

# Drivers Desks — современная концепция пультов управления машиниста

**Пульт управления является центральным коммутационным устройством на тяговом подвижном составе. Сюда стекается вся информация, и отсюда осуществляется управление всеми устройствами. Здесь должны решаться самые разные проблемы и задачи, согласовываться нередко противоречащие друг другу требования. Существенными являются вопросы технического обслуживания и ремонта, причем наиболее важный показатель — затраты жизненного цикла (LCC). В ходе усиления конкуренции между изготовителями подвижного состава проблема LCC становится все более актуальной.**

На первом этапе развития железных дорог кабина управления локомотива соответствовала такому уровню техники, который предусматривал использование в процессе управления тяжелого физического труда. Во-первых, приходилось все время подбрасывать обычной лопатой в топку уголь, во-вторых, для регулирования тяги нужно было манипулировать множеством переводных рычагов. Кабина машиниста располагалась в задней части локомотива, поэтому возможности обзора были ограничены. Кроме того, эта кабина была открытой и неизолированной. Во все времена года машинист локомотива оставался без защиты от атмосферных воздействий. Таким образом, физическая нагрузка локомотивной бригады с учетом всех факторов была очень большой.

В ходе технического прогресса кабина и пульты управления совершенствовались (рис. 1). Кабина машиниста современного локомотива превратилась в электронный пост управления с широкими возможностями контроля. На пульте по-прежнему размещается большое число элементов управления,

однако объектами регулирования и управления являются электрические и электронные устройства (рис. 2). Сжатый воздух применяется только в системе пневматического тормоза и частично в приводе стеклоочистителей. Современные кабины оборудуют системами кондиционирования воздуха. В поездах, предназначенных для использования в высокоскоростном сообщении, предусмотрена дополнитель-

ная защита от перепадов давления, возникающих при встречах поездов и прохождении тоннелей. Условия работы машиниста локомотива были в значительной степени оптимизированы с точки зрения требований эргономики. Соблюдение всех необходимых условий обеспечивается соответствующими стандартами и контролируется ведомствами, осуществляющими приемку подвижного состава.

## Современные разработки

Один из этапов развития электрической тяги совпал с началом эпохи электронной обработки данных. С точки зрения надежности, безопасности и эксплуатационной



Рис. 1. В кабине тепловоза серии V200 железных дорог Германии (фото: DB, К. Реторн)



Рис. 2. Пульт управления современного многосистемного электровоза серии 189 (фото: DB, К. Вебер)

готовности сочетание этих технических достижений еще не является пределом совершенствования. Продолжаются процессы переоснащения тягового подвижного состава и перехода на новые технологии. Задержки в развитии этих процессов обусловлены в большинстве случаев не техническими ограничениями, а существующими конструктивными решениями. Для их изменения требуются не только намерения, но также время и средства.

Громоздкие механические устройства заменяют удобными в обслуживании облегченными конструкциями. Важными аспектами становятся уменьшение массы и возможность оперативного технического обслуживания. Все большее значение придается разработке новых концепций подвижного состава и снижению расходов. Конструкции пультов управления также должны отвечать этим требованиям. Все известные конструкции пультов управления имеют по различным показателям свои слабые места.

Требования эргономики и безопасности являются следующими важными моментами, которые, с точки зрения машиниста локомотива, следует чаще менять, ориентируясь на современные условия эксплуатации. Те условия труда, которые были у машинистов паровозов, в настоящее время уже совершенно неприемлемы.

### **Пульт управления машиниста как часть общей системы «единица подвижного состава»**

Единицу подвижного состава следует рассматривать в качестве общей системы. Внутри нее пульт управления машиниста является подсистемой наряду с многими другими, такими, как тормозное оборудование, тяговый привод или устройства обеспечения безопасности движения. Пульт управления занимает особое место, так как сюда стекается вся информация об общей системе и отсюда осуществляется управление всеми ее под-

системами. Машинист локомотива использует пульт управления для осуществления связи со всеми подсистемами этой единицы подвижного состава, составом поезда и инфраструктурой. От пульта управления требуются максимальная эксплуатационная готовность, надежность и эргономичность. Эта подсистема должна быть включена в схему обмена данными общей системы «единица подвижного состава», что позволит сократить до минимума число электрических и электронных устройств сопряжения. Благодаря этому уменьшается вероятность возникновения ошибок и неисправностей, повышается степень обзорности и упрощается процесс восприятия структуры общей системы. Интенсивное использование системы обмена и обработки данных на базе программного обеспечения позволяет повысить общую надежность и эксплуатационную готовность подвижного состава, а также оптимизировать возможности его конфигурирования и диагностики. Накопленный практический опыт подтверждает правильность такого развития.

Условия работы за пультом, используемым в качестве интерфейса «человек — машина», следует и впредь оптимизировать. Из-за естественных, порой значительных различий между людьми, садящимися за пульт управления, следует обеспечивать возможность изменения условий работы, требуемого в связи с указанными различиями. Положение машиниста в кресле, условия обзора, а также удобство расположения на пульте элементов управления являются важными факторами. Цветное кодирование отображаемых команд или контрольных сообщений, особенно тех, которые являются наиболее важными с точки зрения безопасности, оказывает значительную поддержку в процессе управления, в том числе в критических ситуациях. С помощью целенаправленных мероприятий можно предотвратить не только неправильные манипуляции в непонятных ситуациях, но и

исключить возможность принятия ошибочных решений в случае отказа элементов оборудования.

Работы по техническому обслуживанию и ремонту имеют большое значение с точки зрения затрат жизненного цикла (LCC). Эксплуатационные затраты при большом сроке службы подвижного состава могут оказаться более высокими, чем первичные капиталовложения. Повышение эксплуатационной готовности пульта управления позволяет минимизировать затраты на ремонт и техническое обслуживание. Излишние простои, а значит, и вызванные этим финансовые потери также могут быть значительными. Для экономии времени, затрачиваемого на выполнение работ по техническому обслуживанию, все подсистемы, блоки и компоненты должны быть легко доступными, а также легко монтируемыми и демонтируемыми. При обнаружении дефектов целесообразно заменять блоки, а не ремонтировать их на месте. Для повышения эксплуатационной готовности единицы подвижного состава объем ремонтных работ на ней должен быть сведен к минимуму.

### **Новые концепции**

Пульт управления машиниста имеет определенные места сопряжения с механическим, электрическим, электронным и пневматическим оборудованием, а также с системой кондиционирования воздуха. Компании, специализирующиеся на разработке системотехники, рассматривают пульт управления машиниста как подсистему. Его конструкцию заказчик разрабатывает вместе с поставщиком. Места сопряжения также определяются совместно. Все процессы изменения конструкции и перекомпоновки осуществляются и регулируются системным поставщиком. На заключительном этапе пульт поставляется в виде готового изделия, которое требуется только подключить. Окончательный монтаж на месте и ввод в эксплуатацию также входят в обязанности поставщи-

ка. Кроме того, поставщик осуществляет контроль над своей продукцией и во время эксплуатации с целью оценки ее работы. До сих пор проектирование пульта управления машиниста выполнялось заказчиком. Поставщики комплектующих изделий в первую очередь занимались реализацией уже разработанных конструктивных решений. Важным новшеством стала передача компетенции проектирования системному поставщику.

Модульное исполнение пульта управления машиниста дает возможность получать его различные конфигурации из одинаковых элементов. С помощью подбора модулей и компонентов комплектуются конструкции пультов, заказываемых различными железнодорожными компаниями. При этом могут быть реализованы не только пожелания различных компаний-операторов. Данный принцип может быть перенесен на различные категории подвижного состава. Последовательное его использование способствует развитию массового производства компонентов и модулей пульта, а следовательно, и снижению их стоимости.

Для повышения удобства технического обслуживания и снижения благодаря этому затрат ЛСС необходимо обеспечить удобный доступ к подсистемам и компонентам. Их замена должна осуществляться в минимальные сроки. Так, для замены дисплея на пульте требуется не более одной минуты. Такое же время затрачивается и на замену других блоков. Время технического обслуживания на пульте значительно уменьшается. Ремонт аппаратуры с точки зрения его места проведения переносится из кабины локомотива или поезда в депо. Благодаря этому затраты времени на подготовку подвижного состава к дальнейшей эксплуатации значительно уменьшаются.

В концепции сетевого пульта управления последовательно реализуется система обмена информацией. Пульт управления машини-

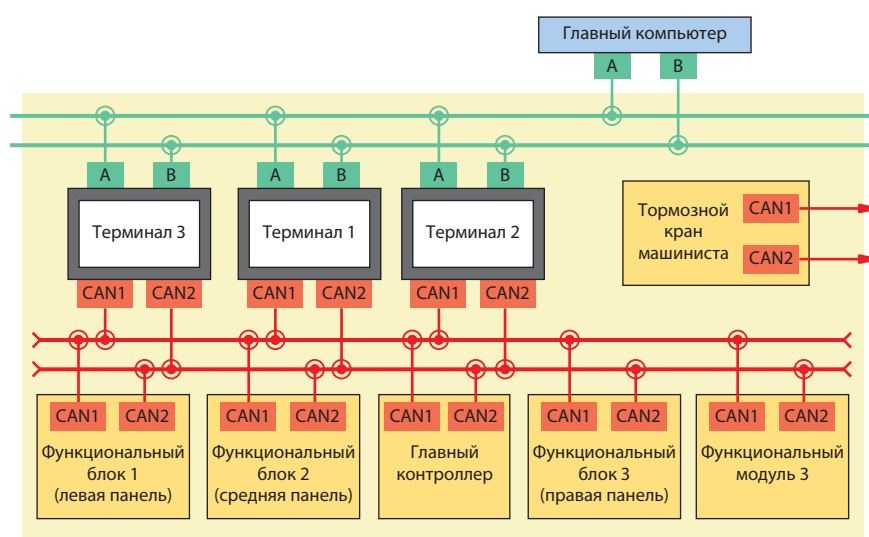


Рис. 3. Объединение функций с помощью информационной шины CAN

ста имеет независимую шину, которая соединяет между собой все без исключения компоненты. Структура сети на базе шины CAN приведена на рис. 3. Протокол CAN Open используется для объединения функций в сеть. Функциональные группы объединены для упрощения системы. Эти группы рассматриваются в качестве подсистем и обозначаются как коммутационные блоки. Все функциональные блоки соединены с шиной. Подсоединение к шине цепи управления каждой отдельной функцией, например подсыпки песка или управления главным выключателем, не имеет смысла с точки зрения затрат и получающейся при этом структуры программного обеспечения. Сеть CAN является двухканальной, что обеспечивает полное дублирование. При этом главной задачей является максимальное повышение эксплуатационной готовности. Благодаря этим двум каналам в случае неисправности могут поддерживаться необходимые функции.

Подсистемами на пульте управления являются терминалы, поездная радиосвязь, главный контроллер, тормозной кран машиниста, коммутационные блоки и устройство кондиционирования воздуха.

Для нескольких терминалов одно из устройств является главным, оно управляет инициализацией и конфигурацией сети CAN. Все остальные

подсистемы являются абонентами. Если в каком-то терминале один или оба канала шины выходят из строя, функции управления передаются дальше по принципу Flying Master. Благодаря многократному резервированию терминалов поддерживается высокая работоспособность пульта управления. Все терминалы параллельно выполняют две функции. Входящие данные проверяются на достоверность для определения правильности поступающей информации. При положительных результатах проверки терминалы действуют в качестве межсетевых интерфейсов, связанных с шиной локомотива или моторвагонного поезда. Информация передается от всех имеющихся терминалов, и, таким образом, ее можно многократно использовать. Если через терминалы проходят противоречивые данные, система реагирует в соответствии с определенной стратегией.

Для выполнения основных функций управления была разработана концепция системы переключателей и рукояток пульта, обеспечивающая эксплуатационную готовность пульта управления при выходе переключателей из строя. Аварийная ситуация может быть следующей: выход из строя функции шины CAN одного из функциональных блоков, например коммутационного блока (одной из панелей пульта), и,

следовательно, невозможность использования его функций в дальнейшем. Другой причиной может быть функциональный сбой переключателя в результате его физического повреждения. При нарушении функций, важных для управления, на оставшихся в работе дисплеях высвечивается панель так называемого аварийного управления. Если система обнаруживает выход из строя каких-либо функций, то машинисту автоматически предлагается воспользоваться этим управлением. В том случае, когда машинист сам фиксирует функциональный сбой, он может вручную включить аварийное управление. С помощью системы обмена информацией и ее обработки в центральный компьютер локомотива по информационному каналу аварийного управления передаются параметры данной функции. Центральный компьютер дифференцирует стратегии и задает рабочие режимы, соответствующие вышедшей из строя функции.

С помощью аварийного управления можно реализовать все необходимые функции с терминала. Ориентируясь на обычную последовательность команд управления, осуществляют вызов отдельных функций и последующее управление. Локомотив или моторвагонный поезд остается в состоянии эксплуатационной готовности и может в этом режиме продолжить свое движение до следующего остановочного пункта. Благодаря такому управлению можно избежать требующих больших затрат специальных режимов движения (например, буксировки).

Важной темой является также изменение температурного режима внутри пульта управления. Установленное оборудование потребляет электрическую энергию и частично преобразует ее в тепловую. Тепло накапливается на оборудовании, чувствительном к повышению температуры, например на терминалах. Это может привести к перегреву и отключению последних. Еще более мощным источником тепла, в особенности в летние месяцы, явля-

ются солнечные лучи, проникающие через ветровые стекла кабины. В соответствии с требованиями эргономики обшивка пульта управления должна иметь темный матовый цвет. Однако это же является причиной максимального накопления пультом тепла, приводящего к частым отключениям оборудования. Современные конструкции пульта управления не учитывают или недостаточно учитывают эти обстоятельства. Последствия этого явления бывают значительными: при выходе из строя терминалов основная рабочая информация делается недоступной и дальнейшее движение, таким образом, становится невозможным. На пульте управления, разработанном компанией Deuta, в зоне задней стенки для предотвращения перегрева смонтирован специальный воздухоподводящий вентиляционный канал. Благодаря непрерывному подводу охлаждающего воздуха и отводу нагретого достигается температурный уровень, оптимальный для режима работы оборудования. Зимой, естественно, возникает полностью противоположная ситуация, на которую следует реагировать соответствующим образом.

При решении задач эргономики используют новейшие достижения науки и накопленный современный опыт. Значительно отличающиеся антропометрические данные персонала на всей территории от Северной до Южной Европы требуют дифференцированного подхода при проектировании кабин и пультов управления. В ходе разработки пульта управления, кроме роста машиниста, должны учитываться его пол, возрастная группа, физическая сила. Особо важное значение имеют удобство расположения элементов управления и качество обзора. Важно также учитывать возможные экстремальные ситуации. К ним относятся, например, разница в освещенности снаружи и в зоне терминалов. Здесь необходимо предпринимать меры для минимизации этой разницы, чтобы уменьшить нагрузку на

глаза. В противном случае это может привести к усталости персонала, что в критических ситуациях представляет собой дополнительный риск.

В результате проведения большого количества целенаправленных мероприятий, снизивших затраты жизненного цикла, заметной стала и выгода для заказчиков. Кроме того, благодаря использованию концепций, исключающих возможные причины неисправностей с помощью соответствующих мероприятий, повышается эксплуатационная готовность. Возможность и удобство технического обслуживания обеспечиваются конструктивными решениями, спланированными и реализованными с самого начала разработок. При этом особое внимание всегда уделялось вопросам снижения затрат.

## Выводы

Проект пульта управления машиниста Drivers Desk компании Deuta является результатом комплексного подхода к решению имеющихся проблем, а не изолированного рассмотрения отдельных вопросов. Все обозначенные проблемы были рассмотрены здесь во взаимодействии с другими важными аспектами. Найденные решения связаны с новой общей концепцией. В проекте нового пульта был реализован четко обозначенный потенциал нововведений с целью усовершенствования этого элемента управления с различных точек зрения. В результате этого повысился полезный эффект нововведений как для непосредственного пользователя, которым является машинист, так и для опосредованного, т.е. компании-оператора. Это повышение полезного эффекта относится ко всем важным аспектам проблемы, в результате чего было достигнуто ощутимое улучшение концепции и общего технического решения пульта управления по сравнению с существующими разработками.

*T. Weigel. Eisenbahningenieur, 2005, № 7, S. 63–66.*