

только мощность предполагаемых терминалов, но и связанность (притягательность) системных объектов – терминала и потребителей. Чем выше степень притягательности в системе, тем более эффективны инвестиции в развитие транспортных связей ТТС, более высоки в перспективе уровень развития складской инфраструктуры и ее эффективное использование.

Библиографический список

1. [http://www. transportrussia.ru](http://www.transportrussia.ru).
2. **Развитие** железнодорожной инфраструктуры на подходах к портам Азово-Черноморского бассейна на перспективу до 2015 г. / В. Б. Воробьев // Железнодорожный транспорт. – 2008. – № 1. – С. 28–36.
3. **Парадоксы** новой стратегии развития / А. В. Лазарев // РЖД-Партнёр; Порт. – 2004. – № 1. – С. 6–8.
3. **Определение** термина «сухой порт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.seanews.ru/discussion / discussion.asp?discussionID=60070](http://www.seanews.ru/discussion/discussion.asp?discussionID=60070).
4. **Взаимодействие** различных видов транспорта в узлах / Н. В. Правдин, В. Я. Негрей. – М. : Транспорт, 1983. – 296 с.
5. **Новые** формы взаимодействия портов и железных дорог – основа повышения конкурентоспособности транспортного комплекса России / С. В. Козырев // Транспорт; Наука, техника, управление : научный информационный сборник. – 2007. – № 8. – С. 22–24.
6. Где разместить распределительный склад? / А. Г. Мадера // Логистика. – 2004. – № 3. – С. 33.
7. **Интегрированный** логистический подход к транспортным процессам / Л. Б. Миротин, А. Г. Некрасов // Железнодорожный транспорт. – 2004. – № 4. – С. 36–40.
8. **The Tioga Group**. Inland Port Feasibility Study (Task 1&2 Draft Report). Prepared for Southern California Association of Governments. August 4, 2006.

Общетеchnические задачи и пути их решения

УДК 656.25

П. Е. Булавский, С. Б. Мухамедходжаев

ПРОВЕРКА КОРРЕКТНОСТИ СХЕМАТИЧЕСКИХ ПЛАНОВ СТАНЦИЙ С ПОМОЩЬЮ АТРИБУТНОЙ ГРАММАТИКИ

Рассматриваются вопросы формализации проверки корректности схематических планов станций на основе контекстно-свободной атрибутивной грамматики, правила вывода слов и предложений для описания маршрутов таблицы взаимозависимости стрелок и сигналов, которые обеспечивают исключение ошибок на основе синтаксического и семантического анализа схематических планов станций.

схематический план станции, техническая документация, атрибутивная грамматика, отраслевой формат технической документации, атрибутированное дерево разбора, атрибут элемента.

Введение

Зависимость эффективности строительства и производства пусконаладочных работ от корректности создаваемых системами автоматизации проектирования и ведения технической документации документов является их важнейшей особенностью. Для уменьшения количества ошибок необходимо обеспечить контроль технической документации на всех этапах жизненного цикла систем железнодорожной автоматики и телемеханики.

Схематический план станции является основным документом для проектирования электрической централизации стрелок и сигналов (ЭЦ). От корректности схематического плана станции (СПС) в значительной степени зависит время проектирования и корректность всей технической документации по системам ЭЦ [1].

1 Описание путевых объектов железнодорожной автоматики и телемеханики

1.1 Определения атрибутивных грамматик

Формализация описания схематических планов станций с помощью атрибутивной грамматики позволяет автоматизировать процесс построения трансляторов. Это позволяет привести чертеж, сохраняемый в отраслевом формате технической документации на устройства СЦБ (ОФ-ТД) [2], в соответствие с описанием в рамках контекстно-свободной грамматики (КС-грамматики).

Атрибутивные грамматики определяются следующим образом [3]. Пусть G – КС-грамматика: $G = (T, N, P, Z)$, где T, N, P, Z – соответственно множество терминальных символов, нетерминальных символов, множество правил вывода и аксиома грамматики.

Правила вывода КС-грамматики записываются в виде $p: X_0 \rightarrow X_1 \dots X_n(p)$, при этом G – редуцированная КС-грамматика, т.е. в ней нет нетерминальных символов, для которых не существует полного дерева вывода, в которое входит этот нетерминал.

С каждым символом $X \in N \cup T$ связано множество $A(X)$ атрибутов символа X . Некоторые из множеств $A(x)$ могут быть пусты. Запись $a(X)$ означает, что $a \in A(X)$. С каждым правилом вывода $p \in P$ свяжем множество F семантических правил, имеющих следующую форму:

$$a_0 \ i_0 = f p a_0 \ i_0 \ a_1 \ i_1 \ , \dots, a_j \ i_j \ ,$$

где $i_k \in [0, n_p]$ – номер символа правила p , а $a_k(i_k)$ – атрибут символа Xi_k , т. е. $a_k i_k \in A Xi_k$.

В таком случае будем говорить, что $a_0(i_0)$ зависит от $a_1(i_1), \dots, a_j(i_j)$ или что $a_0(i_0)$ вычисляется по $a_1(i_1), \dots, a_j(i_j)$. В частном случае j может быть равно нулю, тогда будем говорить, что атрибут $a_0(i_0)$ получает в качестве значения константу.

КС-грамматики, каждому символу которых поставлено в соответствие множество атрибутов, а каждому правилу вывода – множество семантических правил, называются атрибутными грамматиками (AG) [3].

Атрибут $a(X_0)$ называется синтезируемым, если одному из правил вывода $p: X_0 \rightarrow X_1 \dots X_{n_p}$ поставлено в соответствие семантическое правило $a_0 = fa_1 a_2 \dots$. Атрибут $a(X_i)$ называется наследуемым, если одному из правил вывода $p: X_0 \rightarrow X_1 \dots X_{n_p}$ поставлено в соответствие семантическое правило $a_i = fa_i a_{i+1} \dots$, $i \in [1, n_p]$. Множество синтезируемых атрибутов символа X обозначим через $S(X)$, наследуемых атрибутов – через $I(X)$. Будем считать, что значения атрибутов терминальных символов – константы, т. е. их значения определены, но для них нет семантических правил, определяющих их значения [3].

Каждый символ имеет список присущих ему атрибутов. Приведем примеры синтезируемого и наследуемого атрибута:

$b_2 F = fb_2 b_{16} b_{15}$ означает, что атрибут «тип мачты» (b_2) светофора определяется через синтезируемые атрибуты «ширина междупутья» (b_{16}) и «место установки» (b_{15});

$I F = fF b_3 b_5 b_{12}$ – элемент «светофор» имеет наследуемые атрибуты «количество огней», «пригласительный», «габарит 3100»;

$d_{11} L = fd_{11} d_3 d_{10}$ – атрибут «вид блокировки» (d_{11}) для участка пути определяется через синтезируемые атрибуты «номер примыкания» (d_3) и «изображение показания АЛС» (d_{10});

$I L = fL d_1 d_2 d_9$ – элемент «участок пути» имеет наследуемые атрибуты «специализация», «состав пути», «направление АЛС».

Атрибуты ($b_2, b_3, b_5, b_{12}, b_{15}, b_{16}, d_1, d_2, d_3, d_9, d_{10}, d_{11}$) элементов «светофор» и «участок пути» соответствуют отраслевому формату технической документации на устройства СЦБ (ОФ-ТД) [2].

1.2 Описание элементов схематического плана на языке проектирования путевых объектов

На основе схематического плана станции формируются все чертежи проекта: таблицы зависимостей, двухниточный план, кабельные сети и пр. Для описания схематического плана станции необходимо разработать язык проектирования путевых объектов (ЯППО) [4]. Каждый элемент имеет

большое количество атрибутов, как используемых, так и не используемых при построении схематических планов станции.

Основными базовыми элементами, образующими топологию плана станции, являются стрелка, светофор, изолирующий стык, участок пути, тупик или любая нецентрализованная зона, переезд. Условно обозначим каждый основной базовый элемент заглавной буквой латинского алфавита (табл. 1) [5].

ТАБЛИЦА 1. Основные базовые элементы схематического плана станции

№	Буква	Смысловое значение	Графическое обозначение
1	S	Стрелка	
2	F	Светофор	
3	C	Изолирующий стык	
4	L	Участок пути	
5	T	Тупик или нецентрализованная зона	
6	P	Переезд	

Указанные элементы составляют алфавит ЯППО. Определения букв, слов и предложений ЯППО даны в [5].

1.3 Определение правил вывода слов и предложений

Теорию повторяющихся закономерностей построения предложений будем называть синтаксической структурой языка или его грамматикой.

Составление слов основывается на следующих правилах:

- ✓ в слове должен быть хотя бы один изолирующий стык (буква «C»);
- ✓ слово должно состоять минимум из трех букв алфавита;
- ✓ последовательность букв не должна меняться.

Предложения на ЯППО описывают все возможные варианты маршрута схематического плана станции. При составлении предложения выполняются следующие правила:

- ✓ в предложении присутствует хотя бы одна буква «F» («светофор»);
- ✓ первыми и последними буквами в предложении являются буквы «L» («участок пути»);
- ✓ предложения должны состоять из нескольких слов;
- ✓ в предложении должны быть комбинации букв CF или FC;
- ✓ в предложении не могут находиться рядом буквы «L».

Эти правила позволяют описывать все поездные маршруты схематического плана станции на ЯППО.

2 Описание проверки схематического плана

По схематическому плану станции должны быть составлены следующие основные таблицы, определяющие взаимозависимости маршрутов, стрелок и светофоров:

- ✓ основных поездных маршрутов;
- ✓ вариантных поездных маршрутов;
- ✓ маневровых маршрутов;
- ✓ исключаемых маршрутов;
- ✓ негабаритных стрелочных участков и стрелок, не участвующих, но контролируемых в маршруте;
- ✓ стрелок, имеющих замедление на размыкание или автовозврат в исходное положение;
- ✓ взаимозависимости сигнальных показаний светофоров.

Для описания маршрутизированных передвижений по станции с помощью атрибутной КС-грамматики следует выделить следующие элементы путевого развития: изолирующий стык (одиначный и в створе со светофором), изолированный участок пути, стрелочно-путевая секция, тупик или любая другая нецентрализованная зона, участок пути с переездом.

Рассмотрим составление предложений ЯППО схематических планов станции в терминах атрибутной КС-грамматики на примере горловины станции (рис. 1).

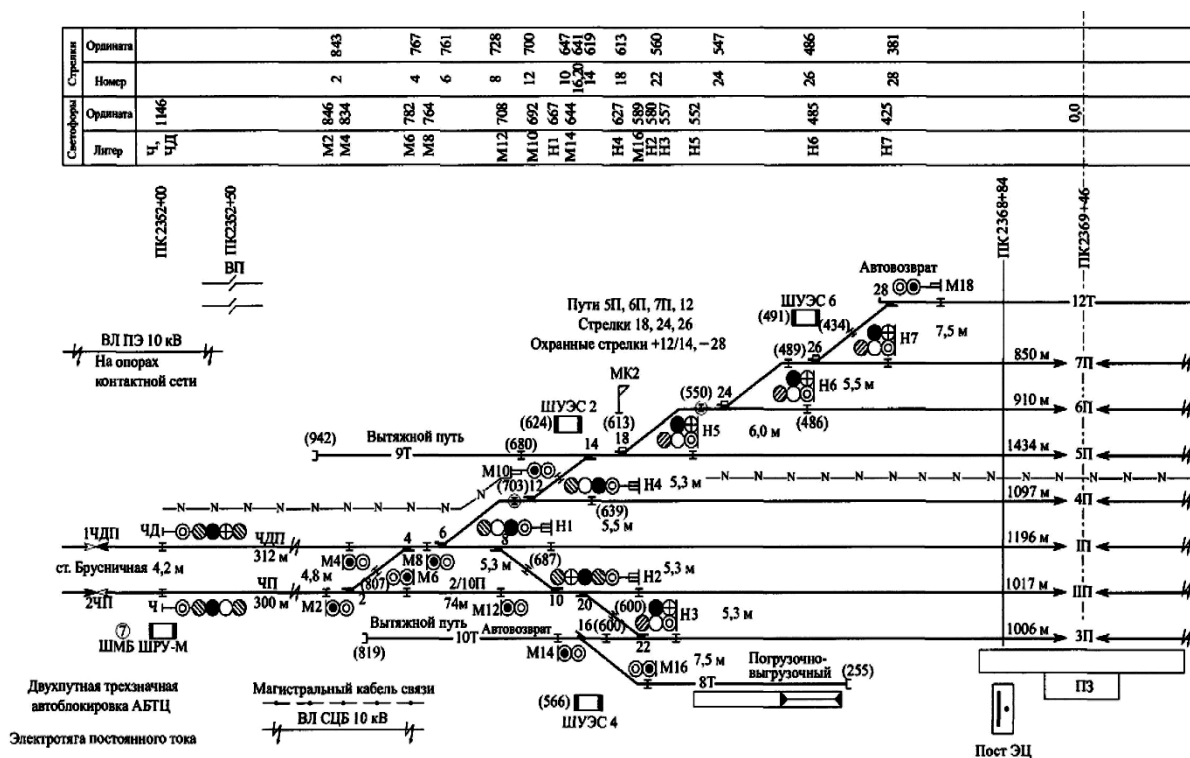


Рис. 1. Четная горловина станции

Далее приведены таблица основных поездных маршрутов (табл. 2) и таблица взаимозависимости (табл. 3).

ТАБЛИЦА 2. Основные поездные маршруты четной горловины

Направление	Номер маршрута	Наименование маршрута	Литература светофора	Стрелки									
				2/4	6	8/10	12/14	16	18	20/22	24	26	28
Прием с 2ЧП	1	На путь ИП	Ч	–	+	+	(+)						
	2	На путь ИП	Ч	+		+				+			
	3	На путь 3П	Ч	+		+		(+)		–			
	4	На путь 4П	Ч	–	–	(+)	+						
	5	На путь 5П	Ч	–	–	(+)	–						(+)
	6	На путь 6П	Ч	–	–	(+)	–		–		+		(+)
	7	На путь 7П	Ч	–	–	(+)	–		–		–	+	(+)

ТАБЛИЦА 3. Взаимозависимость сигнальных показаний станционных светофоров в четном направлении

№ п/п	Маршруты	Направление движения – четное					
		Сигнальные показания светофоров					
		Ч	ЧД	Ч1	Ч2	Ч3	Ч4, Ч5 Ч6, Ч7
1	Безостановочный пропуск по пути ИП на ст. Кордон на 2НДП (основной маршрут)	○			○ или		
2	Безостановочный пропуск по пути ИП на ст. Кордон на 2НДП (вариантный маршрут)				○ или		
3	Безостановочный пропуск по пути 3П на ст. Кордон на 2НДП (основной и вариантный маршрут)					○ или	
4	Прием на путь ИП				● или		
5	Прием на пути ИП, 3П, 4П, 5П, 6П, 7П			Л ю б о е		● или	Л ю б о е

6	Прием на путь III с неправильного пути ПЧДП со ст. Брусничная			Л ю б о е			
---	---	---	---	-----------------------	--	--	--

Слова, составленные с помощью букв латинского алфавита, повторяются в некоторых маршрутах таблицы взаимозависимости. Поэтому для упрощения задач условно преобразуем некоторые слова в макросы. Например, L-F-C-L-F-C = M1 – часть маршрута до первого попутного светофора. Слова, обозначенные макросами, выглядят следующим образом:

L-F-C-L-C-S = M2;

F-C-L = M3;

L-C-F-L-C-F = M4;

S(–)-C-S(–) = M5;

S(+)-C-S(+) = M6.

Значение слов, состоящих из цепочек букв; основные поездные маршруты в терминах ЯППО; взаимосвязь сигнальных показаний станционных светофоров в терминах ЯППО представлены в табл. 4–6 соответственно.

ТАБЛИЦА 4. Значение слов состоящих из цепочек букв

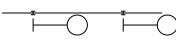
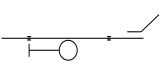
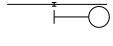
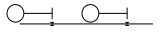
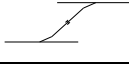
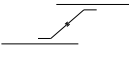
Обозначение слова	Цепочка букв	Смысловое значение	Графическое обозначение
M1	L-C-F-L-C-F	Участок пути между светофорами в направлении маршрута следования	
M2	L-F-C-L-C-S	Участок пути между светофорами и стрелками	
M3	C-F-L	Светофор, установленный в створе с изолирующим стыком	
M4	L-F-C-L-F-C	Участок пути между светофорами навстречу маршруту следования	
M5	S(–)-C-S(–)	Спаренные стрелки в минусовом положении	
M6	S(+)-C-S(+)	Спаренные стрелки в плюсовом положении	

ТАБЛИЦА 5. Основные поездные маршруты в терминах ЯППО











Направление	Номер маршрута	Наименование маршрута	Литература светофора	Стрелки S									
				S (2/4)	S6	S 8/10	S 12/14	S 16	S 18	S 20/22	S 24	S 26	S 28
↺	1	На путь L	F (Ч)	–	+	+	(+)						

		(III)											
2	На путь L (III)	F (Ч)	+		+				+				
3	На путь L (3П)	F (Ч)	+		+		(+)		–				
4	На путь L (4П)	F (Ч)	–	–	(+)	+							
5	На путь L (5П)	F (Ч)	–	–	(+)	–							(+)
6	На путь L (6П)	F (Ч)	–	–	(+)	–		–		+			(+)
7	На путь L (7П)	F (Ч)	–	–	(+)	–		–		–	+		(+)

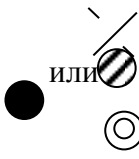

Если имеется атрибутная грамматика AG и цепочка, принадлежащая языку, определяемому G , то можно построить дерево разбора этой цепочки в грамматике G . В этом дереве каждая вершина помечена символом грамматики G . Припишем теперь каждой вершине множество атрибутов, поставленных в соответствие символу, которым помечена эта вершина. Атрибуты, поставленные в соответствие вхождением символов в дерево разбора, называются вхождениями атрибутов в дерево разбора, а дерево с сопоставленными каждой вершине атрибутами – атрибутированным деревом разбора [3].

На рис. 2 представлено атрибутированное дерево разбора для фрагмента схематического плана станции. В данном примере вершиной дерева является элемент L (участок пути от которого записываются маршруты).

ТАБЛИЦА 6. Взаимозависимость сигнальных показаний станционных светофоров в терминах ЯППО

№	Маршруты	Направление движения – четное					
		Сигнальные показания светофоров					
		Ч	ЧД	Ч1	Ч2	Ч3	Ч4, Ч5 Ч6, Ч7
1	M1-S(+2)-M2-S(+10)-L-S(+20)-M3-F-C-S(+15)-L-S(+9)-M3-C-F-S(+1)-2M3	○			○ или 		
2	тоже самое	 			○ или 		
3	M1-S(+2)-L-F-C-L-C-S(+10)-L-M5-F-C-L-C-F-S(–15)-L-S(+9)-C-F-L-C-F-S(+1)-2M3	 				○ или 	
4	M1-S(+2)-L-F-C-L-C-S(+10)-L-S(+20)-M3				● или  		
5	M1-M5-L-C-S(+6)-L-S(+8)-F-C-L,			Л			Л



	M1-S(+2)-M4-S(+10)-L-M5-F-C-L, M1-M5-L-C-S(-6)-C-L-S(+12)-L-C-F-L, M1-M5-L-C-S(-6)-C-L-M5-L-S(+18)- M3, M1-M5-L-C-S(-6)-C-L-M5-L-S (-18)-C-L-S(+24)-M3, M1-M5-L-C-S (-6)-C-L-M5-L-S(-18)-C-L-S(-24)-C-L- S(+26)-M3			Ю б о е			Ю б о е
6	M1-L-S(+4)-L-S(+6)-L-S(+8)-C-L		Л Ю б о е				

Рассмотрим описание проверки СПС в терминах атрибутной КС-грамматики на примере атрибутированного дерева разбора. В скобках после буквы алфавита необходимо указывать имя каждого элемента, если такое имеется. Маршруту отправления с пути 5П на 2НДП соответствует следующее предложение: L(5П)-F(Ч5)-C-S(+19)-L(19СП)-C-S(+13)-L(11-13СП)-S(-11)-C-S(-5)-L(3-5СП)-S(-3)-C-S(-1)-L(1СП)-C-F(М1)-L(НДП)-C-F(НД)-L(2НДП).

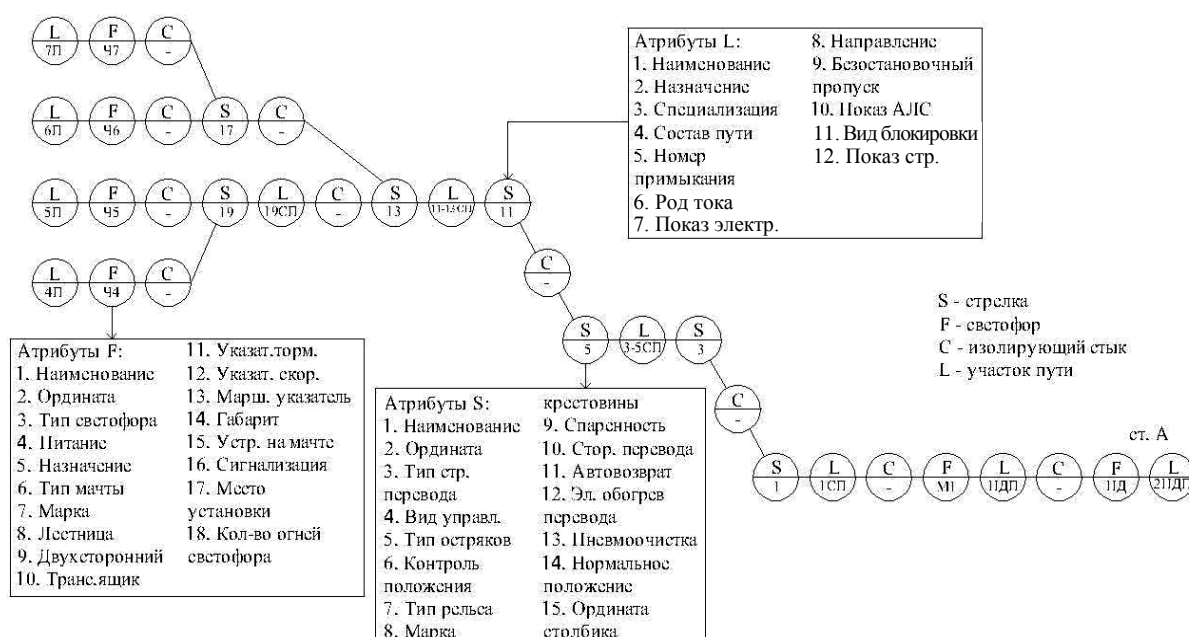


Рис. 2. Атрибутированное дерево разбора

Заключение

Формализация проверки корректности схематических планов станций с помощью атрибутных КС-грамматик позволяет обеспечить формализацию проверки корректности технической документации, получаемой и изменяемой в процессе электронного документооборота; исключение ошибок на основе синтаксического и семантического анализа схематических планов станций; формализацию процессов разработки,

проектирования и контроля качества технической документации.

Библиографический список

1. **Эксплуатационные** основы автоматики и телемеханики : учебник для вузов ж.-д. транспорта / Вл. В. Сапожников, И. М. Кокурин, В. А. Кононов, А. А. Лыков, А. Б. Никитин; под ред. Вл. В. Сапожникова. – М. : Транспорт, 2006. – 248 с.
2. **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.
3. **Теория** и реализация языков программирования / В. А. Серебряков, М. П. Галочкин, Д. Р. Гончар, М. Г. Фуругян. – М. : МЗ-Пресс, 2006. – 357 с.
4. **Теория** и методы анализа качества функционирования автоматизированных технологических комплексов на железнодорожном транспорте : дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.08 : защищена 27.05.93 : утв. 14.01.94 / Василенко Михаил Николаевич. – СПб., 1993. – 332 с. – Библиогр. : с. 270–296.
5. **Методы** и алгоритмы сокращения ошибок проектов железнодорожной автоматики и телемеханики : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.08 : защищена 13.11.09 : утв. 12.03.10 / Тележенко Татьяна Александровна. – СПб., 2009. – 173 с. – Библиогр. : с. 121–129.

УДК 656.254.7

А. С. Ванчиков, А. К. Канаев, В. В. Яковлев

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕДАЧИ ПАКЕТОВ С ВРЕМЕННЫМИ МЕТКАМИ В IP-СЕТИ

В статье представлена разработанная авторами имитационная модель и результаты моделирования процесса передачи пакетов с временными метками в IP-сети. Приведены результаты расчета величины задержки пакетов с временными метками с использованием математического аппарата робастных оценок. Даются рекомендации по использованию возможных механизмов противодействия влиянию состояний IP-сети на качество передаваемого сигнала синхронизации.

имитационное моделирование, синхронизация, IP-сеть.

Введение

Сеть синхронизации является одной из основных подсистем современной телекоммуникационной сети (ТКС) железнодорожного транспорта. В результате появления в составе ТКС разнородных технологий (*PDH*, *SDH*, *IP*) одним из ключевых вопросов становится передача сигналов синхронизации через участки, образованные в результате применения технологии *IP*, особенно в условиях множественных отказов вследствие различных аварийных режимов [1, 2].