в случае необходимости оперативно принимать меры по устранению возникшей неисправности. Так, была реализована функция расширенной предрейсовой диагностики системы безопасности КЛУБ-У на ЭВС «Сапсан» и комплекса БЛОК на ЭС1 и ЭС2Г «Ласточка» с выводом на дисплей блока индикации всех сведений о процессе и результатах проверки в диалоговом режиме. Благодаря такому техническому решению появилась возможность оперативной оценки исправности цепей прохождения сигналов, правильности функционирования электропневматического клапана (ЭПК) и блока контроля его несанкционированного отключения ключом (КОН), а также работоспособности приемо-передающего устройства цифровой радиосвязи (радиостанции «МОСТ»), корректности значений постоянных характеристик и актуальности версий программного обеспечения.

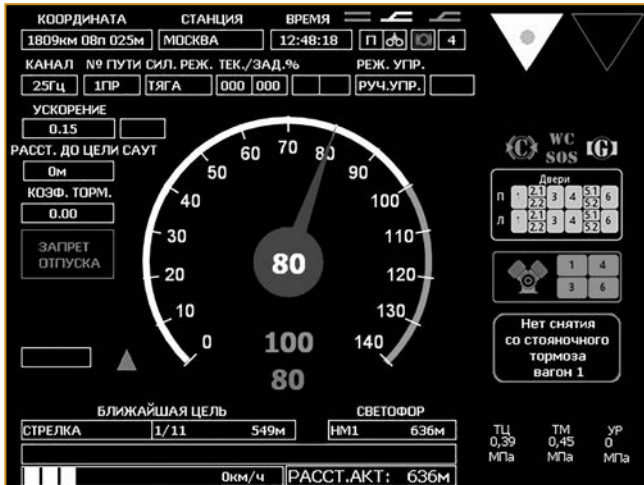


Рис. 3. Эскиз лицевой панели блока индикации при отображении функции взаимного резервирования информации системы безопасности и СКИФ-РА



Рис. 4. ЧМИ системы безопасности СОБ-400

В настоящий момент для ЭВС «Сапсан» разрабатывается новый ЧМИ, который помимо базовой информации позволит машинисту видеть информацию о ближайших временных предупреждения, всех временных предупреждениях и прогнозе погоды, что позволит отказаться от соответствующего бумажного носителя и оперативно в пути следования получать и отображать машинисту обновленную информацию о временных предупреждениях и прогнозе погоды.

#### Функция взаимного резервирования информации

Реализована и успешно внедрена функция взаимного резервирования информации на дисплее комплекса БЛОК (БЛОК-М) и дисплее систем управления на таких локомотивах, как 2ТЭ25А, ЭП20, 2ЭС5. Она срабатывает в случае выхода из строя одного из блоков индикации. Например, при выходе из строя блока индикации системы управления вся необходимая информация о ее работе отображается на интерфейсе БИЛ комплекса БЛОК. Это данные о режимах управления

поездом и работы силовой схемы, текущей реализованной и заданной силе тяги или электрического торможения, типе основного тормоза, а также признаках изолирования или механического блокирования хотя бы одной оси, обрыва тормозной магистрали, неотпуска тормозов на локомотиве и др.

В настоящее время функция взаимного резервирования внедряется на локомотивах 2ЭС5С, 3ЭС5С, 3ТЭ25К<sup>2М</sup> и рельсовом автобусе РА-3 (рис. 3).

#### Последние разработки в области ЧМИ

Следующая значимая разработка АО «НИИАС» – ЧМИ для единой бортовой системы управления движением специального самоходного подвижного состава. Он объединяет информацию сразу от трех бортовых систем – безопасности, управления и автоведения. Такой подход позволяет вместо трех блоков индикации установить в кабине всего один, оптимизировав тем самым время на поиск и анализ важных сведений о поездной обстановке.

В рамках комплексной российско-итальянской системы управления и обеспечения безопасности движения поездов ITARUS-ATC разработан ЧМИ, позволяющий дополнительно отображать информацию о наличии безопасного соединения между бортовым оборудованием и стационарным, режимах и состояниях работы системы и значение расстояния, разрешенного для проследования.

В ходе разработки новейшей бортовой системы безопасности СОБ-400 для высокоскоростных магистралей страны, которая планируется устанавливаться на новые ЭВС «Сапсан», был разработан новый блок индикации с новым ЧМИ, в котором были учтены все требования заказчика и все пожелания и замечания машинистов и обслуживающего персонала (рис. 4).

#### Заключение

В настоящее время АО «НИИАС» продолжает совершенствовать аппаратную и функциональную часть человеко-машинного взаимодействия. Проводится анкетирование среди машинистов, насколько ЧМИ удобен и понятен, какие функции необходимы на устройстве отображения информации в качестве помощи в управлении локомотивом. Проводит работу по унификации отображаемой информации на устройствах индикации. Все эти действия позволят сделать ЧМИ еще более эффективным для человеческого восприятия и еще лучше структурировать отображение информации на дисплее.

#### Список литературы

1. Зорин В.И., Астрахан В.И. Унифицированное комплексное локомотивное устройство безопасности (КЛУБ-У). М.: «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». 2008.
2. Шухина Е.Е., Астрахан В.И. Безопасный локомотивный объединенный комплекс (БЛОК). М.: 2013.

Коровин Александр Сергеевич - начальник сектора решения перспективных задач АО "НИИАС".