

УДК 004.896+656:25

Седых Д. В.

Кафедра «Автоматика и телемеханика на железных дорогах»,
Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I

ОТРАСЛЕВОЙ ФОРМАТ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА УСТРОЙСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ. ЧАСТЬ 5: ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПЛАНОВ СТАНЦИЙ

В статье описаны способ представления элементов и топология схем напольного технологического оборудования, таких как схематические планы станций, двухниточные планы станций и схемы канализации тягового тока в отраслевом формате технической документации на устройства сигнализации, централизации и блокировки.

Чертеж схематического плана рассмотрен как немасштабное однолинейное изображение путевого развития станции. Существует около 100 базовых условных обозначений элементов отображаемых на чертежах напольно-технического оборудования. Некоторые типы элементов отображаются на чертежах напольно-технического оборудования по-разному. Все изображения элементов, отображаемых на чертежах, предложено разделить на две большие группы – динамические и статические. Основные элементы схематических планов станций, в том числе описывающие топологию станции, предложено представить с помощью динамических элементов. Каждый из этих элементов будет иметь как графическое представление на чертеже, так и параметры реального устройства железнодорожной станции.

Предложен подход для представления схематического плана станции как графа, так как элементы путевого развития полностью описывают топологию станции и местоположение каждого элемента, кроме участка пути, задается в виде точки, а участок пути – в виде отрезка. Топологию любой станции предложено описать двумя множествами: множеством точек, показывающим топологию схематического плана, и множеством отрезков, образованных точками множества. Наличие единичных элементов и связей между ними позволит строить более сложные структуры данных, основополагающей из которых является рельсовая цепь. Данный подход позволяет сформировать модель рельсовой цепи, которая может быть получена автоматически с использованием технической документации.

Ради упрощения концепции описания многие нюансы были упрощены и не слишком детализированы. Полное и общее описание содержится в официальной технической документации.

системы автоматизированного проектирования; электронный формат технической документации; отраслевой формат технической документации

Введение

В первой статье цикла [1] были подробно рассмотрены концепция создания и основные понятия отраслевого формата технической документации

на устройства сигнализации, централизации и блокировки (ОФ-ТД). Была рассмотрена основная задача данного формата – средство интеграции данных различных информационных систем отрасли. Во второй статье цикла [2] рассмотрены отличия и общие черты отраслевого формата технической документации на устройства сигнализации, централизации и блокировки и разработанного в Европе формата railML®. В третьей статье [3] статье говорится о структуре и основных определениях отраслевого формата технической документации на устройства сигнализации, централизации и блокировки. Подробно рассмотрена структура и составляющие части отраслевого формата. Показаны примеры содержимого файлов, подробно описаны типы данных, а также специальные атрибуты, такие как атрибуты трансформации и стилизации. Рассмотрено описание системы координат документа. Приводятся описания корневого элемента документа, его слоев, листов, а также внедренного изображения документа.

После описания структуры необходимо обозначить основные принципы описания отдельных элементов в ОФ-ТД. Представление отдельных элементов устройств автоматики и телемеханики – непростая задача. С одной стороны, задача формата данных – представить графическое описание элементов, с другой стороны, описания должно учитывать все необходимые параметры элементов. Параметры должны быть достаточны для описания всех характеристик элементов в отдельности, а также системы в целом. Кроме того, для понимания общей структуры построения системы автоматики и телемеханики необходимо отдельное описание структуры взаимосвязей между всеми элементами системы. Все это представлено в четвертой статье [4].

В данной статье описана структура топологических схем напольного оборудования в ОФ-ТД [5–8], дается их представление в формате, приведены методы описания. Рассматривать структуру хранения документов будем на примере схематического плана станции, который является базовым для всех остальных чертежей напольного оборудования. Способ представления производных от него чертежей, таких как двухниточный план станции или схема канализации тягового тока, не имеет принципиальных отличий, поэтому будут рассмотрены только отличные от схематического плана структуры данных.

1 Схематические планы станций

Чертеж схематического плана представляет собой немасштабное однолинейное изображение путевого развития станции (путей, стрелок, перекрестных стрелок, глухих пересечений, тупиков) с соблюдением взаимного расположения и указанием характеристик объектов железнодорожной автоматики и телемеханики – ЖАТ (светофоров, изолирующих стыков, релейных шкафов и пр.) и других объектов станции (переездов, мостов, коммуникаций) по удаленности от пассажирского здания. В верхней части чертежа схематического плана со-

ставляется **таблица** ординат (расстояний от оси пассажирского здания) остряков стрелочных переводов и светофоров. В правой части чертежа составляются две **таблицы**: ведомость стрелочных переводов и **таблица** основных показателей централизации. На свободном месте чертежа показываются наименования системы (альбома) централизации, светофоров с двухнитевыми лампами, светофоров с пригласительными сигналами, а также наличие или отсутствие враждебности по пунктам 16.10, 16.20 ПТЭ в четном и нечетном направлении. Однониточные планы перегонов по структуре и напольно-технологическому оборудованию (НТО) не отличаются от схематических планов станций, поэтому будут рассмотрены вместе со схематическими планами.

Элементы, изображаемые на схемах НТО, можно разделить на категории по признакам: на статические, изображения которых не зависят от параметров, и динамические элементы, меняющие изображение в зависимости от своих свойств и атрибутов. Есть различные группы элементов на отдельных чертежах, которые не отображаются на других, – например, элементы рельсовых цепей есть на двухниточном плане и кабельной сети, но их нет на схематическом плане станции. Известен случай, когда элементы есть на обоих схемах, но по-разному отображены – светофоры и стрелочные приводы на двухниточном плане и кабельной сети. Могут вноситься новые элементы, которые зависят от других элементов на зависимых чертежах, яркий пример – схема канализации тягового тока, которая однозначно определяется расположением элементов на двухниточном плане, но при этом имеет совершенно другой состав элементов и их отображение на схеме.

Независимо от этого чертежи НТО имеют схожие принципы построения и, что самое главное, зависят друг от друга. Это значит, что элементы схематического плана (под элементами будем понимать элементы, описывающие устройства автоматики и связи между ними) являются подмножеством элементов двухниточного плана, элементы кабельной сети и двухниточного плана – подмножеством исполненной кабельной сети.

Рассмотрим основные элементы схематических видов станций, так как большая часть из них входит в состав других чертежей НТО.

Основные элементы схематических планов станций, в том числе описывающие топологию станции, описываются с помощью динамических элементов. В основе динамического элемента схематического плана станции лежит Базовый элемент, описывающий общие параметры всех элементов: `id`, `id_sh`, <атрибуты трансформации>, `id_МаркаБДШ`, `МаркаБДШ`, `id_ВидИзг`, `Ордината`, `Парк`, `ЗонаУправленияДСП`, `ШиринаКолеи`.

Основные элементы схематического плана станции:

- УчастокПути;
- Стрелка;
- ПарамСтрелка;
- СтрелочныйПривод;

- Изолирующий Стык;
- Тупик;
- Светофор;
- Показание;
- Здание;
- Переезд;
- Мост;
- Пешеходный Переход;
- Платформа;
- Путепровод.

Каждый из этих элементов представляет собой описание как графическое представление определенных элементов на чертеже, так и параметры реального устройства железнодорожной станции.

Рассмотрим подробно описание одного из самых сложных объектов – железнодорожного светофора (рис. 1), для его описания элемент использует следующие параметры: <общие атрибуты>, НазначениеСвет, ТипСветофора, ТипМачты, КолОгней, КолКрыльев, КолПрожекторов, Лестница, Питание, ТрансфЯщик, УказатТорм, УказатСкор, МаршрутУказат, Габарит, УстрНаМачте, Сигнализация, МестоУстановки, ШиринаМеждупутья, ТипОпорыКонсоли, РаспОпорыКонсоли, Двухсторонний, ИзДлинаКонсолиПравая, ИзДлинаКонсолиЛевая, ИзПоказКонсоль, ИзРасстДоПути.



Рис. 1. Объект «светофор»

Каждый из параметров светофора определяет его отдельную характеристику – например, атрибут НазначениеСвет определяет назначение светофора. Возможный список значений данного атрибута: не определено | входной | выходной | маршрутный | проходной | прикрытия | заградительный | повторительный | предупредительный | маневровый | горочный. В зависимости от выбранного значения меняется как внешний вид светофора, так и поведение различных внешних модулей и функций, так как светофор меняет свое функциональное назначение.

Пример элемента «Светофор»:

```
<SSP:Светофор id="162 " x="179.66" y="19.00" Ордината="1105"
ТипСветофора="линзовый" Питание="местное"
Назначение="выходной" ТипМачты="железобетонная" Марка="Св5-НГ-
Б-П" Лестница="наклонная" Двухсторонний="нет"
ТрансфЯщик="2" УказатТорм="нет" УказатСкор="нет"
МаршрутУказат="нет" Габарит="0" УстрНаМачте="нет"
```

```

Сигнализация="четырёхзначная" МестоУстановки="слева"
ИзРастДоПути="2.09">
  <bsl:etext id="17" e:Имя="Наименование"
  x="-6.27" y="-8.71"
  class="fnt1 fmt1">Чд</bsl:etext>
  <bsl:etext id="18" visible="нет"
  e:Имя="Ордината" x="-107.66" y="-129.62"
  class="fnt1 fmt1"></bsl:etext>
  <bsl:etext id="19" e:Имя="Пикет" x="-5.40"
  y="-43.21" angle="270.00"
  class="fnt1 fmt1"></bsl:etext>
  <Показание Номер="0" Показ="белый"/>
  <Показание Номер="10" Показ="желтый"/>
  <Показание Номер="11" Показ="красный"/>
  <Показание Номер="12" Показ="заглушка"/>
  <Показание Номер="13" Показ="желтый"/>
</SSP:Светофор>

```

2 Информационное описание топологии и модели

Элементы путевого развития полностью описывают топологию станции, если местоположение каждого элемента, кроме участка пути, задать в виде точки, а участок пути – в виде отрезка. При этом изолирующие стыки можно представить просто в виде точек, а стрелки, перекрестные стрелки и глухие пересечения – в виде точки и соответственно третьего, четвертого и пятого отрезков, выходящих из нее. Кроме того, учитывая, что кривые на схематическом плане показываются условно, за точку также можно принять изгиб пути, состоящий из соединения двух отрезков. Таким образом, топологию любой станции можно описать двумя множествами:

- точек, показывающих топологию схематического плана;
- отрезков, образованных точками множества.

На станции имеется конечное число элементов: участков пути, изолирующих стыков, стрелок, перекрестных стрелок и глухих пересечений. Все элементы связаны между собой, при этом элементы имеют следующее число связей: участок пути – 1 или 2; изолирующий стык – 2; стрелка – 3; перекрестная стрелка – 4; глухое пересечение – 5. Топологию станции (рис. 2) можно описать, задавая связи между элементами (рис. 3).

Таким образом, посредством единичных элементов и связей между ними можно строить более сложные структуры данных, основополагающей из которых является рельсовая цепь. Рассматривая именно схематический план станции, более правильно называть рельсовую цепь секцией, так как на

однониточном плане еще нет информации об оборудовании рельсовой цепи, а есть только ограниченное стыками путевое развитие. Тем не менее для универсальности описания будет уместно называть ее рельсовой цепью. Набор параметров рельсовой цепи унифицирован с двухниточным планом станций, так как набор ее параметров для схематического плана станции является подмножеством набора параметров ее двухниточного плана. Рассмотрим общие параметры рельсовых цепей для всех видов схем.

Каждая рельсовая цепь имеет следующий набор параметров: идентификатор; наименование; местонахождение по объекту (на станции или перегоне); флаги местонахождения по функциональному назначению (путь, участок пути, секция); флаги местонахождения в маршрутах (в маршруте на главный приемоотправочный путь или с него, в маршруте безостановочного пропуска на приемоотправочный путь или с него; в маршруте на боковой приемоотправочный путь или с него; в маршруте на приближение/удаление); флаги местонахождения по границам (граница с главным приемоотправочным путем, граница безостановочного пропуска с приемоотправочным путем, граница с боковым приемоотправочным путем, граница с участком приближения/удаления, граница с секцией главного пути, граница с секцией пути безостановочного пропуска, граница с секцией бокового пути, граница с нецентрализованной зоной, граница с тупиком); флаги местонахождения по пересечениям (идентификатор переезда, идентификатор пешеходного перехода); флаги местонахождения по извещению на переезд (начало извещения, конец извещения); наличие электрической цепи (есть или нет электрическая цепь); наличие разветвлений (неразветвленная или разветвленная рельсовая цепь); наличие кодирования локомотивной сигнализации (некодируемая, кодируемая в четном направлении, кодируемая в нечетном направлении, кодируемая в обоих направлениях); частота кодирования локомотивной сигнализации; количество сигнальных нитей (двухниточная, однониточная); вид питания (непрерывный, кодовый); наличие электрификации (неэлектрифицируемая, электрифицируемая); длина рельсовой цепи в метрах; несущая частота; частота модуляции; наличие логического центра (есть или нет центр секции); флаги наличия стыков по концам (стыки по концам: есть или нет); район управления; наличие питания из середины (питание из середины: есть или нет); ссылка на нормаль; количество дроссель-трансформаторов; количество реле; множество входящих стрелок; множество входящих участков пути; множество входящих точек и отрезков; множество концов рельсовых цепей.

Таким образом, каждой рельсовой цепи могут быть поставлены в соответствие множества точек и отрезков.

Данный подход позволяет сформировать модель, которая может быть получена автоматически с использованием технической документации, что дает возможность автоматизировать:

- ведение технической документации [9–11];

- проектирование систем автоматики [12, 13];
- проверку технической документации [14–18];
- машинное распознавание технической документации [19–21];
- расширение множества способов диагностирования и мониторинга устройств автоматики и телемеханики [22–30].

3 Двухниточные планы станций

Чертеж двухниточного плана (рис. 4) представляет собой немасштабное двухлинейное изображение путевого развития станции (путей, стрелок, перекрестных стрелок, глухих пересечений, тупиков) с соблюдением взаимного расположения и указанием характеристик объектов ЖАТ (светофоров, изолирующих стыков, релейных шкафов и пр.) и других объектов станции (переездов, мостов, коммуникаций) по удаленности от поста электрической централизации. В верхней части чертежа двухниточного плана составляется **таблица** ординат (при этом расстояние берется от оси поста электрической централизации, а не от пассажирского здания) остряков стрелочных переводов и светофоров. В правой части чертежа составляются две **таблицы**: ведомость стрелочных переводов и **таблица** рельсовых цепей. В отличие от схематического плана, двухниточные лампы обозначаются на самих светофорах цифрой «2» у каждой линзы, а не отдельным текстом в примечаниях. Кроме описанных выше элементов, которые практически полностью совпадают с элементами однониточных планов станций, двухниточный план содержит ряд специфичных элементов: дроссель-трансформаторы и путевые ящики. С данными элементами вводятся две новые качественные структуры в данную схему: рельсовые цепи и схема канализации обратного тягового тока. Последняя часто рисуется на самом чертеже двухниточного плана, если занимает не слишком много места.

Необходимо заметить, что одинаковые элементы обоих чертежей на двухниточном плане станции обладают расширенным набором свойств по сравнению со схематическим планом станции. Существует ограниченный список элементов, описание которых для двухниточного и схематического плана полностью совпадает: светофор, мост, путепровод, переезд, трассы кабеля, релейные шкафы, батарейные шкафы. Отличия остальных элементов заключается как в графическом отображении, так и в параметрическом. Например, для элемента «стрелочный перевод» появляется дополнительная информация по стыкам внутри него и стрелочным соединителям (рис. 5).

Для сравнения можно рассмотреть список атрибутов стрелки на однониточном плане станции: ТипСтрПеревода, ТипРельса, ТипОстряков, ТипСброса, МаркаКрест, Спаренность, СКемСпарена, ЭлОбогревПеревода, Пневмоочистка, НормальноеПоложение, ОрдСтолбика, ПоказСтолбик,

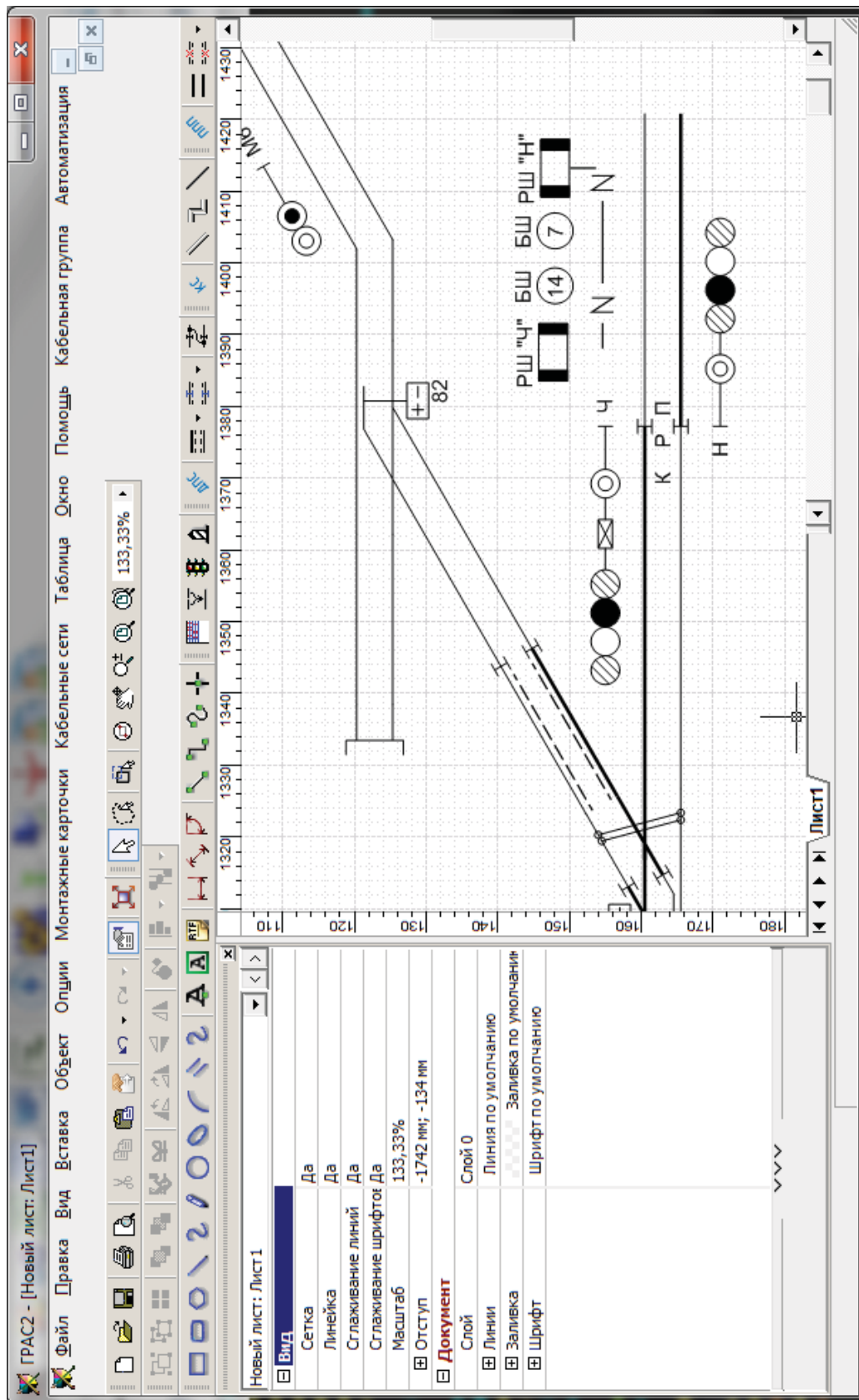


Рис. 4. Двухниточный план станции

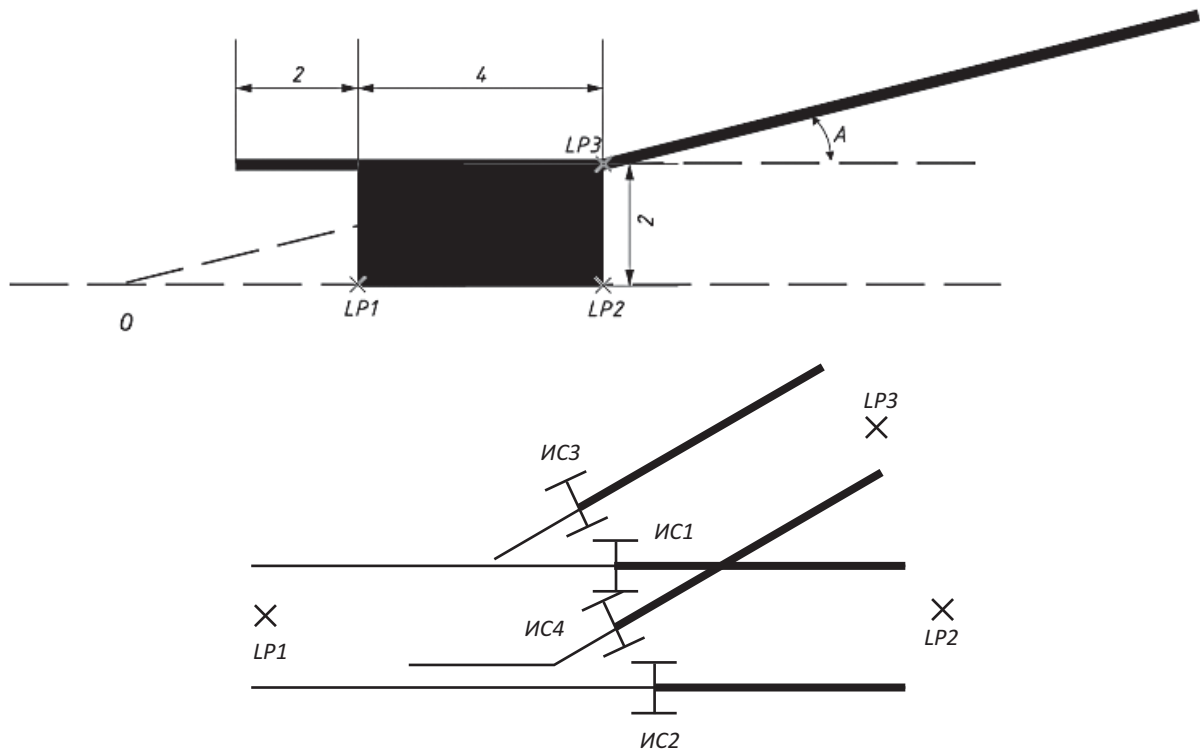


Рис. 5. Представление стрелочного перевода на однопутном и двухпутном плане станций

ПозСтолбикаХ, ПозСтолбикаУ, Угол2, СторонностьПеревода, РадиусКривой, СтрелкаВПути, ВыхШибера, ЭлОбогрев, СхемаУправления, КонтрольПоложения, СторПеревода, Автовозврат, ВидУправления – всего 25 параметров. И для стрелки на двухпутном плане: ТипСтрПеревода, ТипРельса, ТипОстряков, ТипСброса, МаркаКрест, ЭлОбогревПеревода, Пневмоочистка, Нормальное-Положение, ОрдСтолбика, ПоказСтолбик, ПозСтолбикаХ, ПозСтолбикаУ, Угол2, ИзДлина1, ИзДлина2, ИзДлина3, ИС1, ИС2, ИС3, ИС4, Полярность1, Полярность2, Полярность3, Полярность4, Полярность5, РадиусКривой, ИзРастИС1, ИзРастИС2, ИзРастИС3, ИзРастИС4, ИзРастИС5, ИзРастИС6, ИзРастИС7, ИзРастИС8, Соединитель, Соединитель1, Соединитель2, Соединитель3, Соединитель4, Соединитель5, Соединитель6, СторонностьПеревода, СтрелкаВПути, СхемаУправления, КонтрольПоложения, СторПеревода, Автовозврат, ИзПоказТяга, Спаренность, СЧемСпарен, ВидУправления – всего 51 параметр.

Основные элементы двухпутного плана станции аналогичны схематическому плану, за исключением двух последних:

- УчастокПути;
- Стрелка;
- ПарамСтрелка;
- СтрелочныйПривод;
- ИзолирующийСтык;

- Тупик;
- Светофор;
- Показание;
- Здание;
- Переезд;
- Мост;
- ПешеходныйПереход;
- Платформа;
- Путепровод;
- ЯщикТрансформаторный;
- ДроссельТрансформатор.

Описание топологии полностью аналогично схематическому плану станции. Наличие новых элементов, таких как дроссель-трансформатор и путевой ящик, никак на это не влияют, так как данные элементы относятся к элементам, привязанным к путевому развитию. Новые элементы и связи между ними представляют собой новый слой данных об электрификации станции и оборудовании рельсовых цепей. Данное оборудование расширяет описание схематического плана дополнительными параметрами и дополнительными элементами со своими связями, но совершенно не влияет на понимание и формирование электрических секций или маршрутов по станции.

Посредством единичных элементов и связей между ними можно строить более сложные структуры данных, основополагающей из которых является рельсовая цепь. Изучая формат описания схематических планов станций, мы рассмотрели понятие рельсовой цепи, которая на схематическом плане именуется секцией, но, по сути, является упрощенным вариантом рельсовой цепи и имеет в своем составе только описание путейской части: рельсовые линии, стрелочные переводы, изолирующие стыки. Двухниточный план расширяет описание до оборудования непосредственно рельсовых цепей (оборудования питающего конца, оборудования релейного конца) и оборудования канализации тягового тока.

Описание рельсовых цепей (рис. 6) вошло в формат как отдельная составляющая описания двухниточных планов станций. Как и все остальное, описание включает в себя элементы и атрибуты.

Пример описания данной рельсовой цепи:

```
<RC:РЦ id="302" Наименование="1СП" Длина="153"
Назначение="стрелочная секция" Местонахождение="станция"
Разветвленная="да" ЭлЦепь="да" КоличествоНитей="две"
Вид="тональная" ПитаниеИзЦентра="нет" РодТока="нет"
ЧастотаНесущая="720" ЧастотаМодулирующая="8"
ЦентрСекции="да">
  <RC:УчастокПути ID_Ref="301"/>
  <RC:УчастокПути ID_Ref="302"/>
```

```

<RC:УчастокПути ID_Ref="303"/>
<RC:УчастокПути ID_Ref="304"/>
<RC:Стрелка ID_Ref="304"/>
<RC:КонецРЦ id="506" Наименование="1"
Аппаратура="питающая">
...
</RC:КонецРЦ>
<RC:КонецРЦ id="507" Наименование="1А"
Аппаратура="релейная" ЧастотаКодирования="25">
...
</RC:КонецРЦ>
<RC:КонецРЦ id="508" Наименование="1Б"
Аппаратура="релейная">
...
</RC:КонецРЦ>
</RC:РЦ>

```

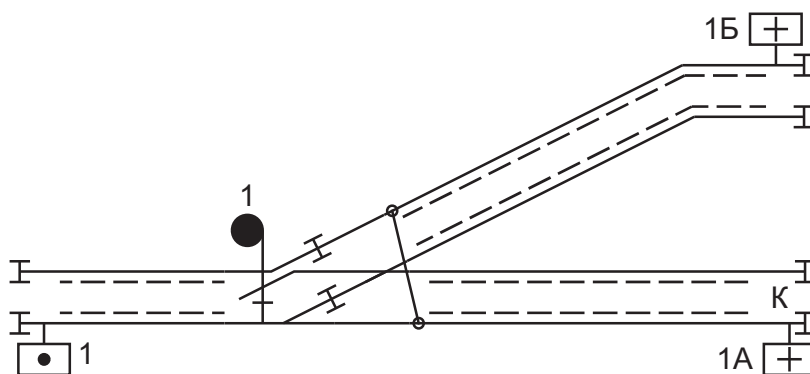


Рис. 6. Рельсовая цепь на двухниточном плане станции

Атрибуты описания рельсовой цепи можно разделить на несколько групп:

1. Графические. Предназначены для описания изображения рельсовой цепи на чертеже.

2. Параметры. Предназначены для описания характеристик рельсовой цепи и ее составляющих.

3. Флаги. Обозначают наличие определенных свойств у рельсовой цепи. Иногда могут дублировать другие описания параметров, но в одной комплексной оценке.

В зависимости от характеристик конкретной рельсовой цепи, для которой строится описание, атрибуты могут быть внесены в описание (или не внесены). Правила формирования всех атрибутов описаны в соответствующей документации в ОФ-ТД.

Пример структуры формата рельсовых цепей в общем виде относительно всего документа:

```

<Документ> Корневой элемент документа
  <RC:РельсовыеЦепи> список РЦ и их связей
    <RC:РЦ> описание РЦ
    описание элементов РЦ
    описание извещений с РЦ
    <RC:КонецРЦ> описание конца РЦ    </RC:РЦ>
    <RC:СвязиРЦ> описание связей РЦ
    <RC:СвязьРЦ/> описание связи РЦ    </RC:СвязиРЦ>
  </RC:РельсовыеЦепи>
</Документ>

```

Пример структуры

4 Канализация обратного тягового тока

Схема канализации тягового тока (рис. 7) выполняется на отдельном листе или на схеме двухниточного плана. Она повторяет путевое развитие двухниточного плана станции: пути, стрелки; вместо изолирующих стыков содержит специальные элементы, внешний вид которых зависит от параметров прохождения тягового тока между рельсовыми цепями. Изображения стрелок и участков путей также зависит от параметров рельсовых цепей на двухниточном плане.

В случае внесения изменений в один из чертежей, если эти данные есть на другом чертеже, необходимо внести изменения и во второй чертеж.

Схема канализации тягового тока содержит весьма ограниченный список элементов: участок пути, стрелочный перевод, изолирующий стык. Данные элементы имеют топологическое расположение, полностью соответствующее двухниточному плану станции. Необходимо также заметить, что схема канализации обратного тягового тока не содержит никакой новой информации по сравнению с двухниточным планом и предназначена только для наглядного представления о протекании обратного тягового тока по цепям.

С использованием формата представления стало возможным полностью автоматизировать построение схемы канализации обратного тягового тока по двухниточному плану станции, имея схему в отраслевом формате.

Формирование схемы канализации тягового тока по двухниточному плану станции позволяет построить на отдельном листе свою синтезированную схему. При синтезе двухниточный план проверяется на наличие ошибок, критичных для построения схемы канализации. Схема канализации содержит соответствующие элементы, включает путевое развитие и рельсовые цепи из двухниточного плана и отображает параметры прохождения обратного тягового тока путем заполнения необходимых атрибутов в параметрах элементов.

Описание обеих схем позволяет проверять данные чертежи на наличие ошибок согласно нормам выполнения канализации тягового тока (количество

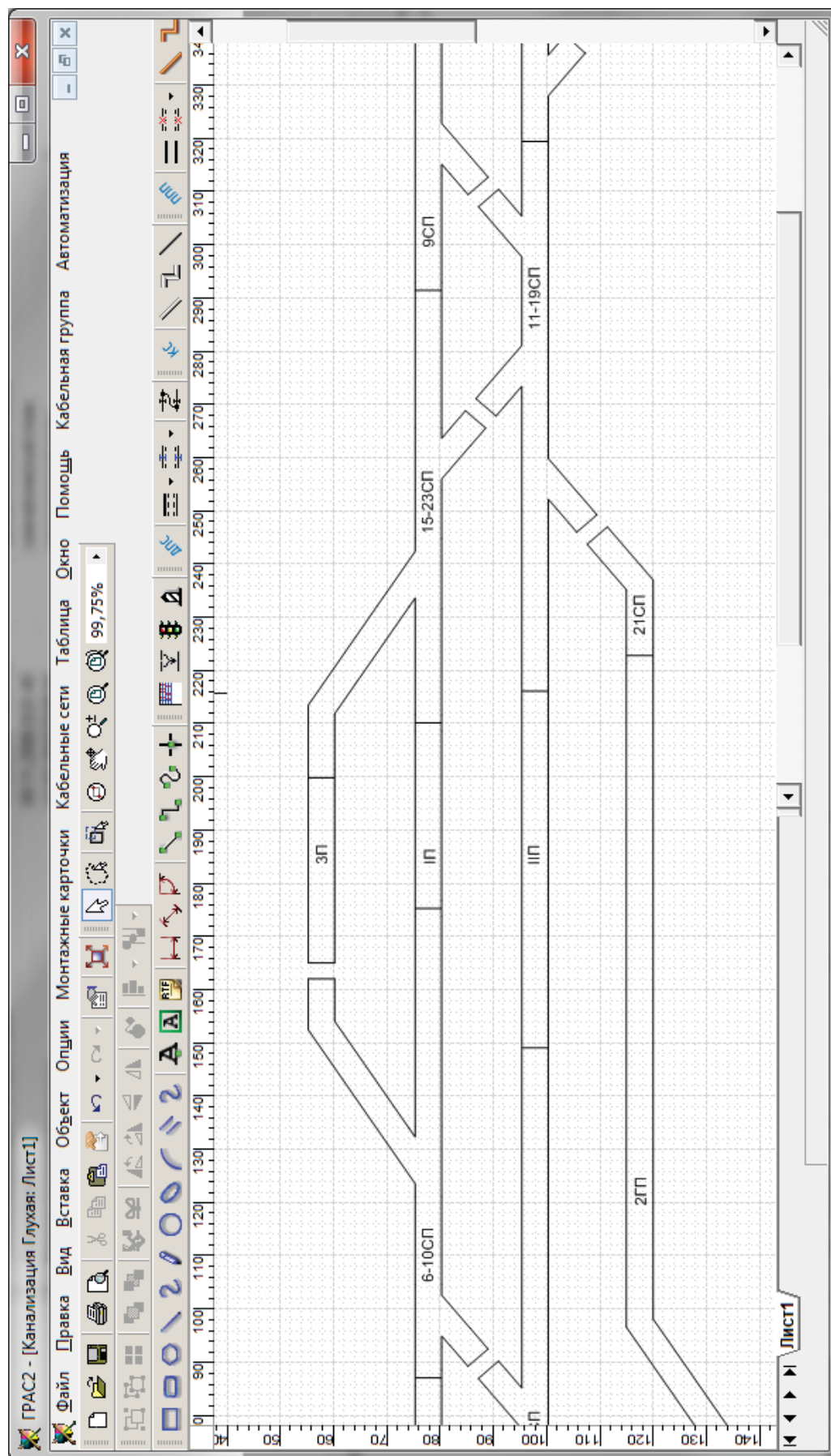


Рис. 7. Схема канализации обратного тягового тока

рельсовых цепей в контуре, общая длина контуров). Программа проверяет основные параметры по имеющимся контурам и эквивалентным контурам на схеме. Данная проверка возможна как для двухниточного плана, так и отдельно для схемы канализации.

Представление в отраслевом формате двухниточного плана и схемы канализации обратного тягового тока позволило осуществлять сверку данных чертежей для контроля внесения изменений в них. Сравнение происходит по специальному алгоритму на основании описания рельсовых цепей обеих схем в следующем порядке:

- сравнение набора рельсовых цепей схемы;
- сравнение параметров рельсовых цепей;
- сверка набора концов рельсовых цепей;
- сверка параметров концов рельсовой цепи;
- сверка топологических связей между рельсовыми цепями на двух схемах.

Заключение

Как видно из описания, концепция представления элементов как динамических позволяет создать сколь угодно сложный объект данных, который позволит отрисовать изображение самого элемента и описать его технические параметры. Объединение динамических элементов посредством связей с образованием графа элементов позволило автоматизировать построение многих структур данных в системах, работающих с ОФ-ТД СЦБ и решающих вопросы автоматизированного проектирования и эксплуатации.

Предложенный подход к описанию схематических планов станций позволяет использовать ОФ-ТД СЦБ для представления модели объекта в целях решения многих задач смежных систем, а также повышения уровня автоматизации системы автоматизированного проектирования и средств электронного документооборота.

Описание секций по схематическому плану станции является первым шагом представления более сложных структур, таких как рельсовая цепь на двухниточном плане станции, маршруты передвижений и контура обратного тягового тока.

С помощью указанного подхода удалось автоматизировать построения схемы канализации тягового тока по двухниточному плану станции и ее экспертизу.

Библиографический список

1. Седых Д. В. Отраслевой формат технической документации на устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Ч. 1 : Концепция создания / Д. В. Се-

- дых, Д. В. Зуев, М. А. Гордон // Автоматика на транспорте. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 112–128.
2. Седых Д. В. Отраслевой формат технической документации на устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Ч. 2 : Сравнение с форматом railML® / Д. В. Седых, Д. В. Зуев, М. А. Гордон // Автоматика на транспорте. – 2017. – Т. 3. – № 2. – С. 270–279.
 3. Седых Д. В. Отраслевой формат технической документации на устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Ч. 3 : Структура и содержимое / Д. В. Седых, Д. В. Зуев, М. А. Гордон // Автоматика на транспорте. – 2017. – Т. 3. – № 3. – С. 399–413.
 4. Седых Д. В. Отраслевой формат технической документации на устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Ч. 4 : Представление элементов / Д. В. Седых, Д. В. Зуев, М. А. Гордон // Автоматика на транспорте. – 2017. – Т. 3. – № 4. – С. 563–577.
 5. Седых Д. В. Применение отраслевого формата технической документации на устройства железнодорожной автоматики и телемеханики для интеграции приложений / Д. В. Седых, С. А. Суханов // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2005. – № 3. – С. 74–79.
 6. Балугев Н. Н. Проблемы внедрения отраслевого формата / Н. Н. Балугев, М. Н. Василенко, В. Г. Трохов, Д. В. Седых // Автоматика, связь, информатика. – 2010. – № 3. – С. 2.
 7. Седых Д. В. Интеграционные решения на основе отраслевого формата технической документации / Д. В. Седых // Транспорт Урала. – 2016. – № 4. – С. 52–57.
 8. Седых Д. В. Методы интеграции в АСУ-Ш / Д. В. Седых, М. Н. Василенко // Шестидесят пятая научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Неделя науки – 2005». – СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2005. – С. 152.
 9. Василенко М. Н. Развитие электронного документооборота в хозяйстве АТ / М. Н. Василенко, В. Г. Трохов, Д. В. Зуев, Д. В. Седых // Автоматика, связь, информатика. – 2015. – № 1. – С. 14–16.
 10. Булавский П. Е. Формализация алгоритмического описания систем обеспечения жизненного цикла железнодорожной автоматики и телемеханики / П. Е. Булавский, Д. С. Марков, В. Б. Соколов, Т. Ю. Константинова // Автоматика на транспорте. – 2015. – Т. 1. – № 4. – С. 418–432.
 11. Булавский П. Е. Методика оценки временных характеристик процессов электронного документооборота технической документации / П. Е. Булавский, Д. С. Марков // Автоматика на транспорте. – 2016. – Т. 2. – № 1. – С. 81–94.
 12. Седых Д. В. Идентификация топологий рельсовых цепей в отраслевом формате технической документации на устройства СЦБ / Д. В. Седых // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2016. – Т. 13. – № 3. – С. 377–387.
 13. Седых Д. В. Автоматический синтез рельсовых цепей по двухниточному плану станции / Д. В. Седых, Д. С. Родионов, Б. П. Денисов // Шестидесят шестая научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых

- «Неделя науки – 2006». – СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2006. – С. 194.
14. Безродный Б. Ф. Автоматизация проверки проектов на основе АРМ-ТЕСТ / Б. Ф. Безродный, М. Н. Василенко, Б. П. Денисов, Д. В. Седых // Автоматика, связь, информатика. – 2008. – № 3. – С. 22–24.
 15. Тележенко Т. А. Применение методов моделирования в системах автоматизированного проектирования / Т. А. Тележенко // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2006. – № 2. – С. 66–72.
 16. Тележенко Т. А. Автоматизированная система экспертизы схемных решений ЖАТ / Т. А. Тележенко // Автоматика, связь, информатика. – 2009. – № 5. – С. 24–26.
 17. Горбачев А. М. Автоматизация анализа, экспертизы и сверки технической документации системы железнодорожной автоматики и телемеханики / А. М. Горбачев // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2012. – № 4. – С. 73–78.
 18. Седых Д. В. Учет работы приборов с помощью АРМ УРП / Д. В. Седых // Автоматика, связь, информатика. – 2007. – № 3. – С. 7–8.
 19. Матушев А. А. Программный комплекс для распознавания монтажной технической документации / А. А. Матушев // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2015. – № 1. – С. 105–109.
 20. Матушев А. А. Распознавание структуры монтажных схем ЖАТ / А. А. Матушев, Д. В. Седых // Автоматика, связь, информатика. – 2015. – № 10. – С. 4–7.
 21. Седых Д. В. Методы распознавания структуры монтажных схем железнодорожной автоматики и телемеханики / Д. В. Седых, А. А. Матушев // Автоматика на транспорте. – 2016. – Т. 2. – № 4. – С. 552–563.
 22. Ефанов Д. В. О методе выявления логических ситуаций в системах технической диагностики и мониторинга устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / Д. В. Ефанов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2010. – № 4. – С. 66–71.
 23. Сапожников Вл. В. Понятие предотказного состояния / Вл. В. Сапожников, А. А. Лыков, Д. В. Ефанов // Автоматика, связь, информатика. – 2011. – № 12. – С. 6–8.
 24. Ефанов Д. В. О достоверности фиксации предотказных состояний в системах непрерывного контроля устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / Д. В. Ефанов, Н. А. Богданов // Транспорт : наука, техника, управление. – 2012. – № 2. – С. 27–30.
 25. Ефанов Д. В. Функциональное диагностирование стрелочных электроприводов переменного тока / Д. В. Ефанов, Е. В. Басалаев, В. Г. Алексеев // Транспорт Урала. – 2012. – № 4. – С. 26–29.
 26. Лыков А. А. Техническое диагностирование и мониторинг состояния устройств ЖАТ / А. А. Лыков, Д. В. Ефанов, С. В. Власенко // Транспорт Российской Федерации. – 2012. – № 5. – С. 67–72.
 27. Ефанов Д. В. Техническое диагностирование и мониторинг устройств автоматики в метрополитенах / Д. В. Ефанов // Автоматизация в промышленности. – 2014. – № 3. – С. 4–8.

28. Ефанов Д. В. Некоторые аспекты развития систем функционального контроля устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / Д. В. Ефанов // Транспорт Урала. – 2015. – № 1. – С. 35–40.
29. Ефанов Д. В. Становление и перспективы развития систем функционального контроля и мониторинга устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / Д. В. Ефанов // Автоматика на транспорте. – 2016. – Т. 2. – № 1. – С. 124–148.
30. Ефанов Д. В. Функциональный контроль и мониторинг устройств железнодорожной автоматики и телемеханики : монография / Д. В. Ефанов. – СПб. : ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2016. – 171 с.

Dmitry V. Sedykh

*«Automation and remote control on railways» department
Emperor Alexander I St. Petersburg state transport university*

Branch format for technical documentation for railway automation and remote control devices. Part 5: Representation of stations plans

The article is devoted to the description of the mode of presentation of elements and topology of schemes of outdoor technological equipment, such as schematic plans of stations, two-line plans of stations and traction current canalization schemes in the branch format for technical documentation for interlocking devices.

The drawing of schematic plan is considered as a non-scale single-line image of the station's track development. An approach to consideration of the elements of this drawing is based on the fact that currently there are about 100 basic symbols for elements displayed in the drawings outside technological devices. In addition, some types of elements are displayed differently in different outside technological devices drawings. In this way all elements images displayed in the drawings are proposed to be divided into two large groups – dynamic and static. Basic elements of schematic plans of the stations, including those describing the topology of the station, are suggested to represent by means of dynamic elements. Each of these elements will comprise both a graphical representation of the specific entity in the drawing and the parameters of the real device of the railway station.

Also in this article an approach for representing the schematic plan of the station as a graph is proposed, because the elements of the path development completely describe the topology of the station, and the location of each element, except the path section, can be specified as a point, and the path segment – as a segment. So the topology of any station is proposed to be described by two sets: a set of points showing the topology of the schematic plan and the set of segments formed by the points of the set. Thus, by means of single elements and connections between

them, this approach will enable to build more complex data structures, the basic of which is the track circuit. This approach enables to form a model of the track circuit, which can be obtained automatically from the technical documentation.

Many of the nuances were simplified and not too detailed to facilitate understanding of the concept of description. Full and general description of the framework can be obtained in the official technical documentation.

computer-aided design systems; electronic branch for technical documentation; branch framework for technical documentation

References

1. Sedyh D. V., Zuev D. V., Gordon M. A. (2017). Industry Framework for Technical Documentation for Railway Automation and Remote Control Devices. Part 1: Concept of Design [Otraslevoj format tekhnicheskoy dokumentacii na ustrojstva zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki. Chast' 1: Koncepciya sozdaniya]. Automation on Transport [Avtomatika na transporte], vol. 3, issue 1. – Pp. 112–128.
2. Sedyh D. V., Zuev D. V., Gordon M. A. (2017). Industry format of technical documentation for railway automation and telemechanics devices. Part 2: Comparison with the format railML® [Otraslevoj format tekhnicheskoy dokumentacii na ustrojstva zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki. Chast' 2: Sravnenie s formatom railML®]. Automation on Transport [Avtomatika na transporte], vol. 3, issue 2. – Pp. 270–279.
3. Sedyh D. V., Zuev D. V., Gordon M. A. (2017). Industry format of technical documentation for railway automation and telemechanics devices. Part 3: Structure and content [Otraslevoj format tekhnicheskoy dokumentacii na ustrojstva zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki. Chast' 3: Struktura i sodержimoe]. Automation on Transport [Avtomatika na transporte], vol. 3, issue 3. – Pp. 399–413.
4. Sedyh D. V., Zuev D. V., Gordon M. A. (2017). Industry format of technical documentation for railway automation and telemechanics devices. Part 4: Submission of Elements [Otraslevoj format tekhnicheskoy dokumentacii na ustrojstva zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki. Chast' 4: Predstavlenie ehlementov]. Automation on Transport [Avtomatika na transporte], vol. 3, issue 4. – Pp. 563–577.
5. Sedyh D. V., Suhanov S. A. (2005). Application of the industry format of technical documentation for railway automation and telemechanics devices for application integration [Primenenie otraslevogo formata tekhnicheskoy dokumentacii na ustrojstva zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki dlya integracii prilozhenij]. Proceedings of Petersburg Transport University [Izvestiya Peterburgskogo universiteta putej soobshcheniya], issue 3. – Pp. 74–79.
6. Baluev N. N., Vasilenko M. N., Trohov V. G., Sedyh D. V. (2010). The problems of implementing the industry format [Problemy vnedreniya otraslevogo formata]. Automation, Communication and Informatics [Avtomatika, svyaz', informatika], issue 3. – Pp. 2–4.

7. Sedyh D. V. (2016). Integration Solutions Based on the Industrial Format of Technical Documentation [Integracionnyye resheniya na osnove otraslevogo formata tekhnicheskoy dokumentacii]. *Transport of Urals [Transport Urala]*, issue 4 (51). – Pp. 52–57.
8. Sedyh D. V., Vasilenko M. N. (2005). Methods of integration in the Automated Control System [Metody integracii v ASU-SH]. Sixty-fifth scientific and technical conference of students, graduate students and young scientists «Week of Science – 2005» [Shest’desyat pyataya nauchno-tekhnicheskaya konferenciya studentov, aspirantov i molodyh uchenykh «Nedelya nauki – 2005»]. – P. 152.
9. Vasilenko M. N., Trohov V. G., Zuev D. V., Sedyh D. V. (2015). Development of electronic document management in the economy of AT [Razvitie ehlektronnoho dokumentooborota v hozyajstve AT]. *Automation, Communication and Informatics [Avtomatika, svyaz’, informatika]*, issue 1. – Pp. 14–16.
10. Bulavskij P. E., Markov D. S., Sokolov V. B., Konstantinova T. Yu. (2015). Formalisation of Algorithmic Description of Systems of Railway Automation and Remote Control Life Cycle Provision [Formalizaciya algoritmicheskogo opisaniya sistem obespecheniya zhiznennogo cikla zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki]. *Automation on Transport [Avtomatika na transporte]*, vol. 1, issue 4. – Pp. 418–432.
11. Bulavskij P. E., Markov D. S. (2016). The Method of Estimation of Time Characteristics of Execution of Processes of Technical Documentation Electronic Management [Metodika ocenki vremennykh harakteristik processov ehlektronnoho dokumentooborota tekhnicheskoy dokumentacii]. *Automation on Transport [Avtomatika na transporte]*, vol. 2, issue 1. – Pp. 81–94.
12. Sedyh D. V. (2016). Identification of Topologies of Rail Track Circuits in Industry-Specific Format of Engineering Documentation for Signalling Arrangements [Identifikaciya topologij rel’sovykh cepej v otraslevom formate tekhnicheskoy dokumentacii na ustrojstva SCB]. *Proceedings of Petersburg Transport University [Izvestiya Peterburgskogo universiteta putej soobshcheniya]*, vol. 13, issue 3 (48). – Pp. 377–387.
13. Sedyh D. V., Rodionov D. S., Denisov B. P. (2006). Automatic synthesis of rail circuits on a two-line station plan [Avtomaticeskij sintez rel’sovykh cepej po dvuhnitochnomu planu stancii]. Sixty-sixth scientific and technical conference of students, graduate students and young scientists «Week of Science – 2006» [Shest’desyat shestayaya nauchno-tekhnicheskaya konferenciya studentov, aspirantov i molodyh uchenykh «Nedelya nauki – 2006»]. – P. 194.
14. Bezrodnyj B. F., Vasilenko M. N., Denisov B. P., Sedyh D. V. (2008). Automation of project verification based on AWP-TEST [Avtomatizaciya proverki proektov na osnove ARM-TEST]. *Automation, Communication and Informatics [Avtomatika, svyaz’, informatika]*, issue 3. – Pp. 22–24.
15. Telezhenko T. A. (2006). Application of modeling methods in CAD systems [Primenenie metodov modelirovaniya v sistemah avtomatizirovannogo]. *Proceedings of Petersburg Transport University [Izvestiya Peterburgskogo universiteta putej soobshcheniya]*, issue 2. – Pp. 66–72.
16. Telezhenko T. A. (2009). Automated system of examination of circuit solutions [Avtomatizirovannaja sistema jekspertizy shemnykh reshenij ZhAT]. *Automation, Communication and Informatics [Avtomatika, svyaz’, informatika]*, issue 5. – Pp. 24–26.

17. Gorbachev A. M. (2012). Automation of analysis, examination and collation of railway automatics and telemechanics technical documentation [Avtomatizaciya analiza, ehkspertizy i sverki tekhnicheskoy dokumentacii sistemy zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki]. Proceedings of Petersburg Transport University [Izvestiya Peterburgskogo universiteta putej soobshcheniya], issue 4. – Pp. 73–78.
18. Sedyh D. V. (2007). Accounting for the operation of devices using ARM URS [Uchet raboty priborov s pomoshh'ju ARM URP]. Automation, Communication and Informatics [Avtomatika, svyaz', informatika], issue 3. – Pp. 7–8.
19. Matushev A. A. (2015). Software Package for Recognition of Assembling Technical Documentation [Programmnyj kompleks dlya raspoznavaniya montazhnoj tekhnicheskoy dokumentacii]. Proceedings of Petersburg Transport University [Izvestiya Peterburgskogo universiteta putej soobshcheniya], issue 1. – Pp. 105–109.
20. Matushev A. A., Sedyh D. V. (2015). Recognition of patterns of wiring diagrams RATM [Raspoznavanie struktury montazhnykh skhem zhat]. Automation, Communication and Informatics [Avtomatika, svyaz', informatika], issue 10. – Pp. 4–7.
21. Sedyh D. V., Matushev A. A. (2016). Methods of Assembly Diagrams Structure Recognition of Railway Automation and Remote Control [Metody raspoznavaniya struktury montazhnykh skhem zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki]. Automation on Transport [Avtomatika na transporte], vol. 2, issue 4. – Pp. 552–563.
22. Efanov D. V. (2010). About the method for identifying logical situations in the systems for technical diagnostics and monitoring of the railway for automatics and telemechanics devices [O metode vyjavleniya logicheskikh situacij v sistemah tekhnicheskoy diagnostiki i monitoringa ustrojstv zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki]. Proceedings of Rostov State Transport University [Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshheniya], issue 4. – Pp. 66–71.
23. Sapozhnikov V. I., Lykov A. A., Efanov D. V. (2011). The concept of a pre-failure state [Ponjatie predotkaznogo sostojaniya]. Automation, communication, informatics [Avtomatika, svyaz', informatika], issue 12. – Pp. 6–8.
24. Efanov D. V., Bogdanov N. A. (2012). Reliability of Registration of Pre-failure Condition in the Systems for On-line Control of the Units Belonging to Railway Control and Telemechanics [O dostovernosti fiksacii predotkaznykh sostojanij v sistemah nepreryvnogo kontrolja ustrojstv zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki]. Transport: science, technology, control [Transport: nauka, tehnika, upravlenie], issue 2. – Pp. 27–30.
25. Efanov D. V., Basalaev E. V., Alekseev V. G. (2012). Functional Diagnostics of AC Electric Switch Mechanisms [Funkcional'noe diagnostirovanie strelochnykh elektroprivodov peremennogo toka]. Transport of Urals [Transport Urala], issue 4. – Pp. 26–29.
26. Lykov A. A., Efanov D. V., Vlasenko S. V. (2012). Technical Diagnostics and Monitoring of RAT Units [Tekhnicheskoe diagnostirovanie i monitoring sostoyaniya ustrojstv ZHAT]. Transport of Russian Federation [Transport Rossijskoj Federacii], issue 5. – Pp. 67–72.
27. Efanov D. V. Technical diagnostics and monitoring of automation devices in subways [Tekhnicheskoe diagnostirovanie i monitoring ustrojstv avtomatiki v metropolitenah]. Automation in Industry [Avtomatizaciya v promyshlennosti], issue 3. – Pp. 4–8.

28. Efanov D. V. (2015). Development aspects of functional control systems of railway automation and telemechanics devices [Nekotorye aspekty razvitiya sistem funkcional'nogo kontrolya ustrojstv zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki]. Transport of Urals [Transport Urala], issue 1. – Pp. 35–40.
29. Efanov D. V. (2016). Becoming and Development Prospects of Concurrent Error Detection and Monitoring Systems of Railway Automation and Remote Control Devices. Automation on Transport [Avtomatika na transporte], vol. 2, issue 1. – Pp. 124–148.
30. Efanov D. V. (2016). Concurrent checking and monitoring of railway automation and remote control devices [Funkcional'nyj kontrol' i monitoring ustrojstv zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki, monografiya]. St. Petersburg, PSTU [PGUPS]. – 171 p.

*Статья представлена к публикации членом редколлегии М. Н. Василенко
Поступила в редакцию 06.09.2017, принята к публикации 13.10.2017*

СЕДЫХ Дмитрий Владимирович – инженер кафедры «Автоматика и телемеханика на железных дорогах» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I.
e-mail: sedyhdmitriy@gmail.com

© Седых Д. В., 2018