

УДК 004.891.3

Д. В. Зуев, Ф. Н. Лобанов, С. В. Белоусов, А. В. БелоусовПетербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ЭКСПЕРТИЗА СХЕМ НАПОЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ**

Описана автоматизированная экспертиза схем напольного технологического оборудования железнодорожной автоматики и телемеханики. Рассмотрены задачи и функции системы. В первом разделе описаны основные подсистемы и выполняемые ими функции, приведена структурная схема автоматизированной системы экспертизы схемных решений. Далее перечислены различные виды технической документации, приведены примеры часто встречающихся ошибок в проектах. В последнем разделе названы основные виды проверок при экспертизе схем напольного технологического оборудования железнодорожной автоматики и телемеханики.

автоматизированная экспертиза, схемы напольного технологического оборудования, виды проверок.

Введение

Эффективная организация работы железнодорожного транспорта требует решения целого комплекса сложных задач. В связи с необходимостью широкой модернизации, реконструкции и замены устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) важной задачей является повышение качества проектной документации.

В связи с тем, что проектная документация на системы ЖАТ, создаваемая в процессе разработки устройств, связана с безопасностью движения поездов, особое внимание следует уделить системе контроля и обеспечения качества технической документации.

Несмотря на меры по улучшению качества проектов, в настоящее время при экспертизе проектно-сметной документации выявляется значительное количество ошибок, устранение которых на этапе строительно-монтажных и пусконаладочных работ, а также в процессе внедрения и эксплуатации устройств железнодорожной автоматики ведет к большим экономическим затратам. В ряде случаев это приводит к задержкам в движении поездов и к аварийным ситуациям.

Актуальность задачи сокращения ошибок в технической документации железнодорожной автоматики обусловлена также следующими причинами: низким качеством проектов ЖАТ, задержкой ввода устройств в эксплуатацию из-за большого объема вносимых изменений, нарушениями в организации процесса движения поездов в период пусконаладочных работ.

В настоящее время наиболее актуальным методом повышения качества проектов представляется метод комплексной проверки схемных решений с последующей оценкой качества проектов средствами автоматизированной экспертизы проектной документации, поэтому в данной статье рассмотрена автоматизированная система экспертизы схемных решений (АС ЭСР) ЖАТ.

Данная система разработана для решения вопросов экспертизы технической документации и в настоящее время не имеет аналогов.

АС ЭСР предназначена для обнаружения ошибок, возникающих в процессе:

- проектирования;
- внесения изменений;
- переноса на электронные носители.

1 Основные подсистемы АС ЭСР ЖАТ

АС ЭСР ЖАТ содержит пять основных подсистем (рис. 1).

В подсистеме сверки документации в отраслевом формате с нормативно-справочной информацией организован доступ к локальным базам данных всех типов технической документации, содержащим информацию по нормам и правилам проектирования и типовым проектным решениям. Эталонные значения параметров элементов и их структурных связей, которые определены в техническом задании (ТЗ), типовых проектных решениях,

нормативах и правилах проектирования, сверяются с фактическими значениями в документе, что позволяет контролировать правильность составления технической документации. Посредством специализированного модуля проект сверяется с требованиями формализованного ТЗ. Для выявления несоответствий параметры и структуры различных типов документов также сверяются между собой.

Подсистема аналитических решений выполняет следующие расчетно-аналитические функции:

- расчет параметров тональных рельсовых цепей;

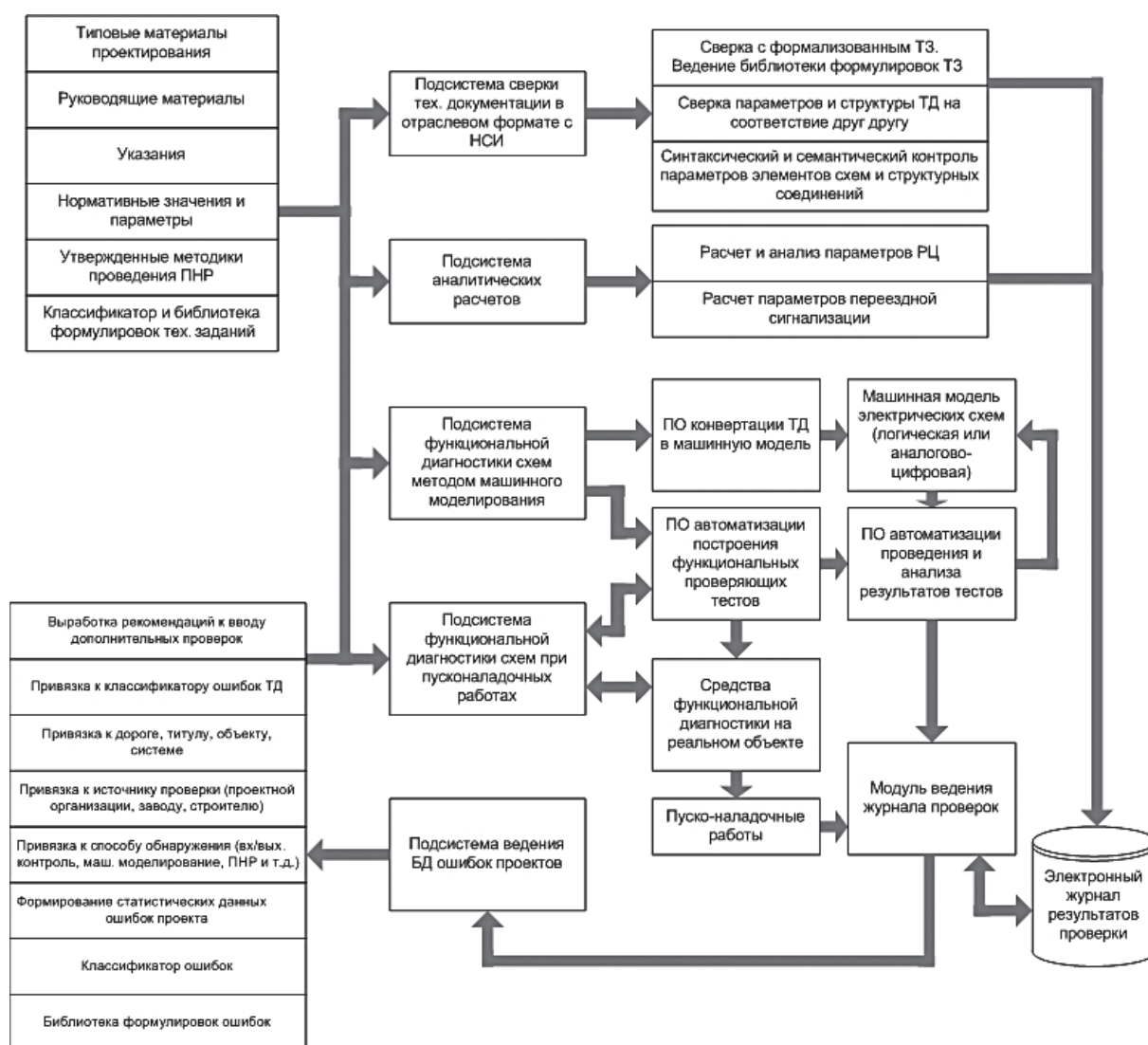


Рис. 1. Структурная схема АС ЭСР ЖАТ

- расчет параметров переездной и пешеходной сигнализации.

Расчеты производятся на основании исходных данных, полученных из технической документации в отраслевом формате. Параметры станционной переездной сигнализации рассчитываются на основе исходных данных, введенных на начальных этапах проектирования при формировании схематического плана станции. К исходным данным для расчета относятся длина, ширина, ордината переезда, поездные и маневровые скорости передвижения по переезду.

Планируется добавить в подсистему возможность выполнения следующих расчетно-аналитических функций:

- тяговые расчеты;
- расчет мощностей питающих установок;
- расчет кабельных сетей;
- расчет параметров извещения на мосты, тоннели, КТСМ;
- расчет экономической эффективности внедрения проектируемой системы.

В подсистеме функциональной диагностики схем методом машинного моделирования на компьютере автоматически создается аналог проектируемой системы, который работает так же, как реальная система, построенная по тем же принципиальным схемам. Программные модули, входящие в состав подсистемы, автоматически конвертируют электрические схемы проекта в машинную имитационную модель, синтезируют программы пусконаладочных работ устройств и реализуют внутри-машинную модель проекта на уровне входных и выходных сигналов ЖАТ. При этом на выходе модуля конвертации формируется аналого-цифровая или логическая машинная имитационная модель электрических схем проекта.

Подсистема функциональной диагностики схем при пусконаладочных работах генерирует программу проверки систем ЖАТ, которая используется как в модуле автоматизации проведения тестов, так и в подсистеме диагностики проектов при пусконаладочных работах. Проверки, выявленные в процессе пускона-

ладочных работ и не вошедшие в программу, вводятся в автоматизированный модуль. В дальнейшем дополненные проверки будут включены в список тестов, генерируемых автоматизированными средствами. Это позволяет программе функциональной проверки проектов оперативно расширяться с учетом результатов пусконаладочных работ при вводе систем ЖАТ в эксплуатацию.

Последняя подсистема – ведения баз данных ошибок проектов – позволяет реализовать задачу обработки электронного журнала результатов проверки и привязки обнаруженных ошибок к общим данным проекта, источнику проверки, способу обнаружения, классификатору ошибок. Результатом обработки ошибок проекта являются статистические данные и выработка рекомендаций к вводу дополнительных проверок в автоматизированную систему экспертизы схемных решений ЖАТ. Привязка ошибок к общим данным проекта – а именно дороге, титулу, объекту, системе – обеспечивается благодаря организации доступа подсистемы ведения базы данных ошибок проектов к базе данных коллективного пользования АСУ-Ш2 и к базе данных технической документации.

Рассмотрим примеры вариантов ошибок, которые можно найти в проектах различных типов технической документации (см. таблицу).

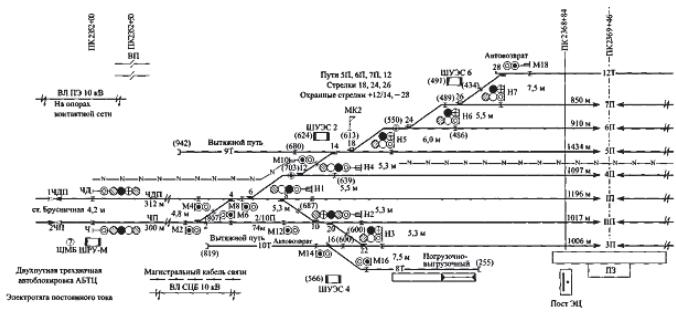
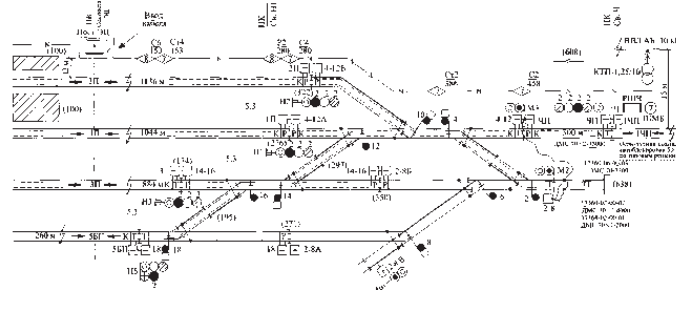
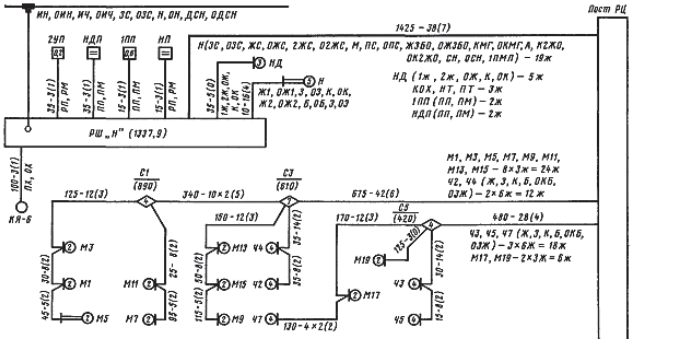
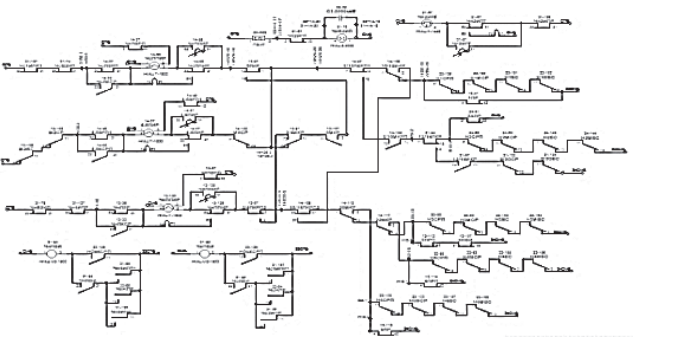
2 Задачи АС ЭСР при проверке схем напольного технологического оборудования ЖАТ

При проверке схем напольного технологического оборудования ЖАТ АС ЭСР выполняет следующие задачи:

1. Проверку на соответствие отраслевому формату, которая заключается в проверках на соответствие:

- составу формата (наименование, штамп, размер, № листа и т. п.);
- параметров элементов требованиям формата;

Типы технической документации и возможные ошибки

Тип документации	Варианты ошибок проекта
Схематический план станции (СПС) 	1. Не задана ордината 2. Не задана спаренность 3. Элемент не связан с другими элементами 4. Отсутствуют необходимые элементы в РЦ
Двухниточный план станции (ДПС) 	1. Не задано направление кодирования 2. Повторяющиеся наименования 3. Ошибка в связях
Кабельная сеть станции (КСС) 	1. Дублирование рельсовых цепей 2. Превышена емкость кабеля 3. Провода вне трассы кабеля 4. В кабеле нет запасных жил
Принципиальная электрическая схема (ПЭС) 	1. Не указаны атрибуты элементов 2. Элемент не связан с другими элементами

Тип документации				Варианты ошибок проекта																			
Таблицы взаимозависимости (ТВЗ)																							
2. Основные поездные маршруты																							
Направление	N маршрута	Наименование маршрута	Литер. светофора	Стрелки																			
ЧПУ	1*	Прямой на путь III	НД	11	1011	155/67	161/63	(13)															
	2*	Прямой до светофора Ч1		11	1011	155/67	161/63	(13)															
	3*	Прямой на путь 3П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	4*	Прямой на путь 6П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	5*	Прямой на путь 5П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	6*	Прямой на путь 9П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	7*	Прямой на путь 7П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	8*	Прямой на путь 4П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	9*	Прямой на путь 11П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	10*	Прямой на путь 8П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
НПМ	11*	Прямой на путь 10П	Ч	11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	12	Отправление с пути III		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	13*	Отправление с пути III		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	14	Отправление с пути III		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	15	Отправление с пути III		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	16	Прямой на путь III		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	17*	Прямой с 2ЧП		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	18	Прямой на путь 3АП		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	19	Прямой на путь 4П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	20	Прямой с 2ЧП		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
ЧПУ	21	Прямой до светофора Ч12	Ч	11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	22	Прямой на путь 7П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	23	Прямой на путь 5П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	24	Прямой на путь 6П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	25	Прямой на путь 8П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
				11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
				11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
				11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
				11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
				11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
ЧПУ	26	Прямой на путь 11П	Ч	11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	27	Прямой на путь 8П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	28	Прямой на путь 10П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	29	Прямой на путь 7П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	30	Прямой на путь 5П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	31	Прямой на путь 6П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	32	Прямой на путь 8П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	33	Прямой на путь 11П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	34	Прямой на путь 8П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												
	35	Прямой на путь 10П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63												

Таблицы взаимозависимости (ТВЗ)													
2. Основные поездные маршруты													
Направление	N маршрута	Наименование маршрута	Литер. светофора	Стрелки									
ЧПУ	1*	Прямой на путь III	НД	11	1011	155/67	161/63	(13)					
	2*	Прямой до светофора Ч1		11	1011	155/67	161/63	(13)					
	3*	Прямой на путь 3П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	4*	Прямой на путь 6П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	5*	Прямой на путь 5П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	6*	Прямой на путь 9П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	7*	Прямой на путь 7П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	8*	Прямой на путь 4П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	9*	Прямой на путь 11П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	10*	Прямой на путь 8П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
НПМ	11*	Прямой на путь 10П	Ч	11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	12	Отправление с пути III		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	13*	Отправление с пути III		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	14	Отправление с пути III		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	15	Отправление с пути III		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	16	Прямой на путь III		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	17*	Прямой с 2ЧП		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	18	Прямой на путь 3АП		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	19	Прямой на путь 4П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	20	Прямой с 2ЧП		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
ЧПУ	21	Прямой до светофора Ч12	Ч	11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	22	Прямой на путь 7П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	23	Прямой на путь 5П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	24	Прямой на путь 6П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	25	Прямой на путь 8П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
				11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
				11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
				11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
				11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
				11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
ЧПУ	26	Прямой на путь 11П	Ч	11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	27	Прямой на путь 8П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	28	Прямой на путь 10П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	29	Прямой на путь 7П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	30	Прямой на путь 5П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	31	Прямой на путь 6П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	32	Прямой на путь 8П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	33	Прямой на путь 11П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	34	Прямой на путь 8П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	35	Прямой на путь 10П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		

Таблицы взаимозависимости (ТВЗ)													
2. Основные поездные маршруты													
Направление	N маршрута	Наименование маршрута	Литер. светофора	Стрелки									
ЧПУ	1*	Прямой на путь III	НД	11	1011	155/67	161/63	(13)					
	2*	Прямой до светофора Ч1		11	1011	155/67	161/63	(13)					
	3*	Прямой на путь 3П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	4*	Прямой на путь 6П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	5*	Прямой на путь 5П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	6*	Прямой на путь 9П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	7*	Прямой на путь 7П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	8*	Прямой на путь 4П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)	11/63		
	9*	Прямой на путь 11П		11	1011	155/67	161/63	(13)	161/63	(159)			

- списку структурных связей элементов;
2. Проверку на выполнение требований технических условий (ТУ) и ТЗ. В АС ЭСР присутствует собственный редактор ТУ, ТЗ. Также производится проверка на непротиворечивость имеющихся ТУ и ТЗ, выделение списка возможных проверок из ТЗ и ТУ и проверка каждого вида технической документации на непротиворечивость ТЗ и ТУ;
3. Сверку технической документации одного типа, а именно:
- контрольного и рабочего вариантов одного и того же документа;
 - после внесения изменений в контрольный вариант;
4. Сверку на соответствие документов при внесении изменений. Проверяется соответствие следующих типов документации:

СПС ⇔ ДПС
 ДПС ⇔ КТТ
 ДПС ⇔ КСС
 СПС ⇔ ТВЗ
 ТВЗ ⇔ ПЭС
 ПЭС ⇔ МЭС;

5. Проверку на соответствие требованиям нормативно-справочной информации (НСИ), инструкциям, указаниям, типовым материалам проектирования. На рисунках 2–5 представлены виды проверок для каждого типа технической документации.

Заключение

По результатам проверок технической документации составляется запись в электрон-



Рис. 2. Виды проверок СПС на соответствие НСИ

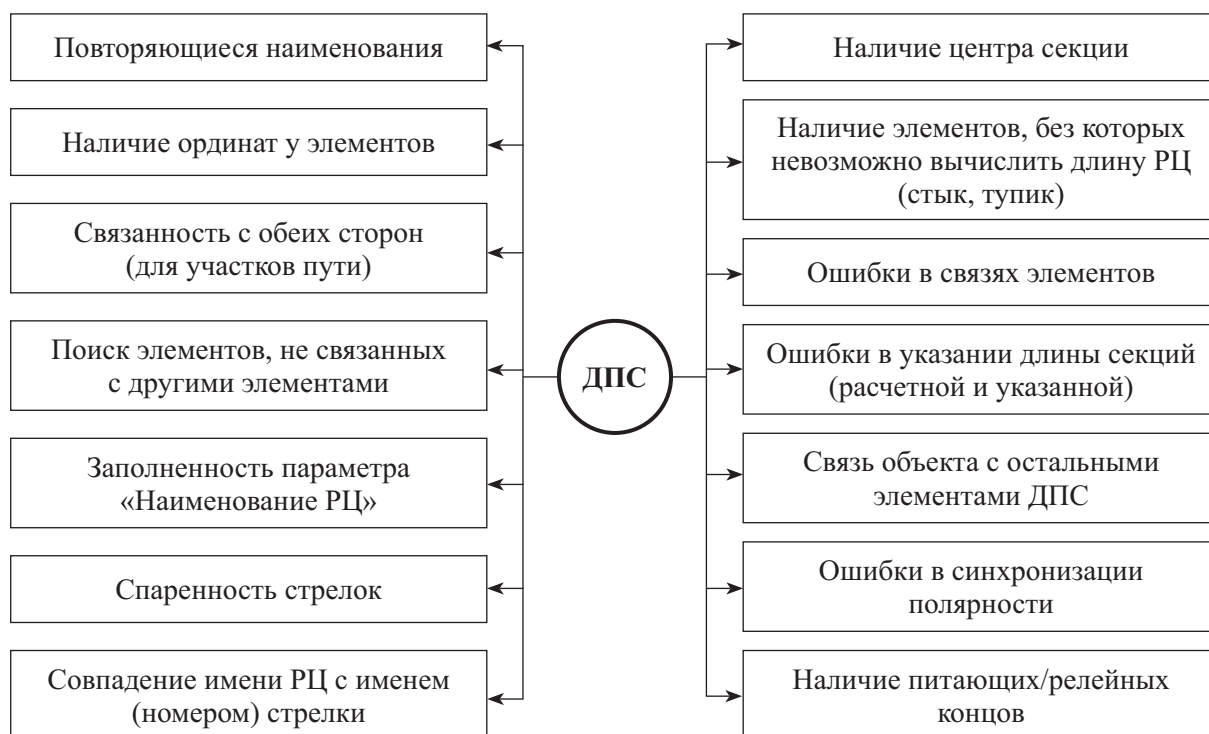


Рис. 3. Виды проверок ДПС на соответствие НСИ

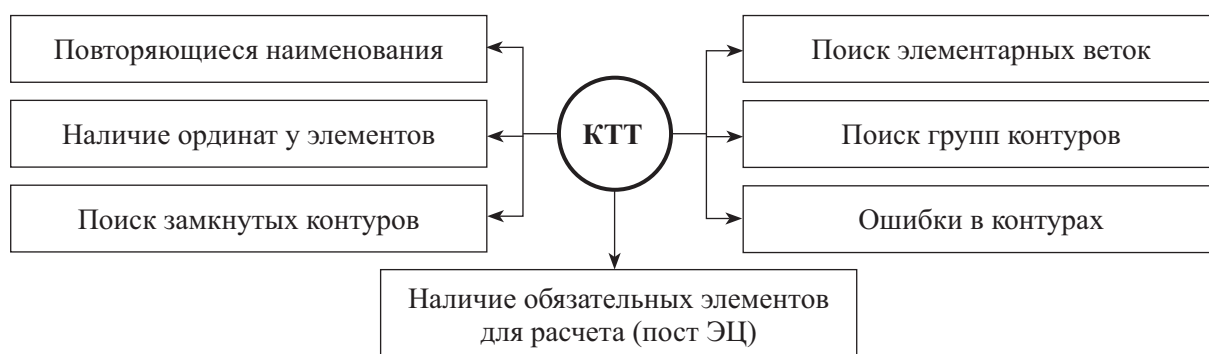


Рис. 4. Виды проверок КТТ на соответствие НСИ

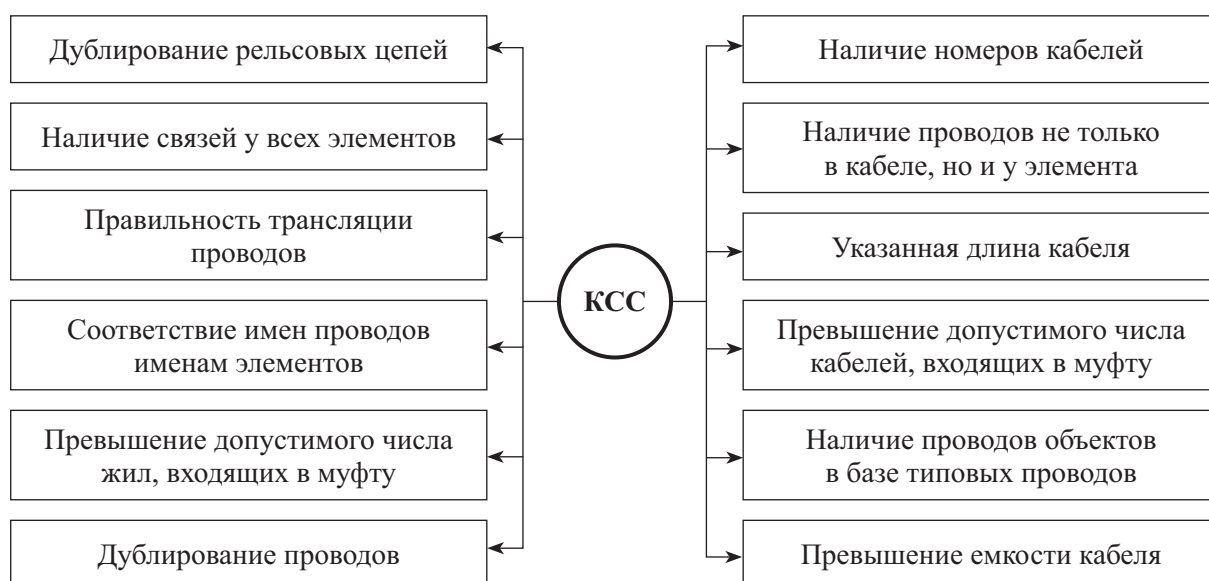


Рис. 5. Виды проверок КСС на соответствие НСИ

ном журнале проверок, описывающая найденные ошибки. Система позволяет существенно ускорить экспертизу технической документации, что повышает эффективность работ по вводу новых систем железнодорожной автоматики и телемеханики в эксплуатацию и улучшает культуру труда персонала.

В настоящее время система внедряется на базе электротехнического отдела института «Ленгипротранс». По результатам опытной эксплуатации будет принято решение о расширении функций экспертизы схем железнодорожной автоматики и телемеханики.

Библиографический список

1. **Нормы** технологического проектирования устройств автоматики и телемеханики на федеральном железнодорожном транспорте (НТП СЦБ/МПС-99). – Санкт-Петербург : ГУП «Гипротрансигнальсвязь», 1999.
2. **Отраслевой** формат технической документации на устройства СЦБ (2003) / М. Н. Василенко, В. Г. Трохов, П. Е. Булавский, О. А. Максименко // АСИ. – № 4.
3. **Эксплуатационные** основы автоматики и телемеханики. – Москва : Маршрут, 2006.