

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЯЗЫКА ПУТЕВЫХ ОБЪЕКТОВ В АРМ ВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ



БУЛАВСКИЙ
Петр Евгеньевич,
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, кафедра «Автоматика и телемеханика на железных дорогах», профессор, д-р тех. наук, Россия, Санкт-Петербург



ВАСИЛЕНКО
Петр Алексеевич,
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, кафедра «Автоматика и телемеханика на железных дорогах», инженер, Россия, Санкт-Петербург

Ключевые слова: электронная техническая документация, язык описания путевых объектов, схематический план станции, таблица взаимозависимости, буквы, слова и предложения ЯПО

Аннотация. Язык описания путевых объектов (ЯПО) является мощным инструментом для работы с электронной технической документацией ЖАТ. Принципы построения, области применения, синтаксис и семантика ЯПО были описаны ранее [1]. В статье представлена его программная реализация в объектном формате технической документации на языке расширяемой разметки XML. Рассмотрена возможность выделения языковых конструкций ЯПО на XML для схематического плана станции и таблицы взаимозависимости стрелок и сигналов, а также автоматического анализа этих документов на основе ЯПО.

■ Впервые формализованное описание языка путевых объектов (ЯПО) ЖАТ предложил профессор М.Н. Василенко [2, 3]. В дальнейшем модернизацией и развитием языка занималась Т.А. Тележенко [4]. С 1990 г. одновременно с развитием и разработкой основ ЯПО [2, 3, 4] коллектив НТЦ САПР и специалисты ООО «ИМ-САТ» внедряли АРМ автоматизации проектирования ЖАТ (АРМ ПТД) в проектных организациях, а на сети дорог отечественное программное обеспечение (ПО) систем электронного документооборота технической документации ЖАТ на базе АРМ ВТД. В общей сложности внедрено более 3500 АРМ ВТД и 600 АРМ ПТД. В связи с этим возникла необходимость унификации и стандартизации представленной в электронном виде технической документации.

Эта задача была решена при разработке и внедрении отраслевого формата технической документации ЖАТ (ОФТД) [5, 6]. Его структура и требования ОФТД

представлены на рис. 1. При этом учитывались синтаксические и семантические правила языка путевых объектов [1, 5]. Разработчики ПО реализовали эти требования на языке расширяемой разметки Extensible Markup Language (XML) [7–11]. В настоящее

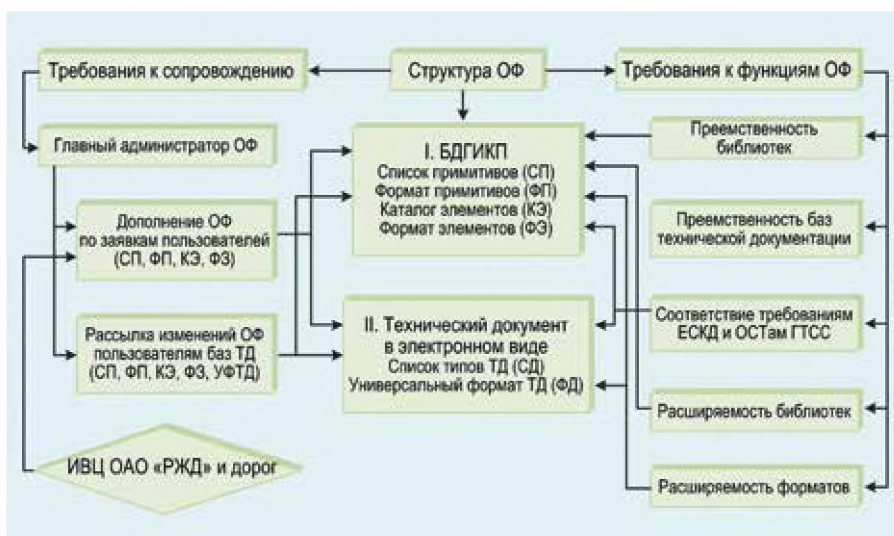


РИС. 1

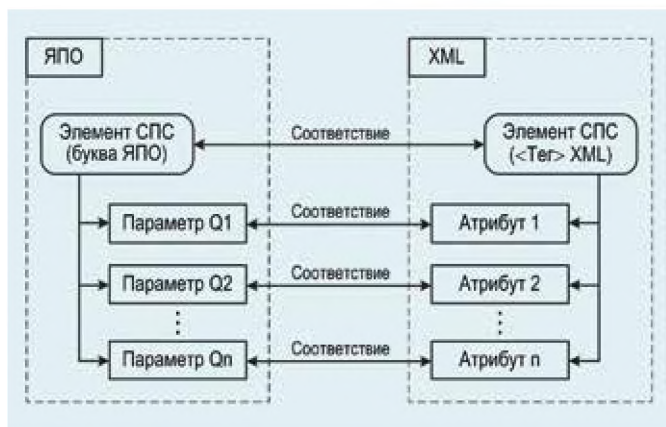


РИС. 2

время уже разработан и находится на утверждении отраслевой стандарт на электронную техническую документацию ЖАТ.

РЕАЛИЗАЦИЯ БУКВ ЯПО В МОДУЛЕ СХЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНА СТАНЦИИ

■ Между конструкциями ЯПО (буквами, словами, предложениями, параметрическим описанием и др.) и XML описанием электронного формата, реализованного в программных модулях схематического плана станции (СПС) и модуле синтеза таблиц взаимозависимости, обеспечено полное соответствие. Это показано на рис. 2 и в табл. 1.

Таблица 1

Буквы ЯПО	XML описание в ОФТД	
	Графическое изображение	Параметрическое описание (атрибуты в XML)
L	Участок пути 	<Участок пути Id = "" (идентификатор) X = "" (координата x) Y = "" (координата y) Назначение = "" Специализация = "" БезостановочныйПропуск = "" ... СкоростноеДвижение = ""/>
S	Стрелка 	<Стрелка Id = "" (идентификатор) X = "" (координата x) Y = "" (координата y) ТипСтрПеревода = "" ТипРельса = "" МаркаКрест = "" ... РадиусКривой = ""/>
F	Светофор 	<Светофор Id = "" (идентификатор) X = "" (координата x) Y = "" (координата y) НазначениеСвет = "" ТипСветофора = "" КолОгней = "" ... Сигнализация = ""/>
P	Переезд 	<Переезд Id = "" (идентификатор) X = "" (координата x) Y = "" (координата y) Обслуживаемый = "" Категория = "" Длина = "" ... ЗадержкаАПС = ""/>

Таблица 1. Продолжение

Буквы ЯПО	XML описание в ОФТД	
	Графическое изображение	Параметрическое описание (атрибуты в XML)
C	Изолирующий стык 	<Изолирующий_стык Id = "" (идентификатор) X = "" (координата x) Y = "" (координата y) Габаритность = "" Тип = "" СекциИзолятор = ""/>
T	Тупик 	<Тупик Id = "" (идентификатор) X = "" (координата x) Y = "" (координата y) Упор = "" НазначениеТупик = "" ИздлинаПути = ""/>

Любой элемент схематического плана станции описывается выражением:

БЭ = БЭ (Q1, Q2, Q3, ..., Qn),

где n – число обязательных параметров [1].

Каждому из параметров (Q1–Qn) соответствует определенный атрибут ОФТД (см. рис. 2). Например, параметрам Q1–Q15 участка пути соответствуют конкретные атрибуты (табл. 2).

Таблица 2

Параметр ЯПО	Обозначение	Атрибут (ОФТД)	Допустимые значения
Наименование	Q1	<Наименование>	цифра+«П» «НП» «ЧП» «НАП» «ЧАП» символ+«П» символ+«УП»
Назначение	Q3	<Назначение>	главный боковой бесстрелочный вытязка отстой погрузо-разгрузочный сортировочный прочий приближение удаление подъездной
Специализация по назначению	Q6	<Специализация>	неспециализированный грузовые поезда пассажирские поезда маневровые поезда хозяйственные
Номер примыкания пути к станции	Q7	<НомерПримыкания>	целое число
Род тока электрификации	Q8	<РодТока>	нет постоянный переменный постоянный и переменный
Специализация по направлению	Q9	<Направление>	оба направления налево направо
Направление безостановочного пропуска	Q10	<БезостановочныйПропуск>	нет оба направления налево направо
Направление кодирования АЛС	Q11	<Направление АЛС>	нет оба направления налево направо
Ширина междупутья	Q12	<Ширина Междупутья>	вещественное число
Вид автоблокировки	Q13	<ВидБлокировки>	полуавтоматическая автоматическая трехзначная автоматическая четырехзначная АЛС самостоятельно электро-железнодорожная сигнализация
Включение в зависимость	Q14	<Включен ВЗависимость>	да нет
Наличие скоростного движения	Q15	<Скоростное Движение>	да нет

Таблица 3

Слово ЯПО	Графическое изображение	XML описание
CLCF		<Из. стык/> <Участок пути Наименование = "IBП" Длина = "896м" НазначениеПути = "Приемо-отправочный главный" /> <Из. стык/> <Светофор Ордината = "1563" Наименование = "Н1" ТипСветофора = "Линзовый" КолОг = "5" ТипМачты = "железобетонная"/>
S1S3		<Из. Стык Ордината = "795" /> <Участок пути/> <Стрелка Наименование = "7" Ордината = "677" ТипСтрПеревода = "скоростной" ТипСердечника = "усиленный" /> <Участок пути/> <Стрелка Наименование = "9" Ордината = "722" ТипСтрПеревода = "обыкновенный" ТипСердечника = "обыкновенный" /> <Участок пути/> <Из. стык/>

Согласно ЯПО элементы СПС являются буквами этого языка (см. табл. 1). Если рассмотреть элементы, входящие в одну изолированную бесстрелочную или стрелочно-путевую секцию, то видно, что из соответствующих букв элементов образуются слова ЯПО (табл. 3). В таблице курсивом выделены атрибуты XML.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ЯПО В МОДУЛЕ СИНТЕЗА ТАБЛИЦЫ ВЗАИМОЗАВИСИМОСТИ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ

■ При проектировании систем ЭЦ одним из основных документов наряду со схематическим планом с сигнализированием является таблица взаимозависимости положения стрелок и сигналов (ТВЗ). Она содержит всю информацию о включенных в централизацию поездных и маневровых маршрутах, негабаритных

Таблица 4

Название элементов и XML элементов	Описание	Атрибуты
<ЗамСтрелки Подэлемент: Стрелка	Стрелки, имеющие замедление на размыкание	—
ДопЗамСтрелки Подэлемент: Стрелка	Стрелки, которые дополнительно замыкаются для предотвращения взреза при угловых заездах	—
Негабаритности Охранности Подэлемент: Стрелка	Таблица негабаритности и охранных стрелок	—

Таблица 4. Продолжение

Название элементов и XML элементов	Описание	Атрибуты
Маршруты Подэлемент: Маршрут	Список маршрутов	—
Маршрут Подэлементы: СекцииМаршрута, Светофоры, ИсходящиеМаршруты, ВходящиеМаршруты (табл. 5)	Маршрут	id, НомерВТаблице, Исключаемый, Категория, Вид, СпособЗаданияКонца, СпособЗадания, Имя, Длина, ID_SvF, Name_SvF, ID_SvTo, Name_SvTo, ID_PutF, Name_PutF, ID_PutTo, Name_PutTo, ID_SvBe, Name_SvBe
СоставныеМаршруты Подэлемент: СоставнойМаршрут	Список составных маршрутов (безостановочных пропусков)	—
СоставнойМаршрут Подэлемент: Маршрут	Составной маршрут	
МатрицаВраждебности Подэлемент: Враждебность	Матрица враждебных маршрутов	
Враждебность	Условия враждебности двух маршрутов	M1, M2, Тип
Сигнализации Извещения Подэлемент: ЭлементСигнализации	Расчеты параметров систем сигнализации извещения переездов, пешеходных дорожек и др.	
ЭлементСигнализации Подэлемент: РасчетныйМаршрут	Расчетные параметры переездной сигнализации	ID_Ref, Name_Ref, ВремяИзвРасч, ТипБлокаВыдержки

участках, вариантах управления стрелками, показаниях светофоров в маршрутах, параметрах работы переездной, оповестительной сигнализации, а также другие сведения, касающиеся основных элементов ЭЦ. Этой таблице должны полностью соответствовать все схемные и программные решения, реализуемые системой ЭЦ.

Для автоматизированного формирования цифровой модели ТВЗ требуется представленный в электронном виде схематический план станции, также разработанный с полным соблюдением семантики и синтаксиса ЯПО, реализованного в ОФТД. На основе СПС при помощи специального, входящего в состав АРМ ВТД и АРМ ПТД модуля, можно синтезировать ТВЗ. Для описания цифровой модели таблицы взаимозависимости предусмотрены специальные параметры – это атрибуты, описанные на языке XML (табл. 4). Подэлементы маршрута с описанием указаны в табл. 5.

В ЯПО элементы СПС являются буквами. Состоящие из этих элементов изолированные секции – это слова, а состоящие из секций маршруты – предложения. Структура маршрута, представленная в виде предложения ЯПО, показана на рис. 3.

В табл. 6 приведены примеры предложений ЯПО для маршрутов основных технологических операций на станции: приема <МПР>; отправления <МОТ>; передачи <МПЕ>; маневровых маршрутов <ММА>, грамматика которых уже описана [1].

Таблица 5

Название XML элемента	Описание	Атрибуты
СекцииМаршрута Подэлемент: СекцияМаршрута	Список секций маршрута	-
СекцияМаршрута Подэлементы: УчастокПути, Из.Стык, Стрелка	Секции в маршруте	ID_Ref, Name_Ref, Назначения, Тип, Длина
УчастокПути	Ссылка на участок пути	ID_Ref, Name_Ref
ИзолирующийСтык	Ссылка на изолирующий стык	ID_Ref, Name_Ref
Стрелка	Ссылка на стрелку	ID_Ref, Name_Ref, ИмяВМаршруте, Положение, ВтораяИзСпаренных

Название XML элемента	Описание	Атрибуты
Светофоры Подэлемент: Светофор	Список светофоров	-
Светофор Подэлемент: Показания	Попутный светофор и его показания	ID_Ref, Name_Ref
Показания Подэлемент: Огонь	Показания светофора	-
Огонь	Показания огня светофора	Показ, Мигание

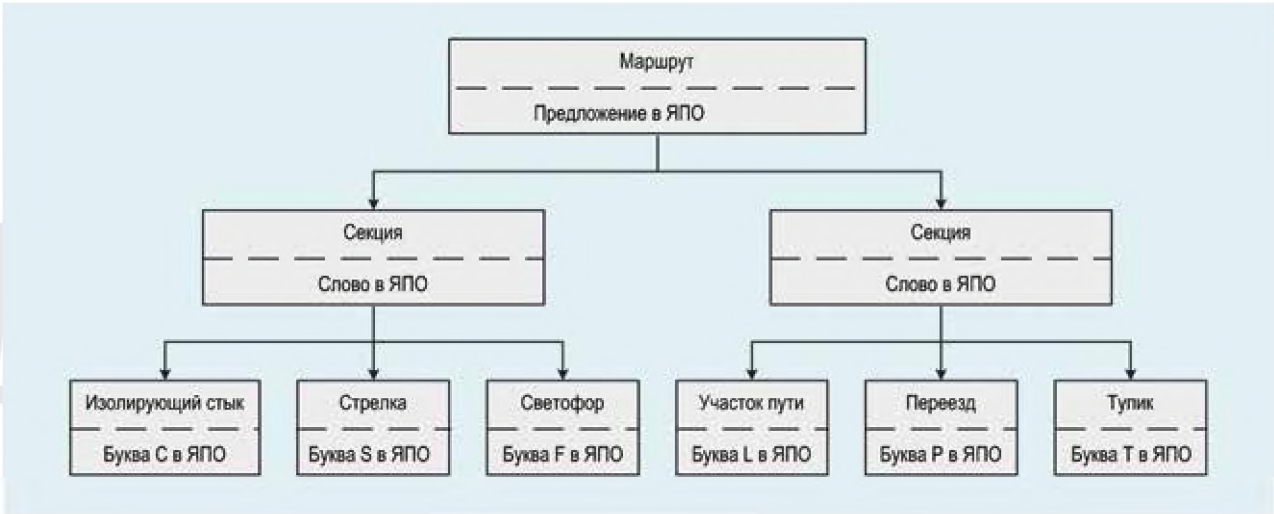
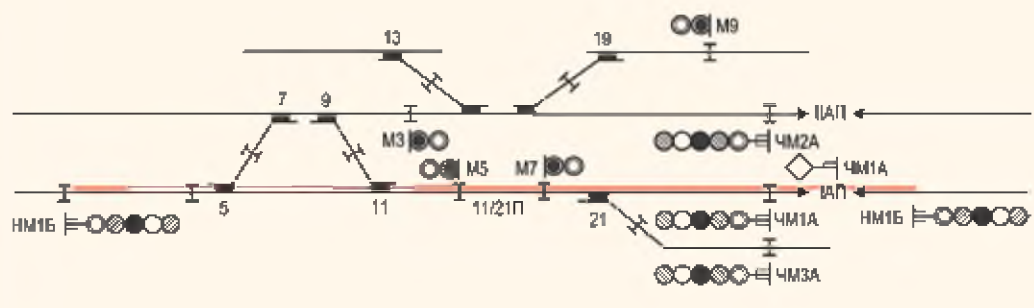
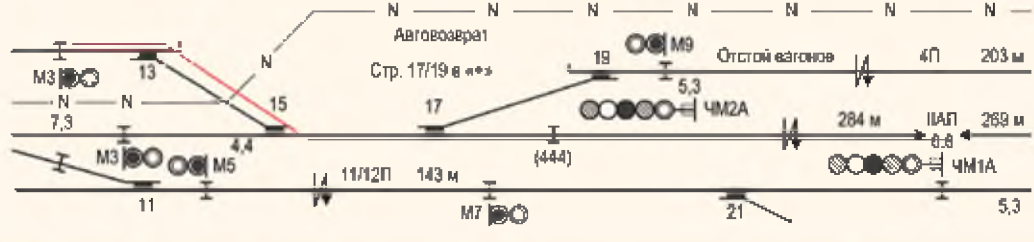


РИС. 3

Таблица 6

XML описание ТВЗ	
Графика	XML
<p>Маршрут приема – <МПР> ЯПО: FS3S2CLCF</p>	<p><Из. стык/> <Светофор/> <Участок пути/> <Стрелка/> <Участок пути/> <Из. стык/> <Участок пути/> <Стрелка/> <Участок пути/> <Из. стык/> <Участок пути/> <Светофор/></p>
<p>Маршрут отправления – <МОТ> ЯПО: CLFCS3CFLC</p>	<p><Из. стык/> <Светофор/> <Участок пути/> <Из. стык/> <Участок пути/> <Стрелка/> <Участок пути/> <Из. стык/> <Участок пути/> <Светофор/> <Из. стык/></p>

XML описание ТВЗ	
Графика	XML
<p>Маршрут передачи <МПЕ> ЯПО: CFLCS2S4FCLCFS3CLCF</p> 	<p><Из. стык/> <Светофор/> <Участок пути/> <Из. стык/> <Участок пути/> <Стрелка/> <Участок пути/> <Стрелка/> <Участок пути/> <Из. стык/> <Участок пути/> <Светофор/> <Участок пути/> <Стрелка/> <Участок пути/> <Из. стык/> <Участок пути/> <Светофор/></p>
<p>Маневровый маршрут <ММА> ЯПО: S2S4eFCLC</p> 	<p><Из. стык/> <Светофор/> <Участок пути/> <Стрелка/> <Участок пути/> <Стрелка/> <Участок пути/> <Из. стык/> <Участок пути/></p>

Таким образом, становится очевидным необходимость полного соответствия символов и параметрического описания ЯПО элементам и атрибутам XML описания схематических планов станций и таблиц взаимозависимости. Благодаря этому появляется возможность формализации программной обработки графических (СПС) и табличных (ТВЗ) технических документов в автоматическом режиме путем анализа текста XML описания. Кроме того, это позволяет продуктивно применять методы синтаксического и семантического анализа для проверки корректности технических документов. Наиболее эффективен подобный подход для анализа и обеспечения функциональной безопасности ЖАТ. Этой теме авторы планируют посвятить следующие статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Василенко М.Н., Василенко П.А., Тележенко Т.А. Принципы построения и области применения языка описания путевых объектов железнодорожной автоматики и телемеханики // Автоматика, связь, информатика. 2020. № 5. С. 25–32, № 7. С. 19–22.
2. Василенко М.Н. Теория и методы анализа качества функционирования автоматизированных технологических комплексов на железнодорожном транспорте : дис. ... доктора техн. наук : 05.22.08 / место защиты : ПИИТ. СПб., 1993. 332 с.
3. Василенко М.Н., Кононов В.А., Тумин М.Я. Язык проектирования путевых объектов железнодорожной автоматики и телемеханики // ПИИТ. Л., 1992. 25 с. Деп. ТЭИ МПС 12.01.93; № 5794.
4. Тележенко Т.А. Методы и алгоритмы сокращения ошибок проектов железнодорожной автоматики и телеме-

ханики : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.08 / место защиты : ПГУПС. СПб., 2009. 173 с.

5. Отраслевой формат технической документации на устройства СЦБ / М.Н. Василенко, В.Г. Трохов, П.Е. Булавский, О.А. Максименко // Автоматика, связь, информатика. 2003. № 4. С. 9–11.

6. Булавский П.Е. Теория и методы управления транспортными технологическими процессами на основе электронной технической документации железнодорожной автоматики и телемеханики : дис. ... доктора техн. наук : 05.22.08 / место защиты : ПГУПС. СПб., 2011. 373 с.

7. Седых Д.В., Зуев Д.В., Гордон М.А. Отраслевой формат технической документации на устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Часть 1. Концепция создания // Автоматика на транспорте. 2017. Т. 3, № 1. С. 112–128.

8. Седых Д.В., Зуев Д.В., Гордон М.А. Отраслевой формат технической документации на устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Часть 2. Сравнение с форматом railmk® // Автоматика на транспорте. 2017. Т. 3, № 2. С. 270–279.

9. Седых Д.В., Зуев Д.В., Гордон М.А. Отраслевой формат технической документации на устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Часть 3. Структура и содержимое // Автоматика на транспорте. 2017. Т. 3, № 3. С. 399–413.

10. Седых Д.В., Зуев Д.В., Гордон М.А. Отраслевой формат технической документации на устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Часть 4. Представление элементов // Автоматика на транспорте. 2017. Т. 3, № 4. С. 563–577.

11. Седых Д.В., Зуев Д.В., Гордон М.А. Отраслевой формат технической документации на устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Часть 5. Представление планов станций // Автоматика на транспорте. 2018. Т. 4, № 1. С. 66–87.