

1 Наименование и область применения

Комплекс электрооборудования предназначен для электроснабжения, централизованного автоматического контроля, диагностики и управления оборудованием вагона, визуализации состояния систем, протоколирования событий и обмена данными с поездной сетью и внешними информационными системами, коммутации и защиты электрооборудования пассажирского некупейного вагона модели 61-965 с установкой кондиционирования воздуха и бортовой сетью 110В.

2 Нормативные документы

Работы должны выполняться с соблюдением требований следующих нормативно-технических документов:

- Технический регламент Таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава» (ТР ТС 001/2011) утвержденный решением Комиссии Таможенного союза от 15.07.2011 № 710;
- Технические условия ТУ ВУ 100122887.057-2025;
- Правила технической эксплуатации железной дороги в Республике Беларусь, утвержденные приказом Минтранса РБ от 25.11.2015 № 52;
- Санитарные нормы и правила «Требования к условиям перевозок пассажиров на железнодорожном транспорте», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 24.12.2013 № 129;
- ГОСТ 15150-69. Межгосударственный стандарт. «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды»;
- ГОСТ 34681-2024. «Вагоны пассажирские локомотивной тяги. Общие технические требования»;
- ГОСТ 9238-2013. Межгосударственный стандарт. «Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений»;
- ГОСТ 12.1.004-91. Межгосударственный стандарт. «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования»;
- ГОСТ 12.1.019-2017. Межгосударственный стандарт. «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»;
- ГОСТ 15.902-2014. Межгосударственный стандарт. «Система разработки и постановки продукции на производство. Железнодорожный подвижной состав. Порядок разработки и постановки на производство»;
- ГОСТ 17516.1-90. Межгосударственный стандарт. «Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам»;

- ГОСТ 9219-95. Государственный стандарт. «Аппараты электрические тяговые. Общие технические условия»;
- ГОСТ 31565-2012. Межгосударственный стандарт. «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности»;
- ГОСТ 33326-2015. Межгосударственный стандарт. «Кабели и провода для подвижного состава железнодорожного транспорта. Общие технические условия»;
- ГОСТ 9.032-74. Межгосударственный стандарт. «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения»;
- ГОСТ 14254-2015. Межгосударственный стандарт. «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)»;
- ГОСТ 18620-86. Межгосударственный стандарт. «Изделия электротехнические. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение»;
- ГОСТ 14192-96. Межгосударственный стандарт. «Маркировка грузов»;
- ГОСТ IEC 60870-4-2011. Межгосударственный стандарт. «Системы телеуправления и телеметрии»;
- ГОСТ 33436.3-1-2015. Межгосударственный стандарт. «Электромагнитная совместимость технических средств. Подвижной состав и технические средства железнодорожного транспорта»;
- ГОСТ 33435-2023. Межгосударственный стандарт. «Устройства управления, контроля и безопасности железнодорожного подвижного состава. Требования безопасности и методы контроля»;
- ГОСТ IEC 61508-1...7. Межгосударственный стандарт. «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью» (все части);
- ГОСТ IEC 60065-2024. Межгосударственный стандарт. «Аудио-, видео- и аналогичная электронная аппаратура. Требования безопасности»;
- ГОСТ 12.2.007.0-75. Межгосударственный стандарт. «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 34805-2021. Межгосударственный стандарт. «Вагоны пассажирские локомотивной тяги. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний по оценке пожароопасных свойств неметаллических материалов»;

3 Технические характеристики

3.1 Комплекс электрооборудования должен включать в себя ящик низковольтной аппаратуры, ящик высоковольтный для питания цепей отопления, преобразователь частотный, преобразователь электроэнергии подвагонный, пульт управления электронный (ПУ-Э) и пульт управления силовой (ПУ-С). Конструктивно ПУ-Э и ПУ-С могут быть размещены как в одном общем корпусе, так и в двух отдельных корпусах. Раздельное

исполнение применяется в случае, если габаритные размеры, тепловыделение или требования электромагнитной совместимости не позволяют разместить оборудование в одном корпусе при сохранении заданных параметров надежности, ремонтпригодности и удобства при обслуживании.

3.2 Ящик низковольтной аппаратуры

Назначение:

- ввод питания от генератора и внешней трехфазной сети 380/220В, обеспечение заряда АБ вагона, ограничение тока и напряжения заряда АБ;
- обеспечение питания и регулирование частоты/напряжения питания оборудования климатической установки: компрессор/калорифер, вентилятор приточный, вентилятор конденсатора.

3.3 Ящик высоковольтной аппаратуры

Назначение:

- коммутация питания высоковольтной магистрали напряжением 3 кВ для двух групп высоковольтных ТЭНов.

3.4 Преобразователь частотный

Назначение:

- преобразование параметров входного электропитания для обеспечения работы электродвигателей установки кондиционирования воздуха (компрессора, приточного вентилятора, вентилятора конденсатора);
- плавное регулирование частоты и напряжения выходного трёхфазного тока для изменения производительности компрессора и вентиляторов в зависимости от тепловой нагрузки в вагоне;
- обеспечение энергоэффективной работы системы кондиционирования за счёт снижения энергопотребления при частичных нагрузках;
- выполнение функций защиты и диагностики подключаемого оборудования (контроль тока, температуры, блокировка при аварии);
- дополнительная функция: допускается поставка ПЧ, конструктивно имеющего встроенный преобразователь напряжения 110 В DC/ 220 В AC для покрытия всех бытовых нужд вагона. В случае наличия такой функции, поставщик обязан указать в коммерческом предложении максимальную выходную мощность по цепи 220 В и гарантировать стабильность выходного напряжения.

3.5 Преобразователь электроэнергии подвагонный.

Назначение:

- преобразование напряжения бортовой сети постоянного тока (110 В DC) в стабилизированное одно- и трёхфазное переменное напряжение 220 В AC промышленной частоты 50 Гц для питания бытовых потребителей вагона (розеточная сеть, холодильник, микроволновая печь, система обеззараживания воздуха и воды, вытяжные вентиляторы и другое оборудование);

- обеспечение стабильного выходного напряжения при любых колебаниях входного напряжения в широком диапазоне;
- обеспечение стабильного выходного напряжения при любых колебаниях входного напряжения в широком диапазоне;
- обеспечение качественного синусоидального напряжения на выходе с отклонением формы не более 3 %;
- высокая перегрузочная способность для работы на нагрузку с высокими кратностями пускового тока (электродвигатели, компрессоры);
- выполнение функций защиты от перегрузок по току, коротких замыканий, перегрева и других аварийных режимов с автоматическим отключением и выдачей сигнала неисправности;
- надёжная и устойчивая работа в условиях повышенной вибрации, характерных для железнодорожного подвижного состава.

Количество и суммарная мощность преобразователей определяются Поставщиком и должны быть достаточными для обеспечения бесперебойного питания всех потребителей, перечисленных в настоящем ТЗ, во всех предусмотренных режимах работы вагона. Исполнение – в защищённом корпусе, соответствующем условиям размещения под вагоном (степень защиты не менее IP55). Поставщик обязан представить расчёт мощности с обоснованием выбора количества и типа преобразователей, подтверждающий возможность покрытия всех нагрузок вагона.

3.6 Пульт управления электронный (ПУ-Э)

Назначение: обеспечивает автоматическое и ручное управление, контроль и диагностику основных систем вагона: климатической установки, освещения, электропитания вагона от различных источников, системы жизнеобеспечения (ЭЧТК, устройство налива воды, обеззараживатели воды и воздуха), информационных табло, пожарного оборудования, тормозного оборудования, дверного комплекса, бытовых потребителей, вызывной сигнализации, а также взаимодействие с системой контроля, диагностики и управления (СКДУ). На ПУ-Э расположены органы индикации и управления, используемые проводником в процессе эксплуатации.

Состав ПУ-Э:

- панель ручного управления с переключателями режимов работы (освещение, климат, отопление, аварийные режимы);
- система визуализации пассажирского вагона (СВПВ) с сенсорным дисплеем (описана в п. 3.12);
- блоки управления электроснабжением (БУЭ);
- модули питания и контроля изоляции;
- клеммные рейки и коммутационная аппаратура для подключения низковольтных цепей управления.

Управление: ПУ-Э обеспечивает возможность управления как в автоматическом режиме (через СКДУ), так и в ручном – непосредственно с панели ручного управления. Приоритет ручного управления выше автоматического в аварийных ситуациях.

3.7 Пульт управления силовой (ПУ-С)

Назначение: предназначен для размещения силовой коммутационной аппаратуры, защиты цепей питания мощных потребителей, а также для управления системами, требующими непосредственного силового подключения (высоковольтное отопление, генератор, насосы, преобразователи и т.д.). ПУ-С обеспечивает распределение электроэнергии и защиту от перегрузок и коротких замыканий.

Состав ПУ-С:

- вводные автоматические выключатели и контакторы;
- аппаратура управления и защиты цепей отопления, вентиляции, водоснабжения, туалетного комплекса;
- преобразователи напряжения (например, $\approx 110/\sim 220$ В, 50 Гц);
- блоки питания для слаботочных систем (24 В);
- клеммные рейки для подключения силовых цепей и цепей управления.

Управление: ПУ-С управляется как автоматически (по сигналам от СКДУ или от ПУ-Э), так и в ручном режиме с панели ручного управления, расположенной на ПУ-С. Ручное управление, используется при наладке, ремонте или выходе из строя автоматики.

3.8 Пульт управления электрооборудованием (ПУ) должен обеспечивать автоматическое и ручное управление установкой кондиционирования воздуха со следующими электрическими параметрами потребителей:

- компрессор: питание 3×220 В, 50 Гц, с частотным регулированием до 70 Гц; макс. потребляемая мощность – 8,0 кВт. ПУ должен обеспечивать управление преобразователем частоты;
- вентилятор конденсатора: питание 3×220 В, 50 Гц; макс. мощность – 2,5 кВт;
- вентилятор приточного воздуха: питание 3×220 В, 50 Гц, с частотным регулированием до 50 Гц; макс. мощность – 2,0 кВт.;
- электроприводы воздушных заслонок – 2 шт., питание 24 В постоянного тока;
- электрические воздухонагреватели – 2 группы по 3,0 кВт каждая, питание 3×220 В, 50 Гц.

3.9 Коммутационные аппараты, применяемые в составе комплекта электрооборудования, должны соответствовать требованиям ГОСТ 9219-95.

3.10 Система должна обеспечить работу экологически чистого туалета с двумя туалетными блоками и одним баком-накопителем. Потребляемая мощность ЭЧТК при номинальных питающих напряжениях, не более:

- суммарная (2,2 кВт);
- электрообогрева бака-накопителя (0,6 кВт, 110 В);
- циркуляционного насоса системы обогрева (160 Вт, 110 В);
- компрессорная установка (1,5 кВт, 220 В);
- электрообогрева магистралей откачки, смыва и слива (200 Вт, 110 В);
- цепей управления и диагностики (60 Вт, 24 В).

3.11 Пульт управления электрооборудованием должен иметь аварийный режим, автоматически включающийся при нажатии кнопки «АВАРИЯ» либо при срабатывании системы пожарной сигнализации осуществляется экстренное отключение основного силового электрооборудования вагона, переход на питание от аварийного источника, включение дежурного освещения по большому коридору, оборудование безопасности и связи сохраняют рабочий режим.

3.12 Комплекс электрооборудования должен обеспечивать подключение высоковольтной магистрали напряжением 3000 В и низковольтной магистрали напряжением 110 В. При выходе из строя источника питания электрооборудования вагона должно быть обеспечено электроснабжение устройств, обеспечивающих безопасность пассажиров (цепей управления, системы контроля нагрева бункера и редуктора, системы пожарной сигнализации и устройств пожаротушения, хвостовых сигнальных фонарей, аварийного освещения) от соседнего исправного вагона.

3.13 Перечень потребителей, режимы ограничения питания, сигналы управления должны быть согласованы в ходе разработки. Схема пульта должна обеспечивать защиту от одновременного подключения потребителей с совокупной мощностью, превышающей номинальную выходную мощность силового электронного преобразователя = 110 В / ~220 В.

3.14 Комплекс электрооборудования должен обеспечивать подключение никель-кадмиевой аккумуляторной батареи и подвагонного генератора мощностью не менее 32 кВт. Цепи установки водяного пожаротушения вагона должны получать питание непосредственно от аккумуляторной батареи.

3.15 Пульт управления электрооборудованием должен обеспечивать подключение следующих потребителей:

- холодильник компрессорный (0,2 кВт, 220 В);
- вытяжной вентилятор пульта управления (45 Вт, 220 В);
- два вытяжных вентилятора туалетов (2x20 Вт, 220 В);
- вытяжной вентилятор тамбура (мощность 20 Вт);
- микроволновая печь (1,5 кВт, 220 В);
- установка обеззараживания воздуха (0,5 кВт, 220 В);
- установка обеззараживания воды (0,2 кВт, 220 В);
- водонагреватели (2x2,5 кВт, 110 В);

- кипятильник (2,5 кВт, 110 В);
 - обогреватели сливных труб котельной (70 Вт, 110 В);
 - обогреватели сливных труб туалетов и служебного отделения (100 Вт, 110 В);
 - силовой электронный преобразователь =110/~220 В, 50Гц (5 кВт);
 - установка пожарной сигнализации;
 - система контроля температуры нагрева бус и редуктора, допускается использование измерительного комплекса по согласованию с Заказчиком;
 - система контроля безопасности и связи пассажирского поезда (СКБ и СПП) для сбора информации от системы пожарной сигнализации, системы контроля температуры нагрева бус и редуктора, приема сигнала ТРЕВОГА при нажатии кнопки и передачи ее по радиоканалу. Предусмотреть возможность установки системы по требованию Заказчика.
 - циркуляционный насос отопления (600 Вт, 220 В) с электромеханическими вентилями (2х70 Вт, 220 В);
 - насос пожаротушения ЭЦН 1,5-20-110 (300 Вт, 110 В);
 - автоматическое устройство контроля уровня воды типа АУВ-110/4-Ш (110 В);
 - вызывная сигнализация для вызова проводника расположена снаружи возле боковых входных дверей тормозной стороны вагона и в тамбурах со стороны переходных площадок;
 - две группы переходного отопления:
 - 1 группа: служебное купе проводника (1х0,5 кВт, 110 В), купе отдыха проводника (1х0,5 кВт, 110 В), пассажирские помещения 1 - 5 (5х0,5 кВт, 110В);
 - 2 группа: два туалета некотловой стороны (2х0,5 кВт, 110 В), пассажирские помещения 6 - 9 (4х0,5 кВт, 110 В);
 - информационная система оповещения пассажиров с индикацией занятости туалета;
 - жидкостной выключатель ЖВ (3 шт.);
 - датчик-реле температуры ТАМ-103 (5 шт.);
 - два крана электромеханических;
 - радиосвязь;
 - две маршрутные светодиодные панели.
- 3.16 Пульт управления электрооборудованием должен обеспечивать подключение следующих групп розеток:
- розетки туалетов и малый коридор (по одной в каждом туалете, одна розетка в коридоре 3х50Вт, 220В) предназначенные для включения электробритв;

- розетки по коридорной стороне предназначенные для включения пылесоса (2кВт, 220В);
- одна розетка для холодильника (0,2 кВт, 220 В);
- одна розетка для микроволновой печи (1,5 кВт, 220 В);
- розетки служебного купе (2 розетки для зарядки мобильных телефонов), розетки купе отдыха проводника (одна розетка для зарядки мобильных телефонов), розетки пассажирских помещений (по четыре розетки в каждом помещении для зарядки мобильных телефонов и подключения ноутбуков), розетки по коридорной стороне (по две розетки в каждом боковом помещении для зарядки мобильных телефонов и подключения ноутбуков).

3.17 Пульт управления электрооборудованием должен обеспечивать подключение следующих групп освещения:

- сигнальные фонари: тормозная сторона вагона (110 В, 15 Вт), нетормозная сторона вагона (110 В, 15 Вт);
- пульт (5 Вт);
- тамбур котловой стороны вагона: два светодиодных светильника ЭВАК-СП 01.00.000 (18 Вт, 110 В);
- тамбур некотловой стороны вагона: два светодиодных светильника ЭВАК-СП 01.00.000 (18 Вт, 110 В);
- туалеты некотловой стороны вагона: два светодиодных светильника ЭВАК-СП 01.00.000 (18 Вт, 110 В);
- служебное отделение: один светодиодный светильник ЭВАК-СП 01.00.000 (18Вт, 110В) с отдельным выключателем;
- котельное отделение: одна лампа светодиодная (18 Вт, 110В) с отдельным выключателем;
- купе отдыха: один светодиодный светильник ЭВАК-СП 01.00.000 (18 Вт, 110 В) с отдельным выключателем;
- косой коридор: три светодиодных светильника ЭВАК-СП 01.00.000 (18 Вт, 110 В);
- девять пассажирских помещений: в каждом помещении один светодиодный светильник ЭВАК-СП 01.00.000 (30Вт, 110 В);
- большой коридор: девять светодиодных светильников ЭВАК-СП 01.00.000 (18 Вт, 110 В);
- малый коридор: один светодиодный светильник ЭВАК-СП 01.00.000 (18 Вт, 110В);
- софиты: точечные светодиодные светильники у каждого спального места в купе проводника и в салоне (10 Вт, 110 В);
- переходные площадки (2х25 Вт, 110 В).

В пульте управления электрооборудованием вагона должно быть предусмотрено переключение с дневного освещения на дежурное (ночное).

Пульт управления должен иметь степень защиты IP21. Предусмотреть возможность установки системы дистанционного мониторинга.

3.18 Предусмотреть возможность установки по требованию Заказчика системы видеонаблюдения:

- видеокамеры 6 шт. (100 Вт, 24 В DC);
- видеорегистратор (50 Вт, 24 В DC);
- преобразователь (150 Вт, 110 В DC/24 В DC);
- коммутатор (120 Вт, 24 В DC).

Конструкция пульта управления электрооборудования должна обеспечивать удобный доступ ко всем элементам для монтажа, технического обслуживания и ремонта. Допускается как одностороннее, так и двустороннее исполнение при условии, что доступ к любому заменяемому модулю или соединению не требует полного демонтажа пульта или снятия заведомо исправных элементов, что обеспечивает минимизацию времени восстановления работоспособности.

3.19 Пульт управления электрооборудованием должен иметь систему СКДУ для обеспечения централизованного автоматического контроля, диагностики и управления оборудованием вагона, визуализации состояния систем, протоколирования событий и обмена данными с поездной сетью и внешними информационными системами. Питание СКДУ от бортовой сети. Цепи управления, задающие режимы работы агрегатов и подсистем электрооборудования вагона, должны быть разделены от силовых электрических цепей посредством исполнительных элементов. Измерительные каналы СКДУ (контроль температуры, напряжения, тока) должны соответствовать метрологическим требованиям. Состав измерительных каналов, их класс точности и периодичность поверки/калибровки должны быть установлены в технической документации на СКДУ.

Система должна строиться по иерархическому принципу с возможностью обмена данными между вагонами по поездной сети Ethernet с использованием протокола УПВС. Конструктивно должна быть предусмотрена возможность оснащения системы оборудованием геопозиционирования (ГЛОНАСС/GPS) по требованию Заказчика.

СКДУ должна иметь распределенную структуру, состоящую из следующих компонентов:

- контроллер управления и диагностики вагона (КУД). Должен обеспечивать выполнение прикладного ПО, управление климатическим оборудованием, прием/передачу данных по поездной и локальной сети (Ethernet), два слота для SD-карты (объемом не менее 4 ГБ), функцию автоматической перезагрузки при зависании;

- система визуализации пассажирского вагона (СВПВ) с сенсорным ЖК-дисплеем диагональю не менее 12", соотношением сторон 4:3, глубиной цвета

не менее 65536, разрешением не менее 1024×768. Должна иметь USB-порт (не ниже 2.0), встроенную видеокамеру, громкоговоритель и микрофон. Обеспечивает визуализацию параметров и управление вагонным оборудованием;

- сетевой адаптер для связи с поездной сетью;
- контроллеры управления электрооборудованием вагона (КУЭВ);
- информационную магистраль вместе с резервным межвагонным каналом передачи данных, коммутаторы локальной (Ethernet/RS-485) и глобальной (поездной) сети, обеспечивающие связь между устройствами внутри вагона и межвагонные соединения. Количество и типы коммутаторов определяются схемой коммутаций;
- систему доступа в сеть Интернет посредством сотовых сетей GSM и доступа к информационно-развлекательному portalу (ИРП) поезда. Предусмотреть возможность установки по требованию Заказчика;
- система накопления и передачи диагностической информации (СНПДИ). Должна собирать и хранить информацию о работе оборудования вагона и возникновении нештатных ситуаций с возможностью ее передачи на стационарные объекты по сети радиосвязи стандарта GSM 900/1800.
- беспроводной передачи данных между проводными локальными вычислительными сетями Ethernet соседних вагонов состава с помощью, встроенной беспроводной радиочастотной информационной системы связи (БРИСС).

4 Функциональные требования к СКДУ

4.1 Интерфейсы связи.

Интерфейс обмена данными между компонентами СКДУ внутри вагона согласовывается на этапе разработки, между вагонами – УПВС на базе Ethernet.

4.2 Сетевая безопасность.

Мультимедийная сеть с доступом пассажиров к Wi-Fi должна быть физически отделена от сети СКДУ и не иметь с ней точек пересечения в виде общего оборудования. Настройка мультимедийной сети производится Заказчиком.

4.3 Контроль тормозного оборудования.

Неотпуск тормозов: СКДУ должна контролировать наличие давления в тормозных цилиндрах и при его наличии более 5 секунд без команды на торможение формировать событие «Неотпуск тормозов».

4.4 Управление и диагностика прислонно-сдвижных дверей.

4.4.1 Общие требования: ПУ должен обеспечивать размещение и подключение блока диагностики дверей (БДД). Система должна посредством интерфейса с БДД обеспечивать контроль и управление автоматическими

наружными дверями вагона (прислонно-сдвижного типа) с электромеханическим приводом.

4.4.2 Режимы работы дверей: Автоматическое и ручное открытие/закрытие. Автоматическое открытие – при нажатии кнопки, автоматическое закрытие – с выдержкой времени и при скорости >5 км/ч.

4.4.3 Информационное взаимодействие: СКДУ должна получать данные от блока диагностики дверей (БДД) по цифровому интерфейсу.

4.4.4 Контролируемые параметры: СКДУ должна отображать состояние каждой двери: «закрыта и заблокирована», «открыта», «неисправность», «открывание/закрывание».

4.4.5 Управление: СКДУ должна обеспечивать возможность управления дверями (открытие/закрытие/блокировка/разблокировка) с панели оператора (СВПВ) и по команде из штабного вагона.

4.4.6 Диагностика: СКДУ должна обеспечивать фиксацию количества циклов открытия/закрытия для каждой двери с электромеханическим приводом (для последующего анализа).

4.5 Управление климатическим оборудованием.

4.5.1 Общие требования: СКДУ должна обеспечивать автоматическое и ручное управление УКВ, включая управление частотным преобразователем (ПЧ) для регулировки производительности.

4.5.2 Режимы управления: Автоматический (основной) и ручной (резервный). В ручном режиме управление осуществляется с панели ручного управления ПУ-Э. При переходе в ручной режим СКДУ должна выводить соответствующее сообщение на панель проводника.

4.5.3 Контроль параметров:

- температура в купе, наружного воздуха, приточного воздуха, температура котла;
- давление хладагента (высокое/низкое);
- состояние оборудования: компрессор, вентилятор приточный, вентилятор конденсатора, электрокалорифер, заслонки наружного воздуха и рециркуляции.

4.5.4 Управление:

- автоматическое поддержание заданной температуры уставки ($+20...+26$ °С) с коррекцией;
- формирование команд для ПЧ: задание частоты вращения компрессора и приточного вентилятора в соответствии с параметрами УКВ и в зависимости от режима и температуры наружного воздуха;
- управление заслонками и клапанами рециркуляции.

4.5.5 Отображение: СКДУ должна отображать на мнемосхеме режим работы, состояние всего оборудования, текущие температуры.

4.5.6 Диагностика: Фиксация и отображение аварий ПЧ (с указанием канала), обрыва/КЗ датчиков температуры, срабатывания термозащиты, срабатывания дифференциальной защиты высоковольтного отопления.

4.6 Интеграция с системой контроля температуры нагрева букс и редуктора. Комплекс электрооборудования должен обеспечивать прием дискретных сигналов аварийной сигнализации перегрева букс. Дополнительно должна быть предусмотрена конструктивная возможность приема цифровых сигналов для мониторинга по требованию Заказчика.

4.6.1 Получаемые данные: СКДУ должна получать информацию о превышении температуры букс и редуктора. При использовании измерительного комплекса, СКДУ должна отображать температуру восьми буксовых узлов и редуктора. При потере связи с комплексом СКДУ должна формировать событие с приоритетом не ниже 2 (Внимание).

4.6.2 Диагностика: При превышении порогового значения или получении дискретного сигнала аварии СКДУ должна формировать событие с приоритетом 3 («ОПАСНОСТЬ»), записывать его в журнал и передавать в поездную сеть/СНПДИ.

4.7 Интеграция с системой БРИСС (Беспроводная связь).

4.7.1 Общие требования: Вагон должен быть оборудован системой БРИСС для передачи информации по радиоканалу.

4.7.2 Передаваемые данные: СКДУ должна передавать в БРИСС информацию о критических событиях (пожар, перегрев букс, заполнение бака 95%) и по запросу – диагностическую информацию.

4.8 Управление информационными табло.

4.8.1 Общие требования: СКДУ должна управлять контроллером информационных панелей (КИП) для вывода информации на внутренние и наружные табло.

4.8.2 Выводимая информация на наружные табло: номер вагона, номер поезда, станция отправления/назначения, фирменное название.

4.8.3 Выводимая информация на внутренние табло: дата, время, температура внутри вагона, температура наружного воздуха, занятость туалетов.

4.8.4 Управление: СКДУ должна обеспечивать автоматическое обновление информации (время, температура) и возможность задания данных по команде из штабного вагона (в т. ч. бегущая строка).

4.8.5 Протокол: СКДУ должна взаимодействовать с КИП по интерфейсу RS-485 или Ethernet (в зависимости от поставщика).

4.9 Контроль и управление электроснабжением (через БУЭ).

4.9.1 Общие требования: СКДУ должна осуществлять мониторинг и диагностику системы электроснабжения, взаимодействуя с блоком БУЭ по

информационной шине данных через сетевой коммутатор. Контроль сопротивления изоляции, при помощи устройства контроля изоляции.

4.9.2 Контролируемые параметры:

- напряжение в сети (генератор/сеть 380В/АБ);
- наличие питания от генератора, внешней сети 380 В;
- ток генератора, ток заряда/разряда АБ;
- частота вращения генератора / линейная скорость вагона;
- температура в аккумуляторном боксе;
- состояние реле защиты: РПН-1, РПН-2, РЧ, РМТ-3, РМТ-Р, РМН;
- наличие напряжений 3000В, 380В, 110В (магистраль);
- контроль состояния изоляции сети 110 В.

4.9.3 Отображение: На панели оператора должны отображаться источник питания, уровень заряда АБ, наличие высоковольтного питания, сработавшие защиты.

4.9.4 Диагностика: фиксация событий включения/отключения различных источников питания, срабатывания защит.

4.10 Управление системой жизнеобеспечения (СЖО) – ЭЧТК, водоснабжение.

4.10.1 ЭЧТК (Экологически чистый туалетный комплекс):

- СКДУ должна контролировать уровни заполнения бака-накопителя (датчики 10%, 80%, 95%);
- при достижении уровня 95% с выдержкой времени 30 секунд СКДУ должна сформировать сигнал на отключение вакуумной установки, включить индикацию запрета в туалетах и на табло, передать событие в штабной вагон;
- контролировать температуру бака и работу систем обогрева;
- отображать состояние ЭЧТК (исправен/неисправен/запрет).

4.10.2 Водоснабжение:

- контролировать уровни воды в системе водоснабжения (25%, 50%, 75%, 100%);
- отображать уровень заполнения в виде иконок и числового значения.

4.11 Интеграция с пожарной сигнализацией (УПС).

4.11.1 Общие требования: СКДУ должна получать сигнал о пожаре от установки пожарной сигнализации.

4.11.2 Действия при пожаре:

- немедленное отображение на панели оператора информации о пожаре с указанием номера вагона;
- запись события в журнал с приоритетом 3 («ОПАСНОСТЬ»);
- передача сигнала о пожаре по поездной сети на все вагоны состава;
- выдача команды на отключение основного силового электрооборудования.

4.11.3 Диагностика: СКДУ должна также отображать информацию о неисправностях УПС.

4.12 Вызывная сигнализация.

4.12.1 СКДУ должна принимать сигналы с кнопок вызова проводника, расположенных у наружных торцевых дверей.

4.12.2 При нажатии кнопки должен включаться звуковой сигнал (зуммер), а на дисплее панели оператора отображаться информация о вызове с соответствующей стороны (тормозной/нетормозной).

4.13 Управление освещением.

4.13.1 Общие требования: СКДУ должна обеспечивать управление основными режимами освещения вагона: «дневной», «вечерний», «выключено».

4.13.2 Управление: Управление должно осуществляться с панели оператора и дублироваться аппаратными переключателями на пульте (режим «резервное»).

4.13.3 Отображение: На мнемосхеме должно отображаться состояние основного и местного светодиодного освещения.

5 Требования к интерфейсу пользователя

5.1 Концепция меню: Интерфейс должен строиться по принципу единого дизайна, где каждая страница разделена на четыре основных окна: окно состояний, окно управления меню, окно содержания и окно навигации. Должна быть возможность показать/скрыть окно последних событий.

5.2 Уровни доступа: Должны быть реализованы три уровня доступа:

- проводник: базовые меню с минимальными возможностями изменения параметров. Доступ без пароля;

- ПЭМ (поездной электромеханик): доступ к меню изменения параметров, включения/отключения оборудования;

- сервис: полный доступ, включая сервисные меню и настройки.

При отсутствии взаимодействия с пользователем в меню более 10 минут должен выполняться автоматический возврат в меню «Состояние» с уровнем доступа «Проводник».

5.3 Окно состояний: в верхней части экрана должны постоянно отображаться: уровень сигнала СТПДИ, номер вагона, текущие дата/время, иконки состояний основных параметров (источник питания, уровень воды, статусы аварий).

5.4 Окно последних событий: Должно отображать не менее 3 последних событий с датой, временем, источником и описанием. События должны быть цветокодированы по приоритету (белый-зеленый-желтый-красный).

5.5 Виртуальная клавиатура: Должна появляться автоматически при необходимости ввода текста.

5.6 Мнемосхемы: Основные меню («КЛИМАТ», «БЕЗОПАСНОСТЬ», «СЖО», «ОСВЕЩЕНИЕ») должны быть выполнены в виде мнемосхем вагона с интуитивно понятными иконками состояния оборудования.

6 Требования к диагностике и протоколированию

6.1 Журнал событий: СКДУ должна обеспечивать протоколирование всех событий и нештатных ситуаций. К основным нештатным ситуациям относятся:

- срабатывание комплекса контроля букс;
- информация о пожаре;
- неисправность ЭЧТК.

Перечень нештатных ситуаций и событий по устройствам дополнительно согласовывается с Заказчиком.

6.2 Приоритеты событий: Должна использоваться система приоритетов:

- приоритет 0 («СОБЫТИЯ») – сервисные сообщения. Цвет белый/зелёный;
- приоритет 1 («УВЕДОМЛЕНИЯ») – ограничения в работе. Цвет белый/зелёный;
- приоритет 2 («ВНИМАНИЕ») – потенциальные нештатные ситуации. Цвет жёлтый;
- приоритет 3 («ОПАСНОСТЬ») – нештатные ситуации, угроза безопасности. Цвет красный.

События, приоритет которых не известен, считаются событиями с приоритетом 3.

6.3 Параметры для анализа: СКДУ должна обеспечивать сбор и хранение данных для последующего анализа информационными системами Заказчика (токи и напряжения АКБ, температура букс, количество циклов дверей и др.).

6.4 СКДУ должна обеспечивать достоверность информации о состоянии вагонного оборудования во всех режимах работы. При возникновении сбоев или нештатных ситуаций должно исключаться формирование ложных сигналов и команд управления.

6.5 Передача данных: СКДУ должна формировать данные о состоянии оборудования и нештатных ситуациях и передавать их на СКДУ состава и в СНПДИ.

6.5.1 СКДУ должна формировать данные и передавать их:

- на СКДУ штабного вагона через поездную сеть (при наличии связи);
- на персональную ЭВМ со специальным ПО, взаимодействующим с СКДУ вагона по протоколу УПВС, на стоянках (при отсутствии штабного вагона).

6.5.2 Предусмотреть возможность передачи в пакетном режиме следующих параметров:

- наличие признаков пожара по данным пожарной сигнализации;

- превышение выше нормы температуры буксовых узлов;
- срабатывание тревожной кнопки;
- температура в салоне (выход за пределы нормы при движении, норма: +20°C... +26°C);
- неисправность ЭЧТК;
- заполнение бака ЭЧТК (превышение уровня 95%);
- снижение давления в тормозной магистрали (ниже 0,46 МПа);
- превышение давления в тормозной магистрали (выше 0,54 МПа);
- превышение давления в тормозном цилиндре (выше 0,42 МПа);
- превышение температуры аккумуляторной батареи более 120°C.

6.5.3 На дисплее СКДУ вагона должны отображаться:

- информация о заполнении бака-накопителя «95%» с требованием закрытия туалетов;
- состояние боковых дверей при открытии на скорости более 5 км/ч;
- параметры работы климатического оборудования (температуры, режим, включенное оборудование);
- информация о заполнении системы водоснабжения (25%, 50%, 75%, 100%);
- информация о пожаре;
- индикаторы аварий: перегрев букс, открытые двери, пожар, несанкционированный доступ, неисправность ЭЧТК, низкая изоляция 110 В, неотпуск тормозов;
- уровень заряда АКБ (>98 В / 93-98 В / <93 В);
- источники энергоснабжения (3000 В / 380 В / 110 В / генератор) с включением световой сигнализации при наличии напряжения.

7 Требования к программному обеспечению СКДУ

7.1 Общие требования к разработке ПО:

7.1.1 Программное обеспечение СКДУ должно разрабатываться как составная часть программно-аппаратного комплекса и обеспечивать реализацию всех функций.

7.1.2 Процесс разработки ПО должен соответствовать требованиям ГОСТ 33435-2023 «Устройства управления, контроля и безопасности железнодорожного подвижного состава».

7.1.3 Уровень полноты безопасности (SIL) для подсистем, реализующих критические функции, должен быть обоснован разработчиком и соответствовать принципам, установленным в ГОСТ Р ИЕС 61508 и ГОСТ 33435-2023. К таким функциям относятся:

- контроль нагрева букс и редуктора;
- контроль пожарной сигнализации;

- управление блокировкой дверей;
- контроль неотпуска тормозов.

7.1.4 Для повышения уверенности в корректности ПО рекомендуется применять методы, указанные в ГОСТ Р 72396-2025, включая формальную спецификацию, статический анализ и формальную верификацию наиболее критических модулей.

7.2 Требования к системному ПО:

7.2.1 В контроллере верхнего уровня (КУД) должна использоваться многозадачная операционная система, обеспечивающая детерминированное выполнение критических задач с гарантированным временем реакции на события.

7.2.2 Исходный код ПО должен храниться в системе контроля версий. Должна обеспечиваться прослеживаемость изменений: каждое изменение должно быть связано с соответствующим требованием, отчетом об ошибке или запросом на модификацию. Версии ПО должны маркироваться уникальным идентификатором.

7.3 Требования к алгоритмам управления:

7.3.1 ПО должно обеспечивать реализацию алгоритмов автоматического управления. Алгоритмы обработки сигналов от аварийных датчиков (пожар, перегрев букс) должны иметь наивысший приоритет и обеспечивать детерминированное время реакции, исключающее потерю или искажение критической информации.

7.3.2 Алгоритмы управления должны обеспечивать формирование корректных управляющих сигналов на основе текущей информации об отказах оборудования. При потере связи с датчиками или исполнительными устройствами ПО должно переходить в заранее определённое безопасное состояние.

7.4 Требования к информационному обмену:

7.4.1 ПО должно обеспечивать поддержку протоколов связи, включая стеки протоколов TCP/IP для Ethernet и Modbus RTU/ASCII для интерфейса RS-485 (или иные, в зависимости от подключенного оборудования). Для обмена данными по поездной сети Ethernet должно быть реализовано ПО, работающее по протоколу УПВС.

7.4.2 Форматы данных и протоколы обмена должны быть полностью документированы и предоставлены Заказчику для обеспечения возможности интеграции с внешними системами и проведения диагностики.

7.4.3 ПО должно обеспечивать буферизацию диагностической информации при потере связи с поездной сетью или СНПДИ и её автоматическую передачу при восстановлении канала.

7.5 Требования к человеко-машинному интерфейсу

7.5.1 ПО верхнему уровню (СВПВ) должно реализовывать интерфейс в соответствии с требованиями раздела 5 настоящего ТЗ (мнемосхемы, уровни доступа, окно событий, цветовая индикация и т.д.).

7.5.2 Интерфейс должен быть полностью русифицирован.

7.5.3 Должна быть предусмотрена возможность настройки языка (русский/английский) интерфейса через меню.

7.6 Требования к диагностике и протоколированию

7.6.1 ПО должно вести энергонезависимый журнал событий с классификацией по приоритетам (0 – сервисные, 1 – уведомления, 2 – внимание, 3 – опасность), с записью времени, даты и GPS-координат. События должны быть цветокодированы согласно приоритету (требование к программной реализации).

7.6.2 События с приоритетом 3 (опасность) должны дополнительно сохраняться в отдельном защищенном разделе памяти, исключающем их случайное или преднамеренное удаление.

7.6.3 ПО СКДУ должно быть защищено от возможности внедрения вредоносного кода и несанкционированного изменения. При поставке должна обеспечиваться целостность дистрибутива.

7.6.4 ПО должно обеспечивать возможность просмотра журнала событий на дисплее СВПВ, а также выгрузку журнала через USB-порт или по сети.

7.7 Требования к кибербезопасности.

7.7.1 ПО должно обеспечивать защиту от несанкционированного доступа к настройкам и управлению посредством парольной защиты и разграничения уровней доступа.

7.7.2 Логирование всех попыток входа в систему (успешных и неуспешных) с указанием времени, уровня доступа и результата.

7.7.3 Программные средства, реализующие сетевые взаимодействия, должны исключать возможность несанкционированного проникновения из внешних сетей. Рекомендуются применение защищенных протоколов при удалённом доступе.

7.7.4 При загрузке обновлений ПО должна проверяться их целостность и подлинность.

8 Требования к надежности, безопасности и условиям эксплуатации

8.1 Климатическое исполнение: Оборудование, размещенное в вагоне (категория 3), должно сохранять работоспособность при температуре от +5 до +40 °С; в подвагонных ящиках (категория 2) – от -50 до +50 °С.

8.2 Степени защиты (IP):

- оборудование внутри вагона – не менее IP21;
- оборудование в подвагонных ящиках – не менее IP55.

8.3 Механическая устойчивость: Оборудование должно выдерживать вибрационные нагрузки, соответствующие месту установки (группы М25 по ГОСТ 17516.1). Оборудование СКДУ, размещаемое на кузове и в пультах управления, должно сохранять работоспособность при воздействии инерционных нагрузок, возникающих при движении вагона, в соответствии с требованиями ГОСТ 34093-2017.

8.4 Пожарная безопасность: Применяемые кабельные изделия должны соответствовать ГОСТ 31565 и ГОСТ 34805. Конструкция блоков должна исключать возможность распространения горения.

8.5 Требование по электромагнитной совместимости (помехоустойчивость) согласно ГОСТ 33436.3-1-2015. Подтверждение соответствия осуществляется путем проведения испытаний по методикам, установленным в указанном стандарте.

8.6 Показатели безотказности СКДУ (как устройства с функциями безопасности) должны соответствовать требованиям ГОСТ 33435-2023. Средняя наработка на отказ для подсистем, реализующих функции контроля безопасности (буксы, пожар, двери, тормоза), должна быть не менее 50 000 часов.

8.7 Наличие сервисного центра на обслуживание оборудования в РБ.

8.8 Среднее время восстановления работоспособного состояния – не более 6 ч (с учетом модульной замены).

8.9 Электробезопасность: Должна соответствовать ГОСТ 12.1.019-2017. Цепи питания электронных блоков должны быть защищены от КЗ и перегрузок с селективностью. Должна быть обеспечена гальваническая развязка входных/выходных цепей от цепей питания. Отсеки, шкафы и ящики с электрооборудованием, имеющие легкоъемные (без применения инструмента) крышки и/или защитные ограждения, должны иметь блокирующие устройства, исключающие доступ к электрооборудованию, находящемуся под напряжением свыше 50 В переменного тока и 120 В постоянного тока.

8.10 Электрооборудование вагона должно сохранять работоспособность и обеспечивать восстановление режима работы после переходных процессов (переключение источников питания, пуск мощных потребителей, проход нейтральных вставок и т.п.) во всем диапазоне рабочих напряжений и скоростей, предусмотренных технической документацией.

8.11 Наличие технической документации (паспорта, схемы электрические принципиальные, подключения, руководства по эксплуатации).

8.12 Наличие декларации соответствия требованиям ТР ТС 001-2011.

8.13 Под каждый конкретный вагон комплектация комплекта электрооборудования уточняется.

9 Требования к маркировке, документации и комплектации

9.1 Маркировка: Все провода и кабели должны иметь маркировку, соответствующую электрическим схемам. Блоки должны иметь заводские таблички с указанием типа, заводского номера и даты изготовления.

9.2 Документация: в комплекте поставки должна быть предоставлена эксплуатационная документация согласно ГОСТ 2.601:

- паспорта;
 - описание архитектуры ПО;
 - спецификация реализованных сервисов УПВС с описанием UUID, типов устройств, переменных состояния, действий, неисправностей и форматов сообщений;
 - руководство оператора (с подробным описанием меню и функций);
 - руководство по конфигурации и программированию;
 - руководство по установке обновлений ПО;
 - инструкция по монтажу и пуско-наладке;
 - схема электрическая принципиальная, подключения и соединения.
- Все документы должны быть выполнены на русском языке.

10 Гарантийные обязательства

Гарантийный срок – не менее 36 месяцев от даты выписки акта ВУ-1 (при изготовлении вагона).

В течение гарантийного срока, с даты поставки комплекта электрооборудования, в случае выявления заводского брака, который не позволит использовать систему по его прямому назначению, по причинам, не зависящим от Заказчика, поставщик обязан произвести замену блоков и компонентов, в отношении которых будет выявлен заводской брак, за свой счет и своими силами в течение 10 календарных дней со дня предъявления требования о замене.