

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

**АКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИКИ  
ПРИЕМО-СДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА**

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Сертификация, метрология и управление качеством  
в машиностроении»

Идентификационный код ВКР: 329

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики  
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ТМС  
\_\_\_\_\_ Н.В. Бородина  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**АКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИКИ  
ПРИЕМО-СДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА**

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Сертификация, метрология и управление качеством  
в машиностроении»

Исполнитель:  
Студентка группы ЗКМ-404С

Т.В. Ерохина

Руководитель:  
доцент, канд. техн. наук,  
доцент кафедры ТМС

Г.Н. Мигачева

Нормоконтролер:  
доцент, канд. пед. наук,  
доцент кафедры ТМС

А.С. Кривоногова

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики профессионального  
обучения  
Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
Профиль «Машиностроение и материалобработка»  
Профилизация «Сертификация, метрология и управление качеством в машиностроении»

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Н.В. Бородина

(подпись)

### ЗАДАНИЕ

#### на подготовку выпускной квалификационной работы

Обучающегося группы ЗКМ-404С

Фамилия \_\_\_\_\_ Имя \_\_\_\_\_ Отчество \_\_\_\_\_

1. Тема выпускной квалификационной работы \_\_\_\_\_

Утверждена: Протокол заседания кафедры от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

2. Руководитель \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя отчество полностью)

\_\_\_\_\_ кафедра ТМС Института ИПО  
(ученая степень) (ученое звание) (должность) (место работы)

3. Место преддипломной практики \_\_\_\_\_

4. Идентификационный код ВКР \_\_\_\_\_

5. Исходные данные к работе

6. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке во-  
просов)

7. Перечень графических и демонстрационных материалов (если есть)

8. Календарный план выполнения выпускной квалификационной работы

№ п/п	Наименование этапа ВКР	Срок выполнения этапа	% выполнения ВКР	Отметка руководителя ВКР о выполнении
1.	Выполнение ВКР во время преддипломной практики			
2.	Защита результатов преддипломной практики			
3.	Выполнение работ по разрабатываемым вопросам, их изложение в тексте ВКР:			
4.	Оформление пояснительной записки			
5.	Выполнение чертежей и демонстрационных материалов (при наличии)			
6.	Нормоконтроль	26.01.2018		
7.	Подготовка доклада к защите в ГЭК			

9. Консультации по работе (с указанием относящихся к ним разделов)

№ п/п	Раздел	Консультант	Задание выдал		Задание принял	
			(подпись)	(дата)	(подпись)	(дата)
1.		_____	_____	_____	_____	_____
		Ф.И.О.	(подпись)	(дата)	(подпись)	(дата)
2.		_____	_____	_____	_____	_____
		Ф.И.О.	(подпись)	(дата)	(подпись)	(дата)
3.		_____	_____	_____	_____	_____
		Ф.И.О.	(подпись)	(дата)	(подпись)	(дата)

Задание выдал руководитель ВКР \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись)

Задание получил: \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись обучающегося)

10. Все материалы выпускной квалификационной работы проанализированы.  
Считаю возможным допустить \_\_\_\_\_ к защите выпускной квалификационной работы в государственной экзаменационной комиссии.

Руководитель \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись)

11. Допустить \_\_\_\_\_ к защите выпускной квалификационной работы в государственной экзаменационной комиссии.

Протокол заседания кафедры от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись)

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 62 страницах, содержит 13 рисунков, 7 таблиц, 34 источника литературы, а также 4 приложения на 9 страницах.

Ключевые слова: НЕСООТВЕТСТВИЕ, КОНТРОЛЬ, ИСПЫТАНИЯ ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ, ПРИЕМО-СДАТОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ, ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, МЕТОДИКА.

Ерохина Т.В. Актуализация программы и методики приемо-сдаточных испытаний для электропоезда: выпускная квалификационная работа / Т.В. Ерохина; Рос. гос. проф.-пед. ун-т; Институт инж.-пед. образования, каф. технологии машиностроения, сертификации и методики профессионального обучения. – Екатеринбург, 2018. – 62 с.

Целью выпускной квалификационной работы является актуализация программы и методики приемо-сдаточных испытаний для электропоезда.

Рассмотрены вопросы, касающиеся проблем качества продукции, причин возникновения несоответствий, оценки рисков, контроля качества продукции при изготовлении электропоездов.

По результатам исследования была разработана документация:

– программа и методика приемо-сдаточных испытаний электропоезда с применением приборов для диагностики проводных линий вагонов и электропоезда FLUKE networks DTX-1800 и Adaptronic ONT850-2;

– разработан протокол испытания и контроля (ПИК).

В методической части работы представлен семинар по повышению квалификации испытателей и инженеров по контролю приемо-сдаточных испытаний электропоезда.

Вводимое оборудование будет применено на предприятии ООО «Уральские локомотивы» в целях исключения несоответствий при изготовлении продукции.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	9
1.1. Описание служебного назначения изделия и особенности конструкции.....	9
1.2. Анализ существующей программы и методики приемо-сдаточных испытаний электропоезда.....	23
1.3. Анализ причин несоответствий.....	26
2. АКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИКИ ПРИЕМО-СДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОПОЕЗД.....	32
2.1. Разработка процедуры испытаний.....	32
2.2. Описание внедряемого оборудования.....	41
2.3. Разработка комплекта документации.....	44
2.4. Анализ несоответствий после актуализации.....	45
3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	47
3.1. Повышение квалификации работников на предприятии.....	47
3.2. Методы и критерии выбора обучения персонала.....	47
3.3. Цели, определение потребности, планирование и организация обучения.....	48
3.4. Процесс обучения и определение приоритетных направлений обучения.....	49
3.5. Проведение обучения.....	50
3.6. Оценка результатов обучения.....	51
3.7. Мониторинг и улучшение процесса обучения.....	52
3.8. Проведение семинара – практикума для обучения специалистов.....	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	57
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	58
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Плакат сравнения исходной и актуализированной программы и методики приемо-сдаточных испытаний.....	63
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Плакат процедуры испытаний.....	65
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Анализ причин несоответствий.....	67
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Разработанная документация.....	68

## ВВЕДЕНИЕ

ООО «Уральские локомотивы» (г. Верхняя Пышма, Свердловская область) – совместное предприятие Группы Синара и концерна Siemens, которое начало работу 1 июля 2010 года.

Основными видами деятельности «Уральские локомотивы» являются проектирование, производство, продажа и техническое обслуживание тягового и моторвагонного подвижного состава нового поколения, отличающегося повышенной экономичностью, высокими потребительскими, эксплуатационными и экологическими свойствами.

Предприятие выпускает грузовые электровозы с коллекторными тяговыми двигателями «СИНАРА» (серия 2ЭС6), грузовые электровозы постоянного тока с асинхронным тяговым приводом «ГРАНИТ» (серия 2ЭС10), а также магистральный грузовой электровоз, работающий от сети переменного тока 2ЭС7. В декабре 2016 года, после завершения всех испытаний, 2ЭС7 передан для эксплуатации на БАМ Восточно-Сибирской железной дороги.

В мае 2014 года завод выпустил первый пятивагонный скоростной электропоезд «Ласточка». В январе 2015 года, после завершения испытаний и получения сертификата, «Ласточки» поступили в серийное производство, а уже с первого октября того же года вышли в регулярные рейсы на участках Москва-Крюково-Тверь. С ноября 2015 года «Ласточки» поступили на маршруты Свердловской железной дороги.

10 сентября 2016 года «Ласточки» начали перевозить пассажиров на Московском центральном кольце, которое стало крупнейшим прорывным инфраструктурным проектом столицы за последнее десятилетие.

Приобретая новый скоростной подвижной состав ОАО «РЖД» одной из целей поставило локализацию производства на территории Российской Федерации не менее 85 %. **Таким образом**, перед заводом была поставлена задача, которая решалась в два этапа: первый этап – локализация производства и компонентов электропоезда, второй этап – импортозамещение.

Реализация первого этапа позволила осуществить трансфер основных технологических процессов изготовления поездов, а именно: сборка сваркой кузова, покраска кузова, сборочные монтажные/электромонтажные и пусконаладочные работы.

В ходе выполнения второго этапа были приняты стратегические решения по замене наиболее важных компонентов электропоезда (тележки, колесные пары, аппаратура защиты, кабельные линии, двери и т.п.) в том числе была разработана новая микропроцессорная система управления и диагностики, базирующаяся на построение системы управления поездом с использованием перспективной поездной линии связи Ethernet.

Именно на этом заводе, на участке вагонной и поездной пуско-наладки проходила преддипломная практика. Данный участок был дооснащен в соответствии с требованиями по контролю качества при проведении приемосдаточных испытаний современным диагностическим оборудованием типа DTX-1800 и Adapteronic ONT850-2.

Появление новых локализованных компонентов и систем управления поставило для производства новые задачи, такие как внедрение современных технологических процессов при проведении электромонтажных, пусконаладочных работ и приемосдаточных испытаний электропоезда.

**Актуальность** темы работы обусловлена увеличением объемов изготовления электропоездов, как следствие увеличение ошибок при проведении сборочных и электромонтажных работ. Несоответствия, допускаемые в процессе сборки электрических линий вагона, являются наиболее сложные по способу выявления и устранения, так как требуют наличие у исполнителя работ высокой квалификации и узконаправленных компетенций. Пропуск несоответствий при проведении приемосдаточных испытаний влечет за собой возникновение отказов электропоездов при эксплуатации по причине некачественно выполненного электромонтажа.

**Объектом** исследования является ООО «Уральские локомотивы», участок вагонной и поездной пуско-наладки.



**Предметом** исследования является программа и методика приемо-сдаточных испытаний электропоезда при его изготовлении.

**Цель работы** – разработка актуализированной программы и методики приемо-сдаточных испытаний электропоезда с использованием современного диагностического оборудования, имеющего высокую степень локализации.

**Задачи работы:**

- ознакомиться с особенностями приемо-сдаточных испытаний электропоезда;
- изучить виды несоответствий при проведении приемо-сдаточных испытаний электропоезда;
- разработать необходимую документацию для контроля проведения приемо-сдаточных испытаний электропоезда.

Применение автоматизированных средств диагностики и контроля позволит полностью исключить несоответствия при проведении электромонтажных работ и обеспечить надежную работу электропоездов в эксплуатации.

Данная работа состоит из трех разделов:

- аналитической части;
- актуализации программы и методики приемо-сдаточных испытаний для электропоезда;
- методической части.

## **1. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **1.1. Описание служебного назначения изделия и особенности конструкции**

Электропоезд ЭС2Г – семейство пассажирских электропоездов, созданное на основе платформы Siemens Desiro для Российских железных дорог. Электропоезда – постоянного тока 3 кВ.

Электропоезда производятся – заводом Уральские локомотивы в городе Верхняя Пышма (Россия) по лицензии Siemens. По состоянию на 2017 год выпущено более 80 составов «Ласточка» всех разновидностей. Большинство из них находится в пассажирской эксплуатации, значительная часть поездов используются как межрегиональные или пригородные экспрессы, или городские поезда, часть составов эксплуатируется как пригородные [18].

Электропоезда семейства Desiro ML RUS спроектированы на основе платформы Desiro ML и соответствуют как требованиям технической спецификации по совместимости (TSI), так и российским нормативным документам. Электропоезда предназначены для региональных, пригородных и городских пассажирских перевозок на железнодорожных линиях колеи 1520 мм, оборудованных высокими или низкими платформами. Электропоезда производятся только для эксплуатации на постоянном токе 3 кВ.

Эксплуатация электропоезда возможна при температуре окружающей среды от «минус» 40°С до «плюс» 40°С без особых ограничений с учётом условий морского климата. Предельные рабочие температуры для оборудования систем безопасности, открыто расположенного снаружи вагона и без подогрева, составляют от «минус» 55°С до «плюс» 50°С. Применённая на поездах современная система диагностики позволяет увеличить межремонтные пробеги. Упрощению обслуживания и ремонта и снижению стоимости данных работ способствует и блочно-модульная компоновка оборудования, позволяющая при

устранении неисправности сократить время простоя за счёт замены отказавшего блока – исправным [2].

Электропоезд Desiro RUS, как и Desiro ML, имеет пятивагонное исполнение, и формируется из вагонов трёх типов – моторных головных с кабиной управления (Мг), промежуточных прицепных с токоприёмником (ПпТ) и промежуточных прицепных без токоприёмника (Пп). Состав формируется по схеме «Мг+ПпТ+Пп+ПпТ+Мг». При необходимости в состав может быть включён дополнительный шестой промежуточный прицепной вагон без токоприёмника, вцепляемый по соседству с другим таким же вагоном. Токоприёмниками оснащаются второй и четвёртый вагоны. Электропоезда могут сцепляться в сдвоенные составы по системе многих единиц и управляться из одной кабины машиниста.

Основные параметры электропоезда приведены в таблице 1 [33].

Таблица 1 – Основные параметры электропоезда

№ п/п	Наименование параметра	Виды параметров
1	2	3
1	Основная составность	5 вагонов
Осевая формула		
2	Головного вагона	2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>
3	Промежуточного вагона	2-2
Размеры		
4	Длина головного вагона	26 031 мм
5	Длина промежуточного вагона	24 800 мм
6	Ширина	3 480 мм
7	Максимальная высота по кузову	4 850 мм
8	Высота пола	1 400 мм
9	Диаметр колёс	от 920 до 840 мм
10	Ширина колеи	1 520 мм
11	Минимальный радиус проходимых кривых	150 м
Массово-весовые характеристики		
12	Масса тары состава	260 т
13	Максимальная нагрузка на ось	200 кН
Тяговые характеристики		
14	Питание	постоянный ток, 3 кВ
15	Конструкционная скорость	160 км/ч
16	Сила тяги при трогании с места	280 кН;
17	Ускорение при трогании с места — 0,64 м/с <sup>2</sup> ;	
18	Выходная мощность	2 × (4 × 366,5) = 2932 кВт
19	Максимальная сила реостатного торможения	210 кН

## Окончание таблицы 1

1	2	3
Пассажировместимость		
20	Число сидячих мест в поезде пригородного типа, в том числе:	386
	в головном вагоне	66 (54 обычных + 9 откидных)
	в промежуточном вагоне с токоприёмником	80
	в промежуточном вагоне без токоприёмника	94
21	В поезде городского типа, в том числе:	346
	в головном вагоне	59
	в промежуточном вагоне с токоприёмником	68
	в промежуточном вагоне без токоприёмника	92
	В поезде пригородного типа	436 чел.
22	Максимальная вместимость для стоячих пассажиров	1000 чел.

### 1.1.1. Механическая часть

Кузова вагонов, как и в поезде Desiro ML, изготовлены из закрытых алюминиевых профилей. Эта облегчённая конструкция дополнительно усилена в связи с увеличением габаритов по сравнению с Desiro ML и рассчитана на нагрузку при максимальной вместимости пассажиров. При проектировании монтажных объёмов была применена концепция поезда с высоким уровнем пола, реализованная в Desiro ML. Компоненты тягового привода и вспомогательное оборудование размещены на крыше или в подкузовном пространстве. Переходы между вагонами герметично изолированы от внешнего пространства резиновой гармошкой, что обеспечивает изоляцию от проникновения внутрь поезда холода, пыли и осадков [33].

На рисунке 1 приведена лобовая часть (маска) электропоезда.



Рисунок 1 – Лобовая часть головного вагона

С учётом того, что российские железные дороги имеют большие габариты приближения строений, чем в странах Европы, габариты вагонов поездов Desiro RUS были увеличены для наибольшей вместимости пассажиров. Благодаря увеличению габаритов и бестамбурному исполнению пассажирских вагонов удалось обеспечить большую вместимость пассажиров, которая при полном использовании пространства сравнима с вместимостью пассажиров двухэтажных вагонов. Ширина кузовов вагонов Desiro RUS была оптимально адаптирована к российскому габариту приближения строений, позволяя обеспечить минимальное расстояние между пассажирской платформой и вагоном, тем самым минимизируя риск падения пассажиров при входе и выходе из вагона на высокие платформы в щель между платформой и поездом. Длина головного вагона поезда составляет 26 м, длина прицепного – 24,8 м, ширина вагонов – 3,48 м, высота вагонов – 4,85 м. Общая длина состава составляет 126,46 м [33].

Сложная силовая конструкция передней части головных вагонов, продиктованная заданными условиями обеспечения безопасности, потребовала от компании Siemens разработки специального дизайна лобовой части для придания кабине электропоезда эстетически завершённого внешнего вида. Каркас кабины спроектирован исходя из условий обеспечения безопасности поездной бригады и пассажиров. Особенностью передней части кузова головных вагонов является наличие широкого отверстия прямоугольной формы в нижней части лобовой маски головных вагонов, в центре, которого расположены автосцепки Шарфенберга, незначительно выступающие из-под вагона. Между вагонами применены жёсткие сцепные устройства, а по краям головных вагонов для возможности полностью автоматизированного сцепления электропоездов по системе многих единиц установлены автосцепки Шарфенберга с ударопоглощающим механизмом, находящимся под вагоном.

Для предотвращения схода электропоезда с рельсов и защиты людей в составе от сильных ударов лобовая часть кузова головных вагонов со стороны кабины управления была оснащена заменяемыми стальными модулями, сминающимися при столкновении и тем самым поглощающими энергию удара. При

разработке этих деформируемых модулей за основу был взят принцип контролируемой деформации с поглощением энергии удара. Конфигурация модулей стала новой разработкой компании Siemens, специально адаптированной для возможных столкновений электропоезда с безбуферным подвижным составом российского производства, оснащённым автосцепками СА-3.

Каждый вагон поезда оснащён двустворчатыми дверями прислонно-сдвижного типа для пассажиров, по две с каждой стороны вагона (рисунок 2).

Компоновка зон входа/выхода в вагонах электропоезда рассчитана на российские посадочные платформы (высота 200, 1100 и 1300 мм). Ширина дверного прохода составляет 1300 мм, высота – 2050 мм. В закрытом состоянии двери плотно прилегают к внешней облицовке поезда, а в открытом выступают наружу и сдвигаются вбок от прохода [33].



Рисунок 2 – Прислонно-сдвижные двери

Установленные по контуру дверей уплотнительные профили двойного значения обеспечивают герметичность, не пропуская пыль и влагу. Пассажирские двери оборудованы кнопками на внешней и внутренней стороне вагона для открытия дверей по требованию пассажира в режиме готовности открытия по требованию.

Для обслуживания низких платформ высотой 200 мм пассажирские входы оснащены автоматическими выдвижными ступеньками с электрическим приво-

дом, установленными в подвагонном пространстве под дверями. Для входа в головной вагон пассажиров с ограниченными возможностями с платформ высотой 1100 и 1300 мм предусмотрена откидная рампа с ручным управлением. При необходимости для посадки и высадки инвалидов на колясках у платформы высотой 200 мм возможна установка подъемника с электрическим приводом.

Служебный тамбур перед кабиной управления головного вагона с каждой стороны оснащён поворотными одностворчатými дверями, открывающимися вовнутрь (рисунок 3).



Рисунок 3 – Дверь кабины машиниста

Тележки электропоезда, спроектированные для колеи шириной 1520 мм с учётом требований РЖД, таких как возможность прохождения поездом кривых малого радиуса (например, в депо), выполнены на базе семейства SF-500, которое послужило основой при разработке тележек для дов ЭВС1/ЭВС2 «Сапсан» (рисунки 4, 5). Они имеют двухступенчатое рессорное подвешивание. В первой ступени применяются цилиндрические винтовые пружины, резиновые и металлические элементы. Во второй ступени используются пневматические рессоры с автоматическим регулированием давления, что позволяет менять относительную высоту пола в зависимости от загрузки вагонов пассажирами и поддерживать постоянный уровень пола над уровнем го-

ловки рельса, а также автоматически регулировать тормозную эффективность поезда.

В процессе доработки компанией Siemens в конструкции тележки были учтены систематизированные на опыте эксплуатации электропоездов ЭВС1/ЭВС2 «Сапсан» негативные факторы, влияющие на её работу при низких температурах. Расчётная осевая нагрузка поездов линейки Desiro RUS выше, чем у ЭВС, линейки Velaro. Это обусловлено тем, что концепцией пригородных перевозок предусматривается перевозка как сидящих, так и стоящих пассажиров. Так как при расчёте максимальной вместимости вагона число пассажиров, едущих стоя, определялось из расчёта 7 чел./м<sup>2</sup>, максимальная осевая нагрузка была оценена в 19 тонн.

Все колёсные пары головных вагонов являются моторными. Тяговый привод, расположенный на моторных тележках, имеет опорно-рамное расположение асинхронных тяговых двигателей с электрической изоляцией от рамы тележки и опорно-осевое расположение тягового редуктора с передачей реактивного усилия на раму тележки через подвеску с упругими блоками. Двухступенчатый тяговый редуктор расположен на оси моторной колёсной пары. Тяговое усилие от двигателя к редуктору передается посредством зубчатой муфты, обеспечивающей возможность взаимных смещений двигателя и редуктора, передаточное отношение редуктора составляет 4,85. Промежуточные вагоны оснащены немоторными тележками [33].

Электропоезд является односистемным с возможностью питания от 3 кВ постоянного тока. Высоковольтное оборудование пятивагонного электропоезда





Рисунок 4 – Моторная тележка головного вагона



Рисунок 5 – Немоторная тележка промежуточного вагона

состоит из двух соединённых токоприемников, устройств защиты, тяговых и вспомогательных преобразователей, тормозных резисторов и тяговых двигателей. Компоненты систем тяги и общего электроснабжения поезда распределены по всем вагонам состава. Большая часть электрооборудования размещена в подвагонном пространстве, некоторая часть – на крыше.

Токоведущее электрооборудование приведено на рисунке 6.

На крышах второго и четвёртого промежуточных вагонов расположены токоприёмники полупантографного типа, переключатели систем тока (на двухсистемных поездах), а также главные выключатели и высоковольтные вводы для каждой из систем тока [33].



Рисунок 6 – Крышное оборудование, вид с двух сторон

Токоприёмники имеют асимметричную форму и расположены со стороны торца напротив головного моторного вагона. Напряжение у электропоезда поступает от токоприёмника через переключатель систем тока на главный выключатель задействованной системы тока, после чего проходит через шинный ввод системы тока к подвагонному оборудованию. Через крышу промежуточных вагонов и над местами их сцепления проходит токоведущая шина параллельного соединения токоприёмников, позволяющая получать питание обоим вагонам поезда с силовым оборудованием от одного поднятого токоприёмника.

Силовые компоненты имеют сквозное соединение по всему поезду через межвагонные электрические кабели, расположенные в нижней части торцов вагонов по бокам от межвагонного перехода, благодаря чему энергоснабжение обоих тяговых приводов в моторных вагонах и энергосистемы поезда обеспечивается при выходе из строя одного из силовых компонентов.

Силовое преобразующее электрооборудование.

Преобразователи электрической энергии расположены в подвагонном пространстве вагонов состава, за исключением центрального промежуточного вагона. На крайних промежуточных вагонах с токоприёмниками, через которые осуществляется ввод напряжения, установлены дроссели сетевого фильтра, а на головных моторных вагонах – четырёхквadrантные регуляторы, тяговые и вспомогательные инверторы [33].

На электропоездах напряжение 3 кВ, пройдя через переключатель систем тока, главный выключатель постоянного тока и ввод, подаётся на дроссель се-

тевого фильтра в подвагонном пространстве, а затем на устройство заряда промежуточного звена, соединённое с двумя четырёхквadrантными регуляторами.

Тяговое оборудование головного моторного вагона состоит из идентичных тяговых блоков, каждый из которых питает по два тяговых двигателя. Каждый тяговый электродвигатель представляет собой шестиполусную асинхронную машину с короткозамкнутым ротором и приводит в движение одну колёсную пару. Мощность электродвигателя у электропоезда составляет – 366,5 кВт. Управление мощностью и моментом двигателя производится за счёт частоты и амплитуды трёхфазного напряжения, выдаваемого на двигатель инвертором с IGBT-ключами.

Каждый контейнер тягового оборудования соединён с тормозными резисторами, установленными на крышах головных вагонов. Электродвигатели поддерживают возможность рекуперативного электрического торможения.

При служебном торможении по умолчанию задействуется рекуперативное торможение в моторных вагонах, а при невозможности или неэффективности применения рекуперации автоматически подключаются тормозные резисторы.

К промежуточному звену одного из инверторов в каждом моторном вагоне подключен преобразователь собственных нужд, питающий бортовую сеть, и зарядное устройство. Два преобразователя установлены под промежуточными вагонами. Питание от них передается к потребителям по поездной сборной шине трёхфазного тока напряжением 380 В. Преобразователь собственных нужд, и зарядное устройство аккумуляторных батарей находятся в соответствующем контейнере в промежуточных вагонах.

Благодаря четырём автономным преобразовательным блокам электропоезд обеспечивает высокую устойчивость к техническим неисправностям. При отсутствии напряжения в контактной сети энергоснабжение сохраняется в течение 1,5 часов у аварийного освещения, громкоговорителей, звуковых сигналов, хвостовых габаритных сигналов, аварийной вентиляции, системы управле-

ния автоматическими дверями, поездных радиостанций и стояночного пружинного тормоза [33].

Размещение оборудования в подвагонном пространстве и на крыше электропоезда, позволяет максимально использовать внутреннее пространство салона вагонов пассажирами и обслуживающим персоналом. Вся облицовка боковых и торцевых стенок изготовлена из армированного стекловолокном пластика, алюминия и слоистого пластика высокого давления. Элементы облицовки изолируются от кузова вагона с помощью изолирующих материалов. Дизайн салона выполнен в светлых тонах, что создаёт комфортабельную атмосферу для пассажиров [33].

Элементы потолка содержат интегрированное освещение, громкоговорители, цифровые табло для вывода информации для пассажиров, линии освещения и вентиляционные решётки для системы кондиционирования. Пол состоит из «плавающих» древесно-стружечных плит, которые накрываются гладким покрытием на основе ПВХ или каучука. Боковые окна установлены заподлицо с кузовом вагона. В них установлены теплоизолирующие стеклопакеты из небьющегося стекла.

Конфигурация пассажирских мест зависит как от модели электропоезда, так и от его категории (стандартный класс или межрегиональный премиум-класс). Всего существует три варианта исполнения салона: – пригородный городской, городской увеличенной вместимости и межрегиональный (премиум) с салонами первого, второго и третьего класса.

Все кресла в ориентированы лицевой стороной в тыл предыдущего ряда, при этом они обращены лицевой стороной в направлении ближайшей двери. Сиденья имеют обивку синего цвета. Сиденья в рядах слева и справа по большей части расположены симметрично [33].

Электропоезда с № 001 по № 044 имеют салон пригородного городского исполнения. Всего состав имеет 386 мест, которые расположены следующим образом:

– в головных вагонах (первый и пятый) имеется 66 сидячих мест, включая 9 откидных. В передней части салона имеется десять кресел, расположенных по схеме «2+2» (два ряда слева и три справа по два кресла в каждом). Далее в средней части салона имеется пять двусторонних рядов кресел, при этом в первом ряду сиденья расположены по схеме «2+2», а в остальных – «2+3» (всего 24 места). Напротив, санузла по левому борту расположено семь откидных сидений, справа между санузлом и второй парой дверей расположено ещё два. В задней части салона имеется пять двусторонних рядов, при этом в первом и последнем вагонах сиденья расположены по схеме «2+2», а в остальных – «2+3».

– в промежуточных вагонах с токоприёмником (второй и четвёртый) имеется 80 мест. Все сиденья расположены по схеме «2+2». В крайних частях салона имеется по пять рядов кресел, а в средней части салона – десять рядов. Всего в салоне имеется 80 мест. Вследствие на некоторых электропоездах с одной стороны три ряда сидений были ликвидированы, за счёт чего число мест снизилось до 74, а освободившееся пространство стало использоваться для перевозки стоячих пассажиров и велосипедов.

– в промежуточном вагоне без токоприёмника (третьем) имеется 94 места. Большая часть сидений расположена по схеме «2+3», за исключением рядов по краям салона и возле дверей (всего шесть рядов), где сиденья расположены по схеме «2+2».

Электропоезда с номера 045 имеют салон городского исполнения повышенной вместимости, созданный специально для Московского центрального кольца. В отличие от предыдущих поездов пригородного и городского исполнения, они имеют уменьшенное число мест для увеличения общей вместимости состава и улучшения условий проезда стоячих пассажиров. В салонах установлены горизонтальные поручни для удобства стоячих пассажиров по 2 с каждой стороны, за исключением среднего промежуточного вагона, где поручни есть только со стороны противоположной сиденьям. В промежуточных вагонах с токоприёмником вместо части сидений размещены зоны для перевозки велосипедов и багажа, оборудованные парковками. В салонах возле дверей установле-

ны цветные информационные мониторы, отображающие часть схемы маршрута с пересадками и текущее положение поезда на маршруте, что имеет большую важность для городских поездов с частыми остановками. Отличия в планировке сидений заключаются в следующем:

– в головных вагонах (первый и пятый) сиденья во всех рядах расположены по схеме «2+2», т.е. ликвидирован третий продольный ряд. За счёт этого в вагоне стало на семь мест меньше, т.е. их общее снизилось до 59 мест.

– в промежуточных вагонах с токоприёмником (второй и четвёртый) за каждой второй дверью было ликвидировано по три левых ряда сидений (по шесть сидений с каждой стороны вагона), за счёт чего число мест снизилось до 68 мест, а освободившееся пространство стало использоваться для перевозки стоячих пассажиров и велосипедов.

– в промежуточном вагоне без токоприёмника (третьем) убрано два места, общее число мест снизилось до 92 мест [33].

Наряду с пассажирскими местами, в поезде предусмотрены также многофункциональные зоны с багажными полками и откидными сиденьями. На полках для ручной клади, а также в стенах напротив некоторых сидений предусмотрены электрические розетки на напряжение 220 В переменного тока, что позволяет во время следования производить подзарядку мобильных устройств. В поездах, эксплуатируемых в регионе Сочи, эти зоны оснащены стойками для крепления лыж и сноубордов. В головных вагонах электропоезда перед второй парой дверей по правому борту установлены санузлы с экологически чистыми вакуумными туалетами (по одному на вагон) и умывальниками, оснащёнными специальным оборудованием для инвалидов и резервуарной системой, расположенной по левую сторону от санузла.

Межвагонные переходы, расположенные в обоих торцах промежуточных вагонов и заднем торце головного вагона, выполнены в виде двустворчатых противопожарных раздвижных дверей, обладающих соответствующими рамами, уплотнениями и огнестойким остеклением. Снаружи переходы полностью окружены герметичными гибкими перекрытиями типа «гармошка».

Тамбуры в вагонах отсутствуют, пассажирские прислонно-сдвижные двери выходят непосредственно в салон и образуют в нём тамбурные зоны входа и выхода, которые отделены от основной части салона с пассажирскими местами только стеклянными перегородками. Ввиду отсутствия тамбуров для предотвращения выхолаживания пассажирского салона в зимнее время температура в этих зонах поддерживается дополнительными обогревателями с направленной подачей тёплого воздуха в тамбурную зону и обогревом стен. Система подачи свежего воздуха связана с датчиком регулирования уровня углекислого газа, ввиду чего потребляемая мощность значительно уменьшается при малом количестве пассажиров в вагонах [33].

Для поддержания комфортной температуры и воздухообмена вагоны поезда оснащены специальными климатическими установками, размещёнными на крышах вагонов. Каждый головной вагон дополнительно оборудован компактной климатической установкой для кабины машиниста, которая функционирует независимо от установки пассажирского салона. Климатические установки обеспечивают воздухообмен, подогрев и охлаждение воздуха. Для обеспечения безопасности пассажиров поезд оснащён системами наружного и внутреннего видеонаблюдения, а также пожарной сигнализацией.

Кабина машиниста выполнена с учётом требований по ведению поезда в одно лицо. Конструкция кабины обеспечивает безопасность поездной бригады и безопасное и эффективное управление электропоездом. Машинист может управлять поездом как стоя, так и сидя. Система управления электропоездом Desiro RUS состоит из компонентов оправдавшей себя в эксплуатации технологии Sibas 32, используемой для поездной информационной шины.

При создании кабины специалистами Siemens совместно с РЖД были проработаны и оптимизированы расположение рабочего места машиниста и элементов пульта управления, дизайн помещения и зона обзора пути из кабины. Установленный в кабине современный пульт управления имеет оптимизированные эргономические характеристики и удобное расположение органов

управления. На дисплеях пульта отображается информация о работе всех систем поезда, включая результаты диагностики его технического состояния.

Электропоезда оснащены специальной системой автоведения, которая выбирает оптимальные с точки зрения энергопотребления, комфорта для пассажиров и времени хода режимы тяги и торможения. При этом машинист может в любое время перейти на ручное управление. Также поддержку машинисту оказывает система торможения, которая по умолчанию использует рекуперативное электрическое торможение, а при его неэффективности включает реостатное торможение. При недостаточной силе электрического торможения система автоматически подключает прямое электропневматическое торможение (смешанный режим) [2].

## **1.2. Анализ существующей программы и методики приемо-сдаточных испытаний электропоезда**

Приемо-сдаточные испытания электропоезда проводят в соответствии с требованиями программы приемо-сдаточных испытаний «Электропоезд с асинхронным тяговым приводом типа ЭГЕ. Приемо-сдаточные испытания. Программа и методика испытаний ЭС2Г0.00.000.000 ПМ1» (далее – Программа). Приемо-сдаточные испытания электропоезда проводятся в соответствии с ГОСТ Р 15.301-2016 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство» [1, 2, 13, 34].

Программа состоит из следующих разделов:

- объект и цель испытаний;
- условия проведения испытаний;
- общие положения;
- общие требования к условиям, обеспечению и проведению испытаний;
- требования безопасности;
- определяемые показатели (характеристики) и точность их измерения;



- программа испытаний;
- методы испытаний и (или) измерений;
- отчетность.

В разделе «Объект и цель испытаний» указываются следующие требования:

- объектом испытаний является электропоезд;
- изготовление электропоезда надлежащего качества.

В разделе «Условия проведения испытаний» указываются такие требования как:

- в каких условиях проводятся испытания;
- какие лица допускаются к проведению испытаний.

В разделе «Общие положения» помещают:

- наименование и обозначение изделия в соответствии с основным конструкторским документом;
- цель испытаний;
- вид (виды) испытаний, которым подвергается изделие;
- условия предъявления изделия на испытания (порядок отбора, количество, комплектность, документальное сопровождение при предъявлении);
- порядок взаимодействия предъявителя изделия с представителем заказчика и другими предприятиями, участвующими в испытаниях.

В разделе «Общие требования к условиям, обеспечению и проведению испытаний» помещают требованиям:

- к месту проведения испытаний (цех, лаборатория, полигон и т.п.);
- к средствам проведения испытаний (приспособлениям, стендам, измерительной и вычислительной технике и т.п.);
- к условиям проведения испытаний (состояние окружающей, искусственно создаваемой или моделируемой среды и т.п.);
- к основным и дублирующим видам топлива, масел, охлаждающей жидкости, газов и т.п.;
- к подготовке изделия к испытаниям;

- к порядку работы на изделии по завершении испытаний;
- к персоналу, осуществляющему подготовку к испытанию и испытание.

В разделе «Требования безопасности» помещают:

- требования безопасности при подготовке изделия к испытаниям;
- требования безопасности при проведении испытаний;
- требования безопасности при выполнении работ по завершению испытаний.

В разделе «Определяемые показатели (характеристики) и точность их измерений» помещают:

- перечень определяемых показателей (характеристик) с указанием наименования, обозначения (при наличии), единицы измерения;
- номинальные значения показателей (характеристик) и предельные отклонения от номинальной величины или пределы изменения;
- указания, на каких видах и на каких этапах видов испытаний определяются показатели (характеристики);
- перечень оборудования, материалов и реактивов (стенды, приборы, приспособления, оснастка, инструмент и др.) для определения каждого показателя;
- класс точности измерительного оборудования;
- допускаемую погрешность измерения (расчета) определяемых показателей;
- указания, по какой методике, инструкции или нормативному документу следует определять (измерять) показатель (характеристику);
- правила регулировки (настройки) в процессе подготовки изделия к испытаниям и (или) при испытаниях;
- формулы расчета для определения показателей (характеристик), которые не могут быть определены прямым или косвенным измерением.

В разделе «Программа испытаний» помещают:

- режимы испытаний изделия;

– ограничения и другие указания, которые необходимо выполнять на всех или на отдельных режимах испытаний;

– условия аннулирования и возобновления испытаний на всех или на отдельных режимах.

В разделе «Методы испытаний и (или) измерений показателей (характеристик)» помещают:

– схемы испытаний (измерений);

– описание метода испытаний (измерений);

– формулы расчета;

– номограммы, диаграммы, графики зависимости отдельных параметров изделия от состояния внешней среды, других параметров, необходимые для определения показателей (характеристик) изделия.

В разделе «Отчетность» помещают:

– перечень документов, в которых фиксируют результаты испытаний, измерений и анализов в процессе испытаний и по их завершению;

– правила оформления таких документов;

– правила хранения и рассылки отчетных документов [2, 3, 19, 20].

### **1.3. Анализ причин несоответствий**

При проведении приемо-сдаточных испытаний, выявляются различного рода несоответствия требованиям конструкторской документации, которые фиксируются в протоколах контроля и испытаний, а также в перечнях открытых пунктов. Выявляемые несоответствия классифицируются по следующим признакам:

1. Несоответствия, причиной которых явилась ошибка при разработке конструкторской документации – *конструкционный недостаток*.

2. Несоответствия, причиной которых явилась ошибка при разработке технологической документации – *технологический недостаток*.

3. Несоответствия, причиной которых явилась нарушение требований конструкторской и технологической документации при выполнении технологической и контрольной операции – *производственный недостаток*.

К конструкционным недостаткам относятся несоответствия, возникающие вследствие некорректной разработки технических требований конструкторской документации, при допущении ошибок в выборе марок и типа материала, при допущении ошибок в расчете размерных цепочек, при неправильном назначении допусков и т.п. [4, 5, 14, 23, 30].

К технологическим недостаткам относятся несоответствия, возникшие вследствие некорректной разработки технологических процессов, технологических инструкций и технологических карт по причине допущения ошибок при назначении несоответствующего инструмента, оборудования, средств контроля, методов и способов изготовления продукции [4, 5, 23, 30].

К производственным недостаткам относятся несоответствиям, возникшие вследствие нарушения требований исполнителями технологических и контрольных операций по причине допущения ошибок при не полном выполнении требований, при нарушении порядка выполнения технологических операций, при нарушении требований по применения необходимого инструмента и оснастки. Также несоответствия могут возникать по причине невыполнения требований контрольных операций технологических процессов и инструкций по причине невыполнения в полном объеме операции контроля и испытаний, применения несоответствующего измерительного инструмента и т.п. (приложение В) [4, 5, 30].

Необходимо отдельно отметить и такой вид несоответствий, как несоответствие продукции, закупленной у внешних поставщиков. Дефекты, допущенные поставщиками при изготовлении продукции, могут быть выявлены и при проведении приемо-сдаточных испытаний.

На рисунке 7 приведена диаграмма причинно-следственных связей по несоответствиям, выявляемых при проведении приемо-сдаточных испытаний электропоезда.

С точки зрения повторяемости несоответствия можно разделить на две группы – повторяющиеся и единичные несоответствия. Повторяющиеся несоответствия характеризуются как несоответствия, допущенные на нескольких единицах продукции в определенный промежуток времени.

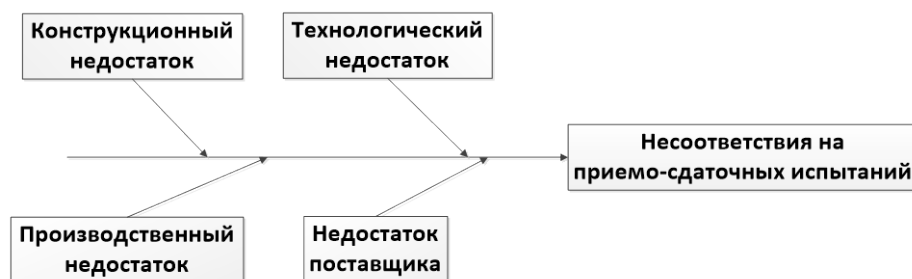


Рисунок 7 – Диаграмма причинно-следственной связи

Для более подробного рассмотрения существуют специальные формулы и расчеты, которые позволяют определять повторяющиеся несоответствия, как системные недостатки, требующие больших затрат для выявления причины несоответствия и разработки корректирующих и предупреждающих действий.

Единичные или не системные несоответствия определяются как недостатки, выявленные впервые или в небольших количествах в определенный интервал времени. Данные несоответствия не требуют значительных затрат, так как могут устраняться методом коррекции без разработки дополнительных мероприятий.

Рассмотрим более конкретно третий вид несоответствий – производственных несоответствий. Подобные несоответствия носят наиболее массовый характер, в связи с выполнением технологических и контрольных операций человеком. Их число зависит от степени автоматизации производственных процессов, от уровня применяемого технологического оборудования, от уровня квалификации персонала и т.п.

В связи с тем, что приемо-сдаточные испытания проводятся на готовом электропоезде, прошедшем операционный контроль, производственные несоответствия, выявленные, при приемо-сдаточных испытаниях в основном являются

следствием ошибок исполнителей, допущенных в процессе выполнения сборочно-монтажных работ.

Наиболее часто выявляемые несоответствия сборочно-монтажных работ это:

- затяжка резьбовых соединений без момента затяжки;
- отсутствие контрольной риски на резьбовом соединении;
- монтаж одного компонента к другому с перекосом или с зазором;
- повреждение детали или узла;
- нарушение адресности наконечников низковольтных и высоковольтных проводов;
- нарушение требований электромонтажа (радиус изгиба менее требуемого, касание провода об острую кромку и т.п.);
- нарушение полярности при подключении низковольтных и высоковольтных проводов и т.п. [34].

В таблице 2 приведена статистика несоответствий, выявленных за первое полугодие 2017 г. при изготовлении 100 вагонов электропоезда.

Таблица 2 – Статистика несоответствий, выявленных при изготовлении электропоезда

№ п/п	Наименование несоответствия	Кол-во
1	Затяжка резьбовых соединений без момента затяжки	1000
2	Отсутствие контрольной риски на резьбовом соединении	600
3	Монтаж одного компонента к другому с перекосом или с зазором	1800
4	Повреждение детали или узла	200
5	Нарушение требований электромонтажа (радиус изгиба менее требуемого, касание провода об острую кромку и т.п.)	1200
6	Нарушение адресности наконечников низковольтных и высоковольтных проводов	2400
7	Нарушение полярности при подключении низковольтных и высоковольтных проводов и т.п.	2800

Проанализировав указанные несоответствия, можно сделать вывод о том, что нарушение требований электромонтажа является критическими несоответ-

ствиями, не устранение, которых повлечет за собой значительные повреждения оборудования при функциональной проверке.

Принимая во внимание требования международного стандарт железнодорожной промышленности IRIS в части оценки и управления рисков, произведем анализ и оценку рисков, возникающие при допущении нарушений в процессе монтажа кабельной продукции [34].

Среди существующих методов качественного анализа, следует выделить FMEA–методологию. Данная методология представляет собой технологию по сбору и анализу возможностей возникновения дефектов и оценки их влияния на потребителя и эксплуатационные свойства изделия [34].

Возможность применения методики FMEA обуславливается тем, что способ представления результатов комплексного анализа соответствует целям и способу представления результатов проведения качественного анализа рисков, при выполнении сборочно-монтажных работ. В ходе проведения FMEA-анализа идентифицируются возможные виды дефектов, производится определение и описание причин и последствий их возникновения, а также предлагаются мероприятия по минимизации или устранению потерь от проявления выделенных дефектов.

Для оценки наиболее существенных рисков по выявленным несоответствиям проведем идентификацию, анализ, оценку рисков и разработаем мероприятия по минимизации и исключению существенных рисков.

Идентифицируем риски при выполнении сборочно-монтажных работ:

- нарушение адресности наконечников низковольтных и высоковольтных проводов;
- нарушение полярности при подключении низковольтных и высоковольтных проводов;
- затяжка резьбовых соединений без момента затяжки, отсутствие контрольной риски на резьбовом соединении;
- монтаж одного компонента к другому с перекосом или с зазором;
- повреждение детали или узла;

– нарушение требований электромонтажа (радиус изгиба менее требуемого, касание провода об острую кромку и т.п.).

Для каждого идентифицированного риска произведем оценку по двум компонентам показателя риска: вероятности и последствий его реализации, т.е. потенциального влияния на достижение целей и решение задач по методике оценки рисков от 1-го (самая малая вероятность и последствие) до 10-ти (самая высокая вероятность и наибольшая сумма ущерба). По результатам идентификации и оценки рисков составим реестр рисков (таблица 3).

Таблица 3 – Реестр рисков

№ п/п	Наименование риска	Вероятность	Последствия	Уровень риска
1	2	3	4	5
1	Нарушение адресности наконечников низковольтных и высоковольтных проводов	7	7	49
2	Нарушение полярности при подключении низковольтных и высоковольтных проводов	7	7	49
3	Затяжка резьбовых соединений без момента затяжки, отсутствие контрольной риски на резьбовом соединении	5	6	30
4	Монтаж одного компонента к другому с перекосом или с зазором	4	4	16
5	Нарушение требований электромонтажа	3	3	9

Для выделения критических рисков примем минимально условный уровень риска – не менее 30 единиц. Риски, имеющие уровень более 30 единиц, приравниваются к критическим рискам и подлежат дальнейшему рассмотрению. Таким образом, проанализировав результаты оценки рисков, выделим два критических риска, это:

– нарушение адресности наконечников низковольтных и высоковольтных проводов.

– нарушение полярности при подключении низковольтных и высоковольтных проводов.



С целью минимизации/ исключения уровня воздействия риска, разработаем корректирующие мероприятия, а именно:

- актуализация программы и методики приемо-сдаточных испытаний электропоезда в части введения дополнительного контроля качества подключения концевиков низковольтных и высоковольтных проводов и соблюдения полярности подключаемых проводов;

- разработка и внедрение протоколов контроля и испытаний при проведении приемо-сдаточных испытаний вагонов и электропоезда с применением вновь введенных средств диагностики и контроля типа Adaptronic ONT850-2 и FLUKE networks DTX-1800.

## **2. АКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИКИ ПРИЕМО-СДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА**

### **2.1 Разработка процедуры испытаний**

В рамках выполнения корректирующих мероприятий, разработанных по результатам оценки рисков, проведем актуализацию программы и методики приемо-сдаточных испытаний (приложение А), в части введения дополнительного контроля качества подключения концевиков низковольтных и высоковольтных проводов соблюдения полярности подключаемых проводов, указанных в таблице 4 [4, 13, 16, 18, 19].

Таблица 4 – Вновь вводимые требования по контролю цепей

№ пункта методики	Наименование испытаний и проверок	Номер вагона	Страница методики
<b>1.1 Высоковольтные/низковольтные стационарные испытания</b>			
<b>Проверки, проводимые для отдельных вагонов</b>			
1.1.1	Контроль силовых цепей (проверка адресности)	1, 2, 3, 4, 5	17
1.1.2	Контроль силовых цепей (проверка полярности)	1, 2, 3, 4, 5	17
1.1.3	Контроль низковольтных цепей (проверка адресности)	1, 2, 3, 4, 5	22

1.1.4	Контроль низковольтных цепей (проверка полярности)	1, 2, 3, 4, 5	25
<b>Проверки, проводимые для состава электропоезда</b>			
1.1.5	Контроль силовых цепей (проверка адресности)	1, 2, 3, 4, 5	56
1.1.6	Контроль силовых цепей (проверка полярности)	1, 2, 3, 4, 5	62
1.1.7	Контроль низковольтных цепей (проверка адресности)	1, 2, 3, 4, 5	68
1.1.8	Контроль низковольтных цепей (проверка полярности)	1, 2, 3, 4, 5	74

В качестве средств диагностики и контроля высоковольтных и низковольтных цепей выберем приборы для диагностики проводных линий вагонов и электропоезда FLUKE networks DTX-1800 и Adaptronic ONT850-2 [26, 27].

### **Программа диагностики и тестирования высоковольтных/низковольтных линий вагона электропоезда.**

Работники должны быть обеспечены необходимыми средствами индивидуальной защиты (далее – СИЗ) согласно требованиям инструкции по охране труда, технологических инструкций и местных условий выполнения работ.

Для испытателя электрических машин, аппаратов и приборов СИЗ из комплекта № 12612 СИЗ, для ведущего инженера по контролю приемосдаточных испытаний – СИЗ из комплекта № 25641 СИЗ [7, 8, 12].

Подготовить необходимую документацию и оснастку:

- электрические схемы 32103.0.00.000.000 36.1 СВОП, 32103.0.00.000.000 36.2;
- центральную систему управления;
- инструкцию по эксплуатации кабельного анализатора DTX-1800;
- инструмент, измерительные приборы кабельный анализатор DTX-1800;
- ноутбук с актуальными электрическими схемами;
- платформу для доступа в вагон высотой 2 метра (пер. 1-10);
- сервисный компьютер ноутбук (пер 1,4,5,8-10);
- кабельный тестер Fluke DTX-1800;

– адаптер кабельного анализатора Fluke DTX-1800 AD.

Подготовить кабельный анализатор DTX-1800 для тестирования структурированных кабельных систем СКС. Для этого необходимо попасть в раздел настроек, установив поворотный переключатель в положение SETUP, затем с помощью клавиши-стрелки (▼) выделите пункт Twisted Pair и нажмите клавишу ENTER (приложение Б) [27]. Затем:

1. Выберите тип кабеля Cable Type, соответствующий кабелю тестируемого сегмента. Виды кабелей в памяти прибора упорядочены по типу и производителю.

2. Выберите соответствующий предел тестирования Test Limit для вашей системы. Нажмите клавишу F1 (More), чтобы увидеть другие списки пределов тестирования.

3. Номинальная скорость распространения сигнала используется совместно с задержкой распространения сигнала для определения длины тестируемого сегмента. Значение по умолчанию, определяемое типом кабеля, отражает типичное значение NVP для кабелей данного вида. При необходимости вы можете указать другое значение. Чтобы определить фактическое значение NVP, проделайте обратную процедуру для участка кабеля известной длины варьируйте значение NVP до тех пор, пока измеренная прибором длина сегмента не совпадет с фактическим значением длины. Для этой процедуры необходимо использовать кабель длиной не менее 15 м (50 футов). Рекомендуемая длина составляет 30 м (100 футов). Увеличение значения NVP приводит к увеличению значения измеренной длины.

4. Настройка Outlet Configuration (конфигурация гнезда) определяет, какие пары кабеля будут тестироваться, и какие номера назначены соответствующим контактам.

При нажатии на кнопку ТЕСТ в основном и блоке тестер выполняет автоматический тест. В состав автоматического теста входят все тесты, необходимые для сертификации на соответствие или превосходство кабельной системы требованиям к производительности, указанным в пределах измерения теста.

5. Установите поворотный переключатель в положение AUTOTEST и включите удаленный модуль. Подключитесь к тестируемому сегменту.

6. Нажмите клавишу TEST на основном или удаленном модуле прибора.

Чтобы в любой момент времени прервать тестирование, нажмите клавишу EXIT.

7. После завершения теста прибор выводит на экран окно совокупных результатов автотеста Summary. Чтобы просмотреть результаты тестирования конкретного параметра, используйте клавиши-стрелки (▲, ▼), выделяя нужный параметр и нажимая кнопку ENTER.

8. Если автотест дает сбой, нажмите клавишу F1 (Fault Info), чтобы просмотреть список возможных причин сбоя.

9. Чтобы сохранить результаты, нажмите клавишу SAVE. Выберите или укажите новый идентификатор линии Cable ID, затем снова нажмите клавишу SAVE.

Для получения надежных результатов важно соблюдать следующие условия:

- отсоедините от кабеля все ответвители и устройства;
- не тестируйте кабель через разветвители! [26].

Кабельный тестер Fluke DTX-1800, Адаптер кабельного анализатора Fluke DTX-1800 AD (приложение Б).

Отключить автоматические выключатели АЗВ систем на которых будут проводится измерения (СВОП 5.04.F01, 5.04.F02 +115; 5.04.F01, 5.04.F02 +364.20; 5.04.F01, 5.04.F02 +564.20. МПСУиД 2.02.F01, 3.01.F02 +115; 2.02.F01, 3.01.F02 +364.20; 2.02.F01, 3.01.F02 +564.20).

Приемочные испытания [27].

Провести проверку линий связи Ethernet системы СВОП участка проверить , установив настройки для тестирования витой пары в кабельный анализатор тип кабеля – Cable Type – Кабель RADOX RAILCAT CAT5 4x (2x24 AWG), предел тестирования – Nest Limit – cat5e, конфигурация гнезда – Outlet Configuration – T568B.

С помощью адаптера подключитесь к тестируемому сегменту:

– 1/2 – участок основной линии между первым и вторым вагонами (кабели СИ6 и СИ78). Необходимо отсоединить разъемы ЕТН1 от модулей 5.04.А5 (SW2), 5.04.А59 (SW3). К разъему кабеля СИ6 (ЕТН1) подключить основной модуль. К разъему кабеля СИ78 (ЕТН1) подключить удаленный модуль. Произвести тестирование.

– 2/3 – участок основной линии между вторым и третьим вагонами (кабели СИ79 и СИ95). Необходимо отсоединить разъемы ЕТН8 от модуля 5.04.А6 (SW4) и ЕТН1 от модуля 5.04.А27 (SW5). К разъему кабеля СИ79 (ЕТН8) подключить основной модуль. К разъему кабеля СИ95 (ЕТН1) подключить удаленный модуль. Произвести тестирование.

– 3/4 – участок основной линии между третьим и четвертым вагонами (кабели СИ96 и СИ79). Необходимо отсоединить разъемы ЕТН8 от модуля 5.04.А27 (SW5), 5.04.А60 (SW7). К разъему кабеля СИ96 (ЕТН8) подключить основной модуль, к разъему кабеля СИ79 (ЕТН8) подключить удаленный модуль. Произвести тестирование.

– 4/5 – участок основной линии между четвертым и пятым вагонами (кабели СИ78 и СИ6). Необходимо отсоединить разъемы ЕТН1 от модулей 5.04.А59 (SW8), 5.04.А5 (SW9). К разъему кабеля СИ78 (ЕТН1) подключить основной модуль. К разъему кабеля СИ6 (ЕТН1) подключить удаленный модуль. Произвести тестирование.

–1/3 – участок резервной линии между первым и третьим вагонами (кабели СИ3, СИ77 и СИ93). Необходимо отсоединить разъемы G3 на модуле 5.04.А10 (Сервер) и ЕТН1 на модуле 5.04.А56 (SW6). К разъему кабеля СИ3 (G3) подключить основной модуль. К разъему кабеля СИ93 (ЕТН1) подключить удаленный модуль. Произвести тестирование.

– 3/5 – участок резервной линии между третьим и пятым вагонами (кабели СИ94, СИ77 и СИ3). Необходимо отсоединить разъемы G3 на модуле 5.04.А10 (Сервер) и ЕТН8 на модуле 5.04.А56 (SW6). К разъему кабеля СИ3 (G3) под-

ключить основной модуль. К разъему кабеля СИ94 (ETH8) подключить удаленный модуль. Произвести тестирование.

Провести проверку линий связи Ethernet системы МПСУиД участка проверять, установив настройки для тестирования витой пары в кабельный анализатор тип кабеля – Cable Type ТРАНСКАБ Patch SF/UTP Cat5e, предел тестирования – Test Limit – cat5e, конфигурация гнезда – Outlet Configuration – Ethernet two pairs.

Подключитесь к тестируемому сегменту:

1. Отключить разъем X6 ЦБУ 3.01.A01 место +115 и подключить к основному модулю в вагоне № 01 линии Ethernet № 3, отключить разъем X4 ЦБУ 3.01.A01 +364.20 в вагоне № 02 и подключить удаленный модуль, произвести тестирование линии, сохранить данные, восстановить электрическую схему.

2. Отключить разъем X7 ЦБУ 3.01.A01 место +115 и подключить к основному модулю в вагоне № 01 линии Ethernet № 4, отключить разъем X5 ЦБУ 3.01.A01 +364.20 в вагоне № 02 и подключить удаленный модуль, произвести тестирование линии, сохранить данные, восстановить электрическую схему.

3. Отключить разъем X6 ЦБУ 3.01.A01 место +364.20 и подключить к основному модулю в вагоне № 01 линии Ethernet № 5 отключить разъем X4 ЦБУ 3.01.A01 +564.20 в вагоне № 03 и подключить удаленный модуль, произвести тестирование линии, сохранить данные, восстановить электрическую схему.

4. Отключить разъем X7 ЦБУ 3.01.A01 место +364.20 и подключить к основному модулю в вагоне № 02 линии Ethernet № 6 отключить разъем X5 ЦБУ 3.01.A01 +564.20 в вагоне № 03 и подключить удаленный модуль, произвести тестирование линии, сохранить данные, восстановить электрическую схему.

5. Отключить разъем X6 ЦБУ 3.01.A01 место +564.20 и подключить к основному модулю в вагоне № 03 линии Ethernet № 6 отключить разъем X6 ЦБУ 3.01.A01 +364.20 в вагоне № 04 и подключить удаленный модуль, произвести тестирование линии, сохранить данные, восстановить электрическую схему.

6. Отключить разъем X7 ЦБУ 3.01.A01 место +564.20 и подключить к основному модулю в вагоне № 03 линии Ethernet № 5 отключить разъем X7 ЦБУ

3.01.A01 +364.20 в вагоне № 04 и подключить удаленный модуль, произвести тестирование линии, сохранить данные, восстановить электрическую схему.

7. Отключить разъем X5 ЦБУ 3.01.A01 место +364.20 и подключить к основному модулю в вагоне № 04 линии Ethernet № 4 отключить разъем X7 ЦБУ 3.01.A01 +115 в вагоне № 05 и подключить удаленный модуль, произвести тестирование линии, сохранить данные, восстановить электрическую схему.

8. Отключить разъем X4 ЦБУ 3.01.A01 место +364.20 и подключить к основному модулю в вагоне № 04 линии Ethernet № 3 отключить разъем X6 ЦБУ 3.01.A01 +115 в вагоне № 05 и подключить удаленный модуль, произвести тестирование линии, сохранить данные, восстановить электрическую схему.

9. Отключить разъем X4 ЦБУ 3.01.A01 место +115 и подключить к основному модулю в вагоне № 01 линии Ethernet № 1 отключить разъем X02 3.01.A21 +174.40 в вагоне № 01с помощью адаптера подключить удаленный модуль к разъему X02 АВИ1, АВИ2, АВИ3, АВИ4 и произвести тестирование линии, сохранить данные, восстановить электрическую схему.

10. Отключить разъем X5 ЦБУ 3.01.A01 место +115 и подключить к основному модулю в вагоне № 01 линии Ethernet № 2 отключить разъем X02 3.01.A21 +174.40 в вагоне № 01с помощью адаптера подключить удаленный модуль к разъему X02 АВП1, АВП2, АВП3, АВП4 и произвести тестирование линии, сохранить данные, восстановить электрическую схему.

11. Отключить разъем X4 ЦБУ 3.01.A01 место +115 и подключить к основному модулю в вагоне № 05 линии Ethernet № 1 отключить разъем X02 3.01.A21 место +174.40 в вагоне № 05с помощью адаптера подключить удаленный модуль к разъему X02 АВИ1, АВИ2, АВИ3, АВИ4 и произвести тестирование линии, сохранить данные, восстановить электрическую схему.

12. Отключить разъем X5 ЦБУ 3.01.A01 место +115 и подключить к основному модулю в вагоне № 05 линии Ethernet № 2 отключить разъем X02 3.01.A21 +174.40 в вагоне № 05с помощью адаптера подключить удаленный модуль к разъему X02 АВП1, АВП2, АВП3, АВП4 и произвести тестирование линии, сохранить данные, восстановить электрическую схему.

Провести проверку линий связи Ethernet системы Wi-Fi. Участки проверять согласно электрической схемы, установив настройки для тестирования витой пары в кабельный анализатор тип кабеля-Cable Type RADOX RAILCAT CAT5e (2x2 AWG), предел тестирования - Test Limit – cat5e, конфигурация гнезда – Outlet Configuration – Ethernet.

При невозможности выбора конфигурации гнезда изменить предел тестирования и марку кабеля. Кабельный анализатор подключается с помощью адаптеров.

Для проверки сегментов кабельной сети подключить основной и удаленный модуль к разъемам, указанным ниже.

Для электропоездов с 045 по 059:

1. Отключить разъем LAN Точка доступа 5.06.W01 место +162 кабель БИ03.2 и подключить к основному модулю в вагоне № 01, отключить разъем LAN Точка доступа 5.06.W01 место +364.10 кабель БИ13.2 и подключить удаленный модуль в вагоне № 02 и произвести тестирование линии, сохранить данные, восстановить электрическую схему.

2. Отключить разъем LAN (PoE) Точка доступа 5.06.W01 место +364 кабель БИ13.2 и подключить к основному модулю в вагоне № 02, отключить разъем LAN1 на коммутаторе Switch 5.06.A01 место +564.10 кабель БИ24.1 и подключить удаленный модуль в вагоне № 03 и произвести тестирование линии, сохранить данные, восстановить электрическую схему.

3. Отключить разъем LAN (PoE) Точка доступа 5.06.W01 место +364 кабель БИ13.2 и подключить к основному модулю в вагоне № 02, отключить разъем LAN2 на коммутаторе Switch 5.06.A01 место +564.10 кабель БИ24.1 и подключить удаленный модуль в вагоне № 03 и произвести тестирование линии, сохранить данные, восстановить электрическую схему.

4. Отключить разъем LAN (PoE) Точка доступа 5.06.W01 место +564 кабель БИ25.1 и подключить к основному модулю в вагоне № 03, отключить разъем LAN7 на коммутаторе Switch 5.06.A01 место +564.10 кабель БИ24.1 и



подключить удаленный модуль в вагоне № 03 и произвести тестирование линии, сохранить данные, восстановить электрическую схему.

5. Отключить разъем LAN (PoE) Точка доступа 5.06.W01 место +464 кабель БИ13.2 и подключить к основному модулю в вагоне № 04, отключить разъем LAN3 на коммутаторе Switch 5.06.A01 место +564.10 кабель БИ24.1 и подключить удаленный модуль в вагоне № 03 и произвести тестирование линии, сохранить данные, восстановить электрическую схему.

6. Отключить разъем LAN (PoE) Точка доступа 5.06.W01 место +262 кабель БИ03.2 и подключить к основному модулю в вагоне № 05, отключить разъем LAN на коммутаторе Switch 5.06.A01 место +464.10 кабель БИ13.2 и подключить удаленный модуль в вагоне № 04 и произвести тестирование линии, сохранить данные, восстановить электрическую схему.

7. Отключить разъем LAN Точка доступа 5.06.W01 место +262 кабель БИ03.2 и подключить к основному модулю в вагоне № 05, отключить разъем LAN5 на коммутаторе Switch 5.06.A01 место +564.10 кабель БИ13.2 и подключить удаленный модуль в вагоне № 04 и произвести тестирование линии, сохранить данные, восстановить электрическую схему.

8. Отключить разъем LAN2 маршрутизатор 5.06.A02 место +564.10 кабель БИ25 и подключить к основному модулю в вагоне № 03, отключить разъем LAN6 на коммутаторе Switch 5.06.A01 место +564.10 кабель БИ24.1 и подключить удаленный модуль в вагоне № 03 и произвести тестирование линии, сохранить данные, восстановить электрическую схему.

Результаты тестирования выводятся на экран прибора в виде электротехнических и графических данных, которые необходимо сохранять в память прибора. Сообщение о прохождении линий тестирования с общим положительным результатом на экране прибора выводится «PASS», отрицательными результатами «FALL». Результат «PASS», когда рабочие характеристики линии удовлетворительны.

На вкладке СХЕМА СОЕДИНЕНИЙ отображаются соединения между концами тестируемого кабеля. Тестер сравнивает соединения с заданной Кон-

фигурацией розеток, чтобы определить результат выполнения теста PASS или FAIL. Сообщение «Неисправный коммутационный кабель»

Для того чтобы обеспечить соответствие стандартам тестирования каналов, тестер исключает из результатов тестирования влияние кабельных адаптеров и их соединений. Перед тем как вычитать их влияние, тестер проверяет уровень перекрестных наводок на ближнем конце (NEXT) в разъёмах коммутационного шнура. Слишком высокий уровень NEXT часто означает расплетение провода внутри разъёма. Если разъём неисправен, тестер отображает сообщение «Неисправный коммутационный кабель основного модуля» или «Неисправный коммутационный кабель удаленного модуля» и не вычитает влияния канальных адаптеров и их соединений. Тестер сохраняет сообщение вместе с результатами. Если отображаются эти сообщения, замените коммутационные кабели или замените разъём на неисправном конце [27].

Результаты автоматического тестирования витой пары.

Нижеперечисленные тесты применимы для кабельных систем на основе витых пар.

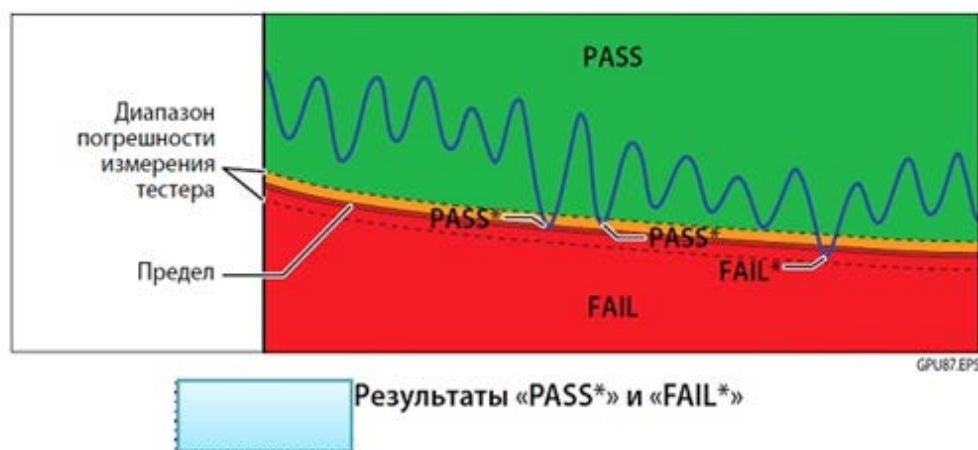


Рисунок 8 – Результаты тестирования:  
«PASS\*» – удовлетворительные, «FAIL\*» – отрицательные

## 2.2. Описание внедряемого оборудования

### 2.2.1. Прибор диагностики и контроля типа FLUKE networks DTX-1800

Прибор диагностики и контроля типа FLUKE networks DTX-1800 предназначен для проведения контроля целостности поездных линий связи, собираемых из низковольтных проводников и объема передаваемой информации по поездным линиям связи. Данный прибор предлагается для внедрения при проведении пуско–наладки электропоезда в сборе и проведения приемо-сдаточных испытаний электропоезда [27].

Применение дополнительного контроля в объеме приемо-сдаточных испытаний с применением данного вида диагностики и контроля позволит исключить несоответствия и последующие риски при допущении ошибок по электромонтажу, а именно исключить нарушение адресности при подключении низковольтных проводов.

Прибор включает в себя: пульт управления (рисунок 9), системные провода (рисунок 10) и специальные разъемы (рисунок 11) для подключения к линиям электропоезда.



Рисунок 9 – Пульт ввода и управления



Рисунок 10 – Системные провода



Рисунок Б.11 – Специальные разъемы

### 2.2.2. Прибор диагностики и контроля типа Adaptronic ONT850-2

Прибор диагностики и контроля типа Adaptronic ONT850-2 предназначен для проведения контроля целостности низковольтных и высоковольтных проводов, проверки адресности проводов и т.п. Данный прибор предлагается для внедрения при проведении пуско-наладки вагона электропоезда и проведения приемо-сдаточных испытаний вагона электропоезда [27].

Применение дополнительного контроля в объеме приемо-сдаточных испытаний с применением данного вида диагностики и контроля позволит исключить несоответствия и последующие риски при допущении ошибок по электромонтажу, а именно исключить нарушение адресности при подключении высоковольтных проводов, нарушение полярности проводов и т.п.

Прибор включает в себя: панель управления (рисунок 12), системные модули (рисунок 13).

Введение дополнительного контроля в объем приемо–сдаточных испытаний вагонов и электропоезда с применением вышеуказанных средств диагностики и контроля позволить исключить критические риски № 1 и 2 таблицы 2.2.



Рисунок 12 – Общий вид панели управления



Рисунок 13 – Системные модули

### 2.3. Разработка протокола контроля и испытаний

Для составления отчетности по результатам проведения приёмосдаточных испытаний разработаем протокол испытаний и контроля для вагонов и электропоезда формы Des-ПИК ПНР П 026 (приложение Г). В данном протоколе укажем идентификационные данные:

- серийный номер вагона;
- тип электропоезда;
- номер технологического процесса/методики/инструкции на проведение испытаний;
- дату действия технологического процесса;
- дату действия конструкторской документации;
- проверяемые сегменты цепей;
- вид контроля, средство контроля;
- признак проверки;
- место подключения;
- результат проверки;
- подпись и инициалы лица, проводившего проверку и контроль.

#### 2.4 Анализ несоответствий после актуализации

С целью оценки результативности актуализированной программы и методики приемо–сдаточных испытаний электропоезда проведем оценку несоответствий (таблица 5), выявляемых во втором полугодии 2017 г. после применения актуализированной программы и методики проведения приемо–сдаточных испытаний с применением предложенного диагностического оборудования [26, 27].

Таблица 5 – Несоответствия электропоезда

№ п/п	Наименование несоответствия	Кол-во до актуализации методики	Кол-во после актуализации методики
1	Затяжка резьбовых соединений без момента затяжки	1000	200
2	Отсутствие контрольной риски на резьбовом соединении	600	0
3	монтаж одного компонента к другому с перекосом или с зазором	1800	400

4	Повреждение детали или узла	200	0
5	Нарушение адресности наконечников низковольтных и высоковольтных проводов	2400	0
6	Нарушение требований электромонтажа (радиус изгиба менее требуемого, касание провода об острую кромку и т.п.)	1200	200
7	Нарушение полярности при подключении низковольтных и высоковольтных проводов и т.п.	2800	0

Результатом внедрения дополнительного контроля низковольтных и силовых цепей с использованием диагностического оборудования FLUKE networks DTX-1800 и Adaptronic ONT850-2 явилось полное исключение следующих несоответствий:

- отсутствие контрольной риски на резьбовом соединении;
- повреждение детали или узла;
- нарушение адресности наконечников низковольтных и высоковольтных проводов;
- нарушение полярности при подключении низковольтных и высоковольтных проводов и т.п.

### **3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

#### **3.1. Повышение квалификации работников на предприятии**

Обучение персонала является ключевым направлением повышения уровня знаний и развития персонала, позволяющим обеспечить и поддерживать соответствие профессиональной компетентности персонала требованиям должностных инструкций, надзорных органов, потребителей, а также оперативным задачам и стратегическим целям ООО «Уральские локомотивы».

Общество проводит обучение в организации, а при необходимости – в образовательных учреждениях средне-профессионального, высшего профессионального и дополнительного образования на условиях и в порядке, которые определяются коллективным договором, соглашениями, трудовым договором.

На заводе имеется учебный класс для проведения повышения квалификации работников предприятия. Учебный класс представляет собой специально оборудованное помещение, оснащенное техническими средствами обучения, стендами, плакатами [10, 11, 34].

#### **3.2. Методы и критерии выбора обучения персонала**

К методам обучения относятся:

- курсы и семинары без отрыва или с отрывом от работы;
- тренинги;
- наставничество;
- инструктажи и консультации без отрыва или с отрывом от работы;



- самообучение (видеообучение);
- ротация.

К критериям выбора методов обучения и их комбинаций относятся:

- время и место;
- необходимое оборудование;
- стоимость;
- цели обучения;
- требования к целевой группе обучения (максимальное число участников, специальные знания и т.д.);
- продолжительность и последовательность обучения;
- формы оценки и сертификации [25].

### **3.3. Цели, определение потребности, планирование и организация обучения**

Цели обучения должны быть основаны на достижении уровня квалификации и компетентности работника в соответствии с занимаемой профессией/должностью, основываясь на анализе текущих и ожидаемых потребностей Общества в сравнении с существующим уровнем квалификации.

Методы, используемые для определения уровня квалификации и компетентности персонала Общества:

- интервьюирование/анкетирование РСС;
- наблюдение;
- экспертные методы;
- заявки на обучение персонала от подразделений;
- информационная база по работникам, прошедшим обучение.

Проектирование и планирование обучения производится для установления четкого понимания потребности Общества в обучении, требований, предъявляемых к обучению и его результатам.

План обучения персонала формирует отдел обучения и социальных вопросов. План должен включать в себя:

- цели обучения;
- перечень обучающихся;
- тему, направление обучения;
- сумму затрат [25].

План обучения персонала на год составляется отделом обучения и социальных вопросов, и утверждается начальником департамента по управлению персоналом.

Для формирования плана по обучению персонала руководители структурных подразделений ежегодно в срок до 1 октября подают заявки на обучение персонала в следующем году в департамент по управлению персоналом.

Дополнительные заявки на обучение в течение года принимаются только в рамках утвержденного бюджета. Заявка на обучение в следующем месяце должна быть предоставлена руководителями структурных подразделений не позднее 10-го числа текущего месяца. Приоритетность выполнения заявок на обучение определяет департамент по управлению персоналом и технический департамент.

Перечень профессий, подлежащих, обязательному обучению и аттестации для работников Общества формируется департаментом по управлению персоналом совместно с техническим департаментом и утверждается начальником департамента по управлению персоналом на текущий год. Все изменения и дополнения в перечень вносятся по мере необходимости согласно изменениям, в нормативно-правовых актах в области охраны труда и промышленной безопасности и окружающей среды [25].

### **3.4. Процесс обучения и определение приоритетных направлений обучения**

Процесс обучения состоит из следующих стадий:

- определение потребности в обучении;
- планирование и организация обучения;
- проведение обучения;
- оценка результатов обучения;
- мониторинг обучения.

При организации обучения в качестве входных данных для определения потребности в обучении используются приоритетные направления в обучении работников, определяемые департаментом по управлению персоналом, следующие:

В отношении рабочих:

- необходимый минимум требований системы менеджмента бизнеса (далее СМБ) ООО «Уральские локомотивы»;
- требования качества и безопасности продукции;
- освоение новых производственных технологий и оборудования;
- обязательные стажировки, обучение и аттестации, в соответствии с требованиями ТК РФ и других законодательных и нормативных актов, контролирующих надзорных организаций, согласно перечню профессий.
- освоение смежных и вторых специальностей;
- подтверждение, повышение квалификации по имеющимся профессиям.

### **3.5. Проведение обучения**

Основанием для проведения обучения является:

- приказ генерального директора, приказ начальника департамента по управлению персоналом;
- протоколы совещаний;
- требования законодательных актов РФ и нормативных актов Общества (предписания надзорных органов, аудиторов и т.д.);
- утвержденный начальником департамента по управлению персоналом план обучения на год.

Процесс обучения начинается с издания приказа генерального директора (начальника департамента по управлению персоналом), в котором указаны:

- список работников, направляемых на обучение с указанием должности работника и подразделения;
- тема обучения;
- период и время обучения;
- учебное заведение;
- форма обучения

После окончания обучения работник, прошедший обучение, обязан:

- отчитаться перед непосредственным руководителем о полученных в ходе обучения знаниях, опыте, информационных материалах;
- заполнить и передать в отдел обучения и социальных вопросов в течение 10 дней со дня окончания обучения информационные материалы (раздаточный материал, презентация и пр.), документ подтверждающий прохождение обучения, анкету оценки обучения.

По истечении одного месяца после обучения непосредственный руководитель сотрудника предоставляет анкету оценки обучения в отдел обучения и социальных вопросов.

Общество имеет право заключать договоры на оказание образовательных услуг в сфере профессионального образования в интересах работников Общества. Договор заключается с учебным заведением уровня среднего и высшего профессионального образования – производится частичная компенсация затрат на обучение работника в размере 50% от стоимости обучения со стороны Общества и заключается трехсторонний договор на оказание платных образовательных услуг [25].

### **3.6. Оценка результатов обучения**

Отдел обучения и социальных вопросов проводит оценку результатов обучения: его результативности и эффективности в течение 10 рабочих дней после предоставления анкеты.

Данные по оценке результативности обучения используются для мониторинга и улучшения процесса обучения.

### **3.7. Мониторинг и улучшение процесса обучения**

Основная цель мониторинга – обеспечение объективных свидетельств результативности процесса обучения и удовлетворении требований Общества в обучении. Мониторинг предусматривает анализ всего процесса обучения, служит инструментом повышения результативности процесса обучения и обеспечивает разработку рекомендаций по его улучшению.

Мониторинг обучения проводится отделом обучения и социальных вопросов не менее одного раза в год.

Повышение квалификации обусловлено внедрением нового оборудования, изменением характера труда специалистов на занимаемой должности. Профессиональное обучение работников, имеет цель повысить уровень теоретических знаний, а также повышения практических навыков и умений в соответствии с постоянно повышающимися требованиями государственных стандартов [25].

### **3.8. Проведение семинара – практикума для обучения специалистов**

Для работы с диагностическим оборудованием FLUKE networks DTX-1800 и Adaptronic ONT850-2 необходимо провести обучение следующих специалистов: испытателей электрических машин, аппаратов и приборов, и ведущих инженеров по контролю приемо–сдаточных испытаний.

Проведем анализ должностных инструкции данных специалистов (таблица б), разработанных на основании единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих (ЕТКС).

Таблица 6 – Анализ должностных инструкций специалистов

№ п/п	Испытатель электрических машин, аппаратов и приборов	Ведущий инженер по контролю приемосдаточных испытаний
1	2	3
Обобщенная трудовая функция:		

Окончание таблицы 6

1	2	3
	Испытатель электрических машин, аппаратов и приборов	Ведущий инженер по контролю приемосдаточных испытаний
Обобщенная трудовая функция:		
	Выполнение комплексных испытаний исследовательских образцов электрических машин и преобразователей с аппаратурой управления, и автоматического регулирования параметров.	Предотвращение выпуска продукции, несоответствующей требованиям конструкторской, технологической документации и требованиям железнодорожной отрасли.
Уровень (подуровень) квалификации специалиста		
2	Высшее профессиональное (техническое) образование (младший специалист, квалифицированный рабочий). Повышение квалификации.	Высшее профессиональное (техническое) образование
Опыт работы		
2	Стаж работы по профессии 5 разряда не меньше 1 года.	Стаж работы по профессии не меньше 1 года.
Трудовая функция		
4	<p>1. Выполнение электрических, механических и термических испытаний исследовательских и уникальных образцов электрических машин, высоковольтных аппаратов, трансформаторов, конденсаторов и электроизмерительных приборов.</p> <p>2. Выполнение комплексных испытаний исследовательских образцов электрических машин и преобразователей стильно с аппаратурой управления и автоматического регулирования параметров.</p> <p>3. Монтаж сложных схем испытаний, пультов управления для испытания электрических машин и аппаратов.</p> <p>4. Исследование новых образцов электрических машин, аппаратов и приборов, которые требуют специального</p>	<p>1. Контроль за соблюдением технологических процессов на стадии проведения приемосдаточных испытаний поездов.</p> <p>2. Контроль качества выпускаемой продукции в соответствии с СТО «Контроль продукции в процессе производства».</p> <p>3. Контроль устранения несоответствий, выявленных представителем заказчика (инспектором приемщиком ЦТА ОАО «РЖД»), с последующей регистрацией результатов повторной верификации.</p> <p>4. Своевременная идентификация несоответствующей продукции и контроль оформления Актов управления несоответствующей продукции (АУНП).</p> <p>5. Анализ и принятие мер по предупреждению выпуска изделий, несоответствующих установленным требованиям, выяв-</p>

	приема, с регулированием их к заданным параметрам. 5. Руководить комплексом сложного испытательного оборудования. 6. Настройка и регулировка оборудования во время испытаний электропоездов. 7. Устраняет дефекты, выявленные во время испытаний.	ление причин и виновников брака. 6. Повышение собственной квалификации и профессионального мастерства. 7. Разработка, актуализация, участие и внедрение мероприятий по повышению качества продукции (работ, услуг).
--	--	---

Так как нам необходимо рассмотреть форму обучения для повышения квалификации специалистов, у которых уже имеется базовый уровень знаний, то выбор сделаем в пользу семинара – практикума.

Из представленного учебного плана по повышению квалификации специалистов (таблица 7) рассмотрим темы № 1 и № 2: «Диагностика и тестирование высоковольтных/низковольтных линий вагона и электропоезда».

Таблица 7 – Учебный план по повышению квалификации специалистов

№ п/п	Наименование раздела / темы	Количество часов	В том числе	
			Лекция	ПЗ
1	2	3		
	<b>Раздел 1. Контроль продукции на разных стадиях производства</b>			
1	<b>Тема № 1. Диагностика и тестирования высоковольтных/низковольтных линий вагона</b>	20	4	16
1.1	Контроль силовых цепей (проверка адресности)		1	4
1.2	Контроль силовых цепей (проверка полярности)		1	4
1.3	Контроль низковольтных цепей (проверка адресности)		1	4
1.4	Контроль низковольтных цепей (проверка полярности)		1	4
2	<b>Тема № 2. Диагностика и тестирования высоковольтных/низковольтных линий всего электропоезда</b>	20	4	16
2.1	Контроль силовых цепей (проверка адресности)		1	4
2.2	Контроль силовых цепей (проверка полярности)		1	4
2.3	Контроль низковольтных цепей (проверка адресности)		1	4
2.4	Контроль низковольтных цепей (проверка полярности)		1	4

	<b>Итого</b>	<b>40 часов</b>	<b>8</b>	<b>32</b>
--	--------------	-----------------	----------	-----------

Семинар – практикум – это приложение теории к практике.

*Тема семинара – практикума:* Контроль продукции на разных стадиях производства.

*Цель семинара:*

- дать представление обучающимся специалистам о вводимом оборудовании, его назначении и роли в процессе контроля качества продукции;
- научить обучающихся правильности и последовательности подключения вводимого оборудования для проведения испытаний на вагоне (электропоезде);
- определить необходимые сложности в обращении с вводимым оборудованием.

*Оснащение:* диагностическое оборудование FLUKE networks DTX-1800 (вагон электропоезда) и Adaptronic ONT850-2 (полностью состав электропоезда).

*Методы работы на семинаре:* групповые дискуссии, практикумы, упражнения.

В разделе, предусмотренным учебным планом, «Контроль продукции на разных стадиях производства» программы повышения квалификации рассматриваются темы «Диагностика и тестирование высоковольтных/низковольтных линий вагона и всего электропоезда». Процедуры проведения испытаний представлены в приложении Б.

Длительность обучения рассчитана на 40 часов.

*Аудитория:* испытатели электрических машин, аппаратов и приборов и ведущие инженеры по контролю приемо–сдаточных испытаний.

*Краткое описание:* семинар–практикум проводят специалисты от поставщика оборудования.

*Результаты для участников.*



По окончании курса специалисты ООО «Уральские локомотивы» получают:

- умение и навыки работы с диагностическим оборудованием FLUKE networks DTX-1800 и Adaptronic ONT850-2;

- умения выявлять несоответствия с помощью вводимого оборудования, как на отдельных вагонах, так и в полном составе электропоезда;

- умение и правильность внесения полученных данных при проведении приемо–сдаточных испытаний в протокол испытаний и контроля (ПИК).

*По итогам обучения:*

- испытателям электрических машин, аппаратов и приборов присваивается 6 разряд;

- выдается Удостоверение о переходе уровня навыков с «продвинутого» на «эксперт».

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В настоящей работе были рассмотрены вопросы, касающиеся проблем качества продукции, причин возникновения несоответствий, оценки рисков, контроля качества продукции, испытаний продукции.

Важным элементом в системе контроля качества продукции является испытание готовой продукции, которые проводятся на всех стадиях изготовления продукции для повышения ее качества и надежности.

Испытания, прежде всего, нужны для получения информации о фактических значениях показателей качества продукции, проверки соответствия их нормативно-технической документации, для решений вопросов о постановке новой продукции на производство, окончании или продолжении выпуска продукции, присвоении категории качества продукции при ее аттестации и т.п.

На примере ООО «Уральские локомотивы», завода по производству тягового и моторвагонного-подвижного состава были рассмотрены более подробно такие виды испытаний, как приемо-сдаточные испытания электропоезда.

В процессе выполнения данной работы проведена работа по разработке программы и методики приемо-сдаточных испытаний электропоезда, процедуры проведения указанных видов испытаний с внедрением диагностического оборудования FLUKE networks DTX-1800 и Adaptronic 0NT850-2 для контроля и испытания силовых и низковольтных цепей вагона, которое позволяет получить следующие результаты:

– исключить такие риски, как «Нарушение адресности концевиков низковольтных и высоковольтных проводов» и «Нарушение полярности при под-

ключении низковольтных и высоковольтных проводов» при проведении приемосдаточных испытаний вагонов и электропоезда;

– исключить возникновение этих рисков при эксплуатации электропоезда на линии, как следствие исключить отказы в работе и задержки электропоездов.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. ГОСТ 15.309–1998. Система разработки и постановки продукции на производство. Испытание и приемка выпускаемой продукции. Основные положения. – Введ. 000-01-01 // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200007262/>.

2. ГОСТ 19.301–1979. Единая система конструкторской документации. Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению. – Введ. 1981-01-01 // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200007650/>.

3. ГОСТ 2.106–1996. Единая система конструкторской документации. Текстовые документы. – Введ. 1997-07-01 // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200001979/>.

4. ГОСТ 16504–1981. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. – Введ. 1982-01-01 // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200005367/>.

5. ГОСТ 6962–1975. Транспорт, электрифицированный с питанием от контактной сети. Ряд напряжений. – Введ. 1977-01-01 // Тех. эксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим досту-

па: <http://docs.cntd.ru/document/1200011418/>.

6. ГОСТ 15.309–1998. Системы разработки и постановки продукции на производство. Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения. – Введ. 2000–01–01 // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200007262/>.

7. ГОСТ 12.2.056–1981. Система стандартов безопасности труда. Электропоезда и тепловозы колеи 1520 мм. Требования безопасности. – Введ. 1983–01–01 // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200012535/>.

8. ГОСТ 12.3.002-2014. Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности. – Введ. 2016–07–01 // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200124407/>.

9. ГОСТ 12.2.003–1991. Оборудование производственное. Общие требования. – Введ. 1992-01-01 // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901702428/>.

10. ГОСТ 12.0.004–1990. Организация обучения безопасности труда. Общие положения. – Введ. 2017–03–01 // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200136072/>.

11. ГОСТ 12.3.020–1980. Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности. – Введ. 1981–07–01 // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200000300/>.

12. ГОСТ 12.0.003–1974. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Введ. 2017–03–01 // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071/>.

13. ГОСТ Р 15.301–2016. Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство. – Введ. 2017–07–01 // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200141162/>.

14. ГОСТ 15467–1979. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. – Введ. 1979-07-01 // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200001719/>.

15. Дипломное проектирование в профессионально – педагогическом вузе: учеб. – метод. пособие / Б.Н. Гузанов, И.В. Осипова, О.В. Тарасюк, М.А. Черепанов. – Екатеринбург: Издательство ГОУ ВПО «Рос. гос. проф – пед. ун –т», 2012. – 182 с.

16. Курносов, Н.Е. Испытание машиностроительной продукции. Виды и порядок проведения испытаний: учеб. пособие / Н.Е. Курносов. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. – 132 с.

17. Уральские локомотивы: офиц. сайт. – Режим доступа: <http://ulkm.ru/>.

18. ОСТ 32.181–2001. Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок заказа, разработки, постановки на производство, проведения испытаний и утилизации железнодорожной техники. – Введ. 2011-10-05; ГУП «ВНИИЖТ». – Москва, 2001. – 36 с.

19. ОСТ 32.55–1996. Система испытаний подвижного состава. Стандарт отрасли. Требования к составу, содержанию, оформлению и порядку разработки программ и методик испытаний, и аттестации методик испытаний. – Введ. 1996-07-11; ГУП «ВНИИЖТ». – Москва, 1996. – 24 с.

20. ОСТ 32.53–1996. Система испытаний подвижного состава. Стандарт отрасли. Организация и порядок проведения приемочных и сертификационных испытаний тягового подвижного состава. – Введ. 1996-07-11; ГУП «ВНИИЖТ». – Москва, 1996. – 18 с.

21. ОСТ 32.181–2001. Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок заказа, разработки, постановки на производство, проведения испытаний и утилизации железнодорожной техники. – Введ. 2001-10-05; ГУП «ВНИИЖТ». – Москва, 2001. – 25 с.

22. ОСТ 32.55–1996. Система испытаний подвижного состава. Стандарт отрасли. Требования к составу, содержанию, оформлению и порядку разработки программ и методик испытаний, и аттестации методик испытаний. – Введ. 2011-10-05; ГУП «ВНИИЖТ». – Москва, 1996. – 32 с.

23. Прохоров, Ю.К. Управление качеством: учеб. пособие / Ю.К. Прохоров. – Санкт–Петербург: СПбГУИТМО, 2007. – 144 с.

24. Псигин, Ю. В. Управление системами и процессами машиностроения: учеб. пособие / Ю. В. Псигин. – Ульяновск: УлГТУ, 2003. - 76 с.

25. ПСМ 6.2–01/02 –2013. Положение об обучении персонала. – Введ. 2013–05–15. – В. Пышма: Изд-во «Уральские локомотивы», 2013. – 20 с.

26. Руководство по эксплуатации средства диагностики FLUKE networks DTX-1800 / Fluke Corporation. – Эверетт (США), 2004. – 50 с.

27. Руководство по эксплуатации средства диагностики Adaptronic ONT850-2 / J. Eberspacher GMBH & Co. KG. – Вертхайм, 2009. – 69 с.

28. СТО 2.2.2.1327–2003. Гигиенические требования к организации технологических процессов. Производственному оборудованию и рабочему инструменту. – Введ. 2003–06–15. – В. Пышма: Изд-во «Уральские локомотивы», 2003. – 32 с.

29. СТО 7.4–2006. Управление несоответствующей продукцией. – Введ. 2011-10-07. – В. Пышма: Изд-во «Уральские локомотивы», 2011. – 29 с.

30. СТО 7.4–2008. Классификатор. Причины и признаки несоответствующей продукции. – Введ. 2013-09-17. – В. Пышма: Изд-во «Уральские локомотивы», 2013. – 12 с.

31. Технический контроль в машиностроении: справочник проектировщика / под общ. ред. В. Н. Чупырина, А. Д. Никифорова. – Москва: Машиностроение, 1987. – 512 с.

32. Электропоезд с асинхронным тяговым приводом типа ЭГЭ серии ЭС2Г исполнения «Стандарт». Технические условия ЭС2Г.0.00.000.000 ТУ. – Введ. 2014-12-15. – В. Пышма: Изд-во: «Уральские локомотивы», 2014. – 148 с.

33. Электропоезд с асинхронным тяговым приводом типа ЭГЭ серии ЭС2Г исполнения «Стандарт». Программа и методика приемо-сдаточных испытаний виа ЭС2Г.0.00.000.000-01 ПМ1. – Введ. 2016-12-13. – В. Пышма: Изд-во «Уральские локомотивы», 2016. – 52 с.

34. ISO/TS 22163–2017. Железные дороги. Система менеджмента качества. Требования к системам менеджмента бизнеса для предприятий железнодорожной отрасли: ISO 9001:2015 и частные требования, применимые в железнодорожной отрасли. – Введ. 2017–11–30. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/556094190/>.

## РИЛОЖЕНИЕ А

### Плакат сравнения исходной и актуализированной программы и методики приемо-сдаточных испытаний электропоезда

<b>Программа приемо-сдаточных испытаний до актуализации</b>			
<b>4 ПРОГРАММА ИСПЫТАНИЙ</b>			
Электропоезд подвергается приемо-сдаточным испытаниям по программе, представленной в Таблице 1. Перед проведением испытаний произвести визуальный осмотр электропоезда.			
<i>Таблица 1 – Наименование испытаний и проверок электропоезда при проведении приемо-сдаточных испытаний</i>			
Номер пункта методики	Наименование испытаний и проверок	Номер вагона	Страница методики
<b>Проверки, проводимые для отдельных вагонов</b>			
5.3	Высоковольтные стационарные испытания	1, 2, 3, 4, 5	17
5.3.1	Высоковольтные стационарные испытания вагонов А и В	1, 5	17
5.3.2	Высоковольтные стационарные испытания вагонов С и Е	2, 4	22
5.3.3	Высоковольтные стационарные испытания вагона D	3	25
<b>Программа приемо-сдаточных испытаний после актуализации</b>			



#### 4 ПРОГРАММА ИСПЫТАНИЙ

Электропоезд подвергается приемо-сдаточным испытаниям по программе, представленной в Таблице 1. Перед проведением испытаний произвести визуальный осмотр электропоезда.

*Таблица 1 – Наименование испытаний и проверок электропоезда при проведении приемо-сдаточных испытаний*

Номер пункта методики	Наименование испытаний и проверок	Номер вагона	Страница методики
<b>Проверки, проводимые для отдельных вагонов</b>			
5.3	Высоковольтные стационарные испытания	1, 2, 3, 4, 5	17
5.3.1	Высоковольтные стационарные испытания вагонов А и В	1, 2	17
5.3.2	Высоковольтные стационарные испытания вагонов С и Е	2, 4	22
5.3.3	Высоковольтные стационарные испытания вагона D	3	25
<b>5.3.4</b>	<b>Контроль силовых цепей (проверка адресности)</b>	<b>1, 2, 3, 4, 5</b>	<b>28</b>
<b>5.3.5</b>	<b>Контроль силовых цепей (проверка полярности)</b>	<b>1, 2, 3, 4, 5</b>	<b>34</b>
<b>5.3.6</b>	<b>Контроль низковольтных цепей (проверка адресности)</b>	<b>1, 2, 3, 4, 5</b>	<b>40</b>
<b>5.3.7</b>	<b>Контроль низковольтных цепей (проверка адресности)</b>	<b>1, 2, 3, 4, 5</b>	<b>46</b>

#### Программа приемо-сдаточных испытаний до актуализации

#### 4 ПРОГРАММА ИСПЫТАНИЙ

Электропоезд подвергается приемо-сдаточным испытаниям по программе, представленной в Таблице 1. Перед проведением испытаний произвести визуальный осмотр электропоезда.

*Таблица 1 – Наименование испытаний и проверок электропоезда при проведении приемо-сдаточных испытаний*

Номер пункта методики	Наименование испытаний и проверок	Номер вагона	Страница методики
<b>Проверки, проводимые для электропоезда в полном составе</b>			
5.4	Стационарные проверки оборудования электропоезда при питании от внешнего источника	1, 2, 3, 4, 5	28
5.4.1	Проверка линии внутренней связи системы управления	1, 2, 3, 4, 5	29

#### Программа приемо-сдаточных испытаний после актуализации

#### 4 ПРОГРАММА ИСПЫТАНИЙ

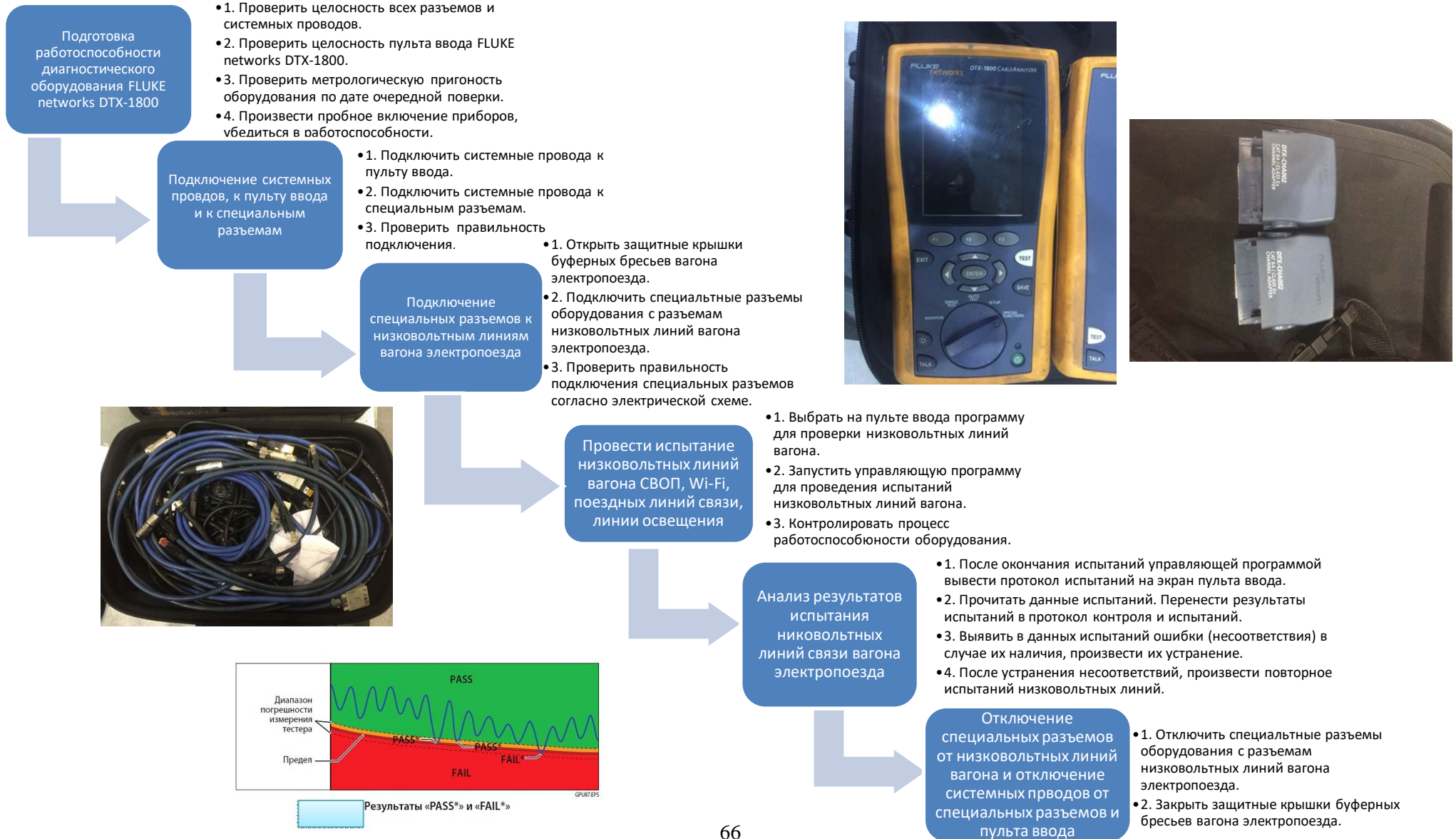
Электропоезд подвергается приемо-сдаточным испытаниям по программе, представленной в Таблице 1. Перед проведением испытаний произвести визуальный осмотр электропоезда.

*Таблица 1 – Наименование испытаний и проверок электропоезда при проведении приемо-сдаточных испытаний*

Номер пункта методики	Наименование испытаний и проверок	Номер вагона	Страница методики
<b>Проверки, проводимые для электропоезда в полном составе</b>			
5.4	Стационарные проверки оборудования электропоезда при питании от внешнего источника	1, 2, 3, 4, 5	50
5.4.1	Проверка линии внутренней связи системы управления	1, 2, 3, 4, 5	50
<b>5.4.2</b>	<b>Контроль силовых цепей (проверка адресности)</b>	<b>1, 2, 3, 4, 5</b>	<b>56</b>
<b>5.4.3</b>	<b>Контроль силовых цепей (проверка полярности)</b>	<b>1, 2, 3, 4, 5</b>	<b>62</b>
<b>5.4.4</b>	<b>Контроль низковольтных цепей (проверка адресности)</b>	<b>1, 2, 3, 4, 5</b>	<b>68</b>
<b>5.4.5</b>	<b>Контроль низковольтных цепей (проверка адресности)</b>	<b>1, 2, 3, 4, 5</b>	<b>74</b>

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Плакат процедуры испытаний вагона электропоезда при проведении приемо-сдаточных испытаний вагона электропоезда с использованием диагностического оборудования FLUKE networks DTX-1800



# Плакат процедуры испытаний вагона электропоезда при проведении прямо-сдаточных испытаний электропоезда с использованием диагностического оборудования Adaptronic ONT850-2

Подготовка работоспособности диагностического оборудования Adaptronic ONT850-2

- 1. Проверить целостность всех разъемов и системных модулей.
- 2. Проверить целостность панели управления Adaptronic ONT850-2 .
- 3. Проверить метрологическую пригодность оборудования по дате очередной поверки.
- 4. Произвести пробное включение приборов, убедиться в работоспособности.

Подключение системных проводов, к пульту ввода и к специальным разъемам

- 1. Подключить системные провода к панели управления.
- 2. Подключить системные провода к специальным разъемам.
- 3. Проверить правильность подключения.

Подключение специальных разъемов к низковольтным линиям вагона электропоезда

- 1. Открыть защитные крышки буферных брешев вагона электропоезда.
- 2. Подключить специальные разъемы оборудования к разъемам низковольтных линий вагона электропоезда.
- 3. Проверить правильность подключения специальных разъемов согласно электрической схеме.

Провести испытание низковольтных линий вагона СВОП, Wi-Fi, поездных линий связи, линии освещения

- 1. Выбрать на пульте ввода программу для проверки высоковольтных линий вагона.
- 2. Запустить управляющую программу для проведения испытаний низковольтных линий вагона.
- 3. Контролировать процесс работоспособности оборудования.

Анализ результатов испытания никовольтных линий связи вагона электропоезда

- 1. После окончания испытаний управляющей программой вывести протокол испытаний на экран панели управления.
- 2. Прочитать данные испытаний. Перенести результаты испытаний в протокол контроля и испытаний.
- 3. Выявить в данных испытаний ошибки (несоответствия) в случае их наличия, произвести их устранение.
- 4. После устранения несоответствий, произвести повторное испытание высоковольтных линий.

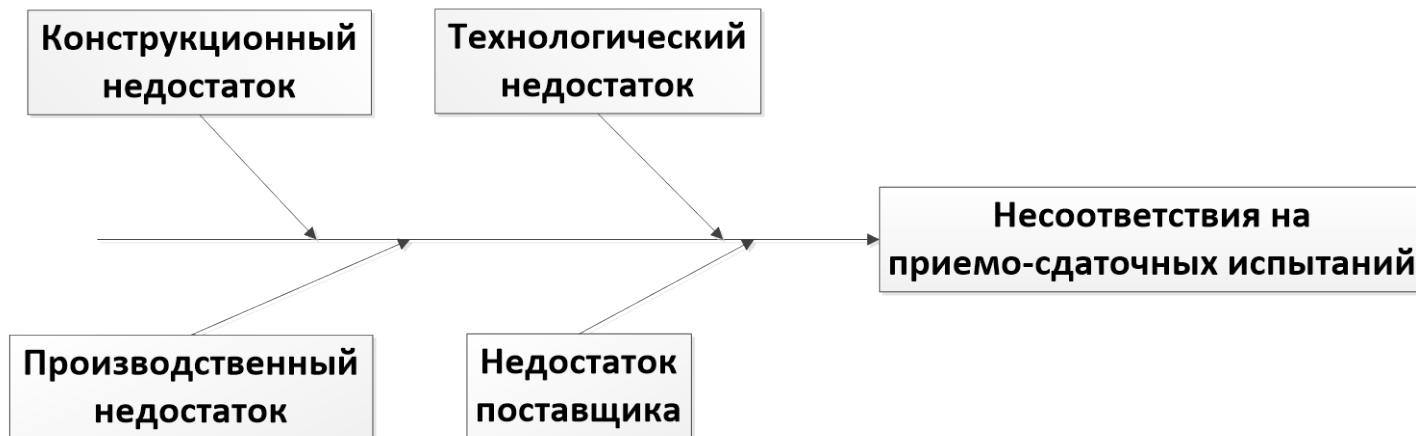
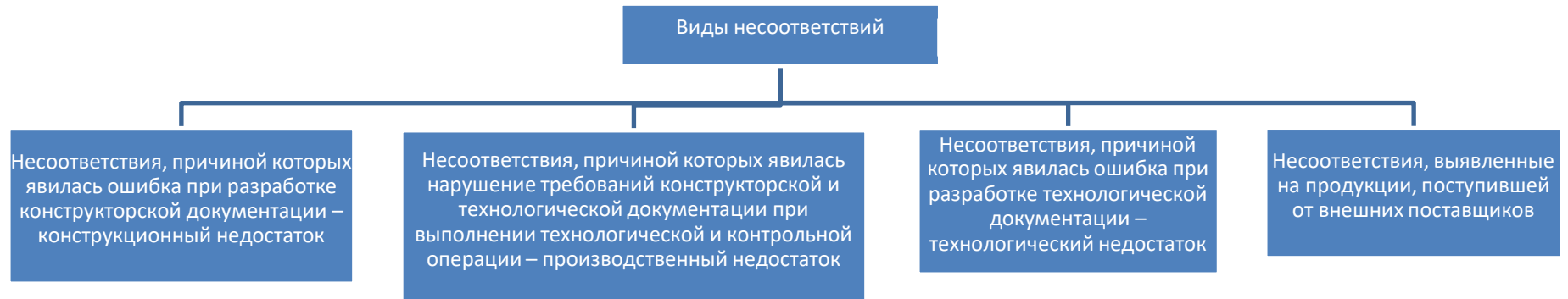
Отключение разъемов от высоковольтных линий вагона и

- 1. Отключить разъемы оборудования от разъемов высоковольтных линий вагона электропоезда.
- 2. Закрыть защитные крышки буферных брешев вагона электропоезда.




## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Анализ причин несоответствий



## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### Разработанная документация (Протокол испытаний и контроля)

		<b>Протокол испытаний и контроля</b> <b>«Диагностика и тестирование СКС»</b>							Des-ПИК ПНР П 026	
									Версия документа 01	
Проект:		№ поезда:							Страница 1 из 4	
Применяемая нормативная документация:										
№ технологического процесса/инструкции/методики:				Действителен с:			№ чертежа:		Действителен с:	
Таблица контроля										
№	Проверяемые сегменты цепей	Вид контроля, средство контроля	Уровень контроля	Признак проверки	Место подключения		Результаты тестирования		Исполнитель: Ответственное лицо за пуско-наладку/ ответственный за технический контроль	Ф.И.О. подпись, дата
					Основной модуль	Пройдено	Пройдено	Не пройдено		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Сетевые линии МПСУиД</b>										
1	Ethernet №3	ИК	100%	АП	X6 ЦБУ 3.01.A01 +115 вагон 01	X4 ЦБУ 3.01.A01 +364.20 вагон 02	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку Ответственный за технический контроль	
2	Ethernet №4	ИК	100%	АП	X7 ЦБУ 3.01.A01 +115 вагон 01	X5 ЦБУ 3.01.A01 +364.20 вагон 02	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку Ответственный за технический контроль	
3	Ethernet №5	ИК	100%	АП	X6 ЦБУ 3.01.A01 +364.20 вагон 02	X4 ЦБУ 3.01.A01 +564.20 вагон 03	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку Ответственный за технический контроль	
4	Ethernet №6	ИК	100%	АП	X7 ЦБУ 3.01.A01 +364.20 вагон 02	X5 ЦБУ 3.01.A01 +564.20 вагон 03	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку Ответственный за технический контроль	
5	Ethernet №6	ИК	100%	АП	X6 ЦБУ 3.01.A01 +564.20 вагон 03	X6 ЦБУ 3.01.A01 +364.20 вагон 04	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку Ответственный за технический контроль	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	Ethernet №5	ИК	100%	АП	X7 ЦБУ 3.01.A01 +564.20 вагон 03	X7 ЦБУ 3.01.A01 +364.20 вагон 04	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	
7	Ethernet №4	ИК	100%	АП	X5 ЦБУ 3.01.A01 +364.20 вагон 04	X7 ЦБУ 3.01.A01 +115 вагон 05	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	
8	Ethernet №3	ИК	100%	АП	X4 ЦБУ 3.01.A01 +364.20 вагон 04	X6 ЦБУ 3.01.A01 +115 вагон 05	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	
9	Ethernet №1	ИК	100%	АП	X4 ЦБУ 3.01.A01 +115 вагон 01	АВІ 3.01.A21:X02 +171.40 вагон 01	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	
10	Ethernet №2	ИК	100%	АП	X5 ЦБУ 3.01.A01 +115 вагон 01	АВІІ 3.01.A21:X02 +171.40 вагон 01	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	
11	Ethernet №1	ИК	100%	АП	X4 ЦБУ 3.01.A01 +115 вагон 05	АВІ 3.01.A21:X02 +171.40 вагон 05	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	
12	Ethernet №2	ИК	100%	АП	X5 ЦБУ 3.01.A01 +115 вагон 05	АВІІ 3.01.A21:X02 +171.40 вагон 05	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	
<b>Сетевые линии СВОП</b>										
13	СИ6 и СИ78	ИК	100%	АП	СИ6 (ЕТН1) 5.04.A5(SW2)	СИ78 (ЕТН1) 5.04.A59(SW3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	
14	СИ79 и СИ95	ИК	100%	АП	СИ79 (ЕТН8) 5.04.A60(SW4)	СИ95 (ЕТН1) 5.04.A27(SW5)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	
15	СИ96 и СИ79	ИК	100%	АП	СИ96 (ЕТН8) 5.04.A27(SW5)	СИ79 (ЕТН8) 5.04.A60(SW7)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	
16	СИ78 и СИ6	ИК	100%	АП	СИ78 (ЕТН1) 5.04.A59(SW8)	СИ6 (ЕТН1) 5.04.A5(SW9)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17	СИЗ, СИ77 и СИ93	ИК	100%	АП	СИЗ (G3) 5.04.A10	СИ93 (ETH1) 5.04.A56(SW6)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	
18	СИ94, СИ77 и СИЗ	ИК	100%	АП	СИЗ (G3) 5.04.A10	СИ94 (ETH8) 5.04.A56(SW6)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	
<b>Сетевые линии WI-FI с 60-77 поезда</b>										
19	БИ05 и БИ15	ИК	100%	АП	LAN(Poe) 5.06.W01 +162 вагон 01	LAN 5.06.W01 +364 вагон 02	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	
20	БИ05 и БИ15 и БИ24	ИК	100%	АП	LAN 5.06.W01 +162 вагон 01	LAN1 коммутатор Switch 5.06.A01 +564.10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	
21	БИ15 и БИ24	ИК	100%	АП	LAN (Poe) 5.06.W01 +364 вагон 02	LAN2 коммутатор Switch 5.06.A01 +564.10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	
22	БИ24	ИК	100%	АП	LAN (Poe) 5.06.W01 +564 вагон 03	LAN7 коммутатор Switch 5.06.A01 +564.10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	
23	БИ15 и БИ24	ИК	100%	АП	LAN (Poe) 5.06.W01 +464 вагон 04	LAN3 коммутатор Switch 5.06.A01 +564.10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	
24	БИ05 и БИ15	ИК	100%	АП	LAN(Poe) 5.06.W01 +262 вагон 05	LAN 5.06.W01 +464 вагон 04	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	
25	БИ05 и БИ15 и БИ24	ИК	100%	АП	LAN 5.06.W01 +262 вагон 05	LAN5 коммутатор Switch 5.06.A01 +564.10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	
26	БИ24	ИК	100%	АП	LAN2 MAR 5.06.A02	LAN6 Switch 5.06.A01 +564.10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственное лицо за пуско-наладку	
									Ответственный за технический контроль	



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
27	Проверка правильности подключения разъемов, проверяемых линий после тестирования	100%	АП	АП	-	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ответственный за технический контроль	
									Ответственный за технический контроль	

**Условные обозначения:**

**Des-ПИК ПНР П** – протокол испытаний и контроля пуско-наладочных работ поезда; **АП**– альтернативный признак; **КП** – количественный признак; **ВК** – визуальный контроль, **ИК**- измерительный контроль.

**Результат проверок:**

№ п/п	Наименование	Производственный мастер цеха пуско-наладки: Ф.И.О., Подпись, Дата	Начальник ОТК/Заместитель начальника ОТК/ Инженер по контролю приемо-сдаточных испытаний: Ф.И.О., Подпись, Дата
1	Узел соответствует конструкторским и технологическим требованиям		
2	Узел соответствует конструкторским и технологическим требованиям с отклонениями		
3	№ сообщения об отклонении:	№ АУНП	

**Обзор изменений документа:**

Версия	Дата	Внесенные изменения	Разработал: Ф.И.О., подпись	Согласовано: Ф.И.О., подпись