

4. **Как нам дорог «Сапсан»** // Санкт-Петербургские ведомости. – 2010. – 25 янв.

5. **«Сапсанов»** станет вдвое больше / Н. Ковалова // Санкт-Петербургские ведомости. – 2011. – 26 дек. – С. 4.

6. **Обоснование** инвестиций в ТЭО проектирования и строительства ВСМ Санкт-Петербург – Москва. Отчет о НИР. Дог. № 570 от 01.09.2005 г. между ПГУПС и РАО «ВСМ». – СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2005. – С. 14.

7. **Разработка** концепции развития высокоскоростного движения пассажирских поездов в Российской Федерации. Отчет о НИР № 555, гос. контракт № 94/138-03-2007 от 05.11.2007 г. между ПГУПС и Минтранс РФ. – СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2007.

8. **Генеральная схема** развития железнодорожного и морского транспорта Северо-Западного региона на перспективу до 2020 г. – М. : ГипротрансТЭИ ОАО «РЖД», 2005. – С. 15.

9. **От Петербурга** до Москвы за 2,5 часа. С комфортом по ВСМ / А. Долгошева // Санкт-Петербургские ведомости. – 2012. – 16 янв. – С. 6.

10. **Качество** скорости. Материалы доклада президента ОАО «РЖД» В. Якунина на VIII Всемирном конгрессе по высокоскоростному железнодорожному транспорту в Филадельфии (США) / И. Баскаков, Л. Григорьев // Гудок. – 2012. – 13 июля. – С. 3.

11. **Данные** Федеральной службы государственной статистики России (Росстата), ОАО «РЖД» и ОАО Аэропорта «Пулково» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.sks.ru, www.pulkovoairport.ru.

УДК 621.39

А. К. Канаев, Е. В. Опарин

Петербургский государственный университет путей сообщения

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ БАЗЫ ДАННЫХ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИИ КАК ЭЛЕМЕНТА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ ТАКТОВОЙ СЕТЕВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ

Рассматриваются вопросы формирования структуры базы данных управляющей информации (*Management Information Base – MIB*) для организации процесса управления сетью тактовой сетевой синхронизации с использованием протокола *SNMP*. Приводится обоснование необходимости разработки самостоятельных *MIB*-файлов для оборудования сети тактовой сетевой синхронизации, предлагаются иерархическая структура *MIB* и варианты реализации *MIB* для оборудования сети тактовой сетевой синхронизации.

Management Information Base, Simple Network Management Protocol, агент, менеджер, тактовая сетевая синхронизация, телекоммуникационная система.

Введение

Предоставление высококачественных услуг железнодорожного транспорта по обеспечению потребностей в перевозках основано на эффективном управлении всеми технологическими процессами и оперативном взаимодействии всех служб и структурных подразделений ОАО «РЖД». Достижение

высокого уровня управления напрямую зависит от состояния телекоммуникационной системы (ТКС), которая должна обеспечивать предоставление услуг заданного качества путём поддержания требуемых показателей надёжности и высокой производительности.

Телекоммуникационные системы в настоящее время входят в число основных и важнейших элементов государственной и корпо-

ративной инфраструктуры, а применительно к компании ОАО «РЖД» стали бизнес-образующим фактором и во многом определяют эффективность её работы, вследствие чего организация устойчивого функционирования ТКС является одним из приоритетных направлений развития ОАО «РЖД» [1, 2].

Устойчивое функционирование ТКС ОАО «РЖД» обеспечивается рядом подсистем, среди наиболее важных – система тактовой сетевой синхронизации (ТСС). Основной задачей системы ТСС является поддержание согласованного взаимодействия всех цифровых устройств (систем передачи, систем коммутации, хранения, обработки, распределения информации, терминального оборудования). Такое согласованное взаимодействие обеспечивается путём формирования и распространения эталонных синхросигналов, необходимых для обеспечения и поддержания синхронной работы всего цифрового оборудования ТКС [1, 2].

Возникновение отказов в ТСС и отклонение характеристик сигналов синхронизации способно привести к значительному ухудшению качества передаваемой информации вплоть до полного отказа в предоставлении телекоммуникационных услуг, а значит, к нарушению перевозочного процесса. В силу указанной особенности важную роль приобретает процесс управления сетью ТСС с обеспечением требуемых показателей её функционирования. Наиболее актуальными становятся вопросы управления сетью ТСС в периоды возникновения нарушений в работе ТСС, возникновения отказов, в том числе в результате внешних воздействий. В данных ситуациях требуется восстановление функционирования ТСС для обеспечения устойчивости всей ТКС [1, 2].

1 Организация процесса управления сетью синхронизации с использованием протокола SNMP

Анализ различных подходов к построению интеллектуальной системы управления сетью ТСС показал, что наиболее рациональ-

но использование концепции «менеджер – агент» с применением протокола *SNMP*. В соответствии с данной концепцией управления сетевые элементы классифицируют на менеджеров и агентов. Менеджер представляет собой сервер с прикладным программным обеспечением, способным выполнять задачи по управлению сетью. Менеджер отвечает за опрос устройств сети синхронизации и обработку результатов опроса.

Большинство устройств сети ТСС содержат особые программные элементы (агенты), отслеживающие состояние данных устройств. Агент может представлять собой отдельную программу или элемент операционной системы. Агент предоставляет менеджеру информацию о состоянии контролируемых элементов устройства, отслеживая различные рабочие параметры и характеристики. Когда агент обнаруживает событие, выходящее за пределы существующих норм, он отправляет сообщение (*Trap*). В большинстве устройств есть встроенный *SNMP*-агент с поддержкой стека протоколов *TCP/IP* [3, 4].

Для управления сетью ТСС в качестве менеджера предлагается использовать сервер, расположенный в органах управления (центрах технического управления и технической эксплуатации), отвечающих за функционирование сети синхронизации, агенты же представляют собой аппаратно-программные элементы, установленные внутри объектов сети синхронизации (ПЭГ, ВЗГ, МЗГ, ГСЭ, АРСС и т. д.).

Агенты отслеживают значения характеристик и параметров элементов сети синхронизации. Каждая характеристика или параметр в общем случае представляет собой переменную или массив переменных определённого типа. Агент формирует список таких переменных в зависимости от вида конкретного устройства. Применительно к сети синхронизации такими переменными могут быть переменные, отражающие значения параметров и характеристик устройств сети ТСС (например, состояние выходных интерфейсов ПЭГ, ВЗГ, МЗГ, ГСЭ и другого оборудования, значения параметров синхросигналов, таких как МОВИ, ДВИ, значения пара-

метров дестабилизирующих факторов, воздействующих на оборудование сети ТСС). Агент в своей базе знаний устройства хранит информацию об устройстве и формирует список переменных, в соответствии с данным списком менеджер может извлекать информацию из базы знаний устройства [3, 4].

2 Принципы построения MIB-файлов для организации процесса управления объектами телекоммуникационных систем

В случае запроса со стороны менеджера или передачи *Trap* со стороны агента менеджер должен понимать, информацию какого вида передает агент. Для этого существуют специальные MIB-файлы (*MIB – Management Information Base*), где приводится спецификация переменных, отражающих различные параметры и характеристики устройства [3, 4].

Большинство стандартных параметров и характеристик устройств ТКС, поддерживающих стек протоколов *TCP/IP* (например, таких характеристик и параметров, как скорость интерфейса, число отправленных и принятых байтов, местоположение, контактные сведения и т. д.), определены стандартными MIB (например, *MIB-II RFC 1213*). За публикацию стандартных MIB отвечает группа по стандартам для сети Интернет *IETF (Internet Engineering Task Force)*.

Переменные классифицированы и сведены в иерархическую древовидную структуру. Общий вид данной иерархической структуры приведен на рис. 1 [3, 4].

Самый верхний узел изображенного дерева (см. рис. 1) является корнем, дочерние узлы образуют субдерева. Для обозначения переменной или группы, в которую входит переменная, используется обозначение в виде разделённых точками чисел. В рамках организации системы управления с использованием протокола *SNMP* наибольший интерес представляет группа переменных, входящих в субдерево 1.3.6.1 (*internet*). Из узла *internet* выходят четыре ветви (см. рис. 1). Ветвь *directory* в настоящее время не

используется. Ветвь *mgmt* определяет стандартный набор управляемых переменных. Ветвь *experimental* зарезервирована для тестирования и исследования. Объекты ветви *private* определяются в одностороннем порядке частными организациями и физическими лицами.

На рис. 1 представлена также очень важная группа управления, входящая в субдерево *mib-2*, основные её подгруппы приведены в табл. 1.

Структурирование информации и представление переменных в MIB определяется стандартами *SMI (SMI – Structure of Management Information)*. Структура представления MIB указана в стандартах *The Structure of Management Information Version 1 (SMIv1, RFC 1155)* и *The Structure of Management Information Version 2 (SMIv2, RFC 2578)*, где определяется, как присваиваются имена переменным, и указываются связанные с ними типы данных [3, 4].

В соответствии со стандартами *SMI* определение переменных может содержать три атрибута: имя, тип и синтаксис, кодировку.

Для определения переменных (или массива переменных) в структуре MIB используется несколько типов данных. Согласно стандартам *SMIv1* и *SMIv2*, выделены следующие типы данных, которые в основном используются для управления ТКС: *INTEGER, OCTET STRING, Counter, OBJECT IDENTIFIER, SEQUENCE, SEQUENCE OF, IpAddress, NetworkAddress, Gauge, TimeTicks, Opaque, Unsigned32, Counter64, BITS*. Перечисленные типы данных используются для описания различных видов информации, передаваемой в органы управления ТКС [3, 4].

Указанные типы переменных определяют данные, за которыми закреплена определённая характеристика или параметр. Таким образом, MIB представляет собой логическую группировку переменных в соответствии с их принадлежностью конкретной задаче управления, производителю и т. д.

Однако основные стандарты MIB, разрабатываемые IETF, не охватывают все возможные параметры и состояние всех устройств, а для устройств сети ТСС вообще отсутствуют.

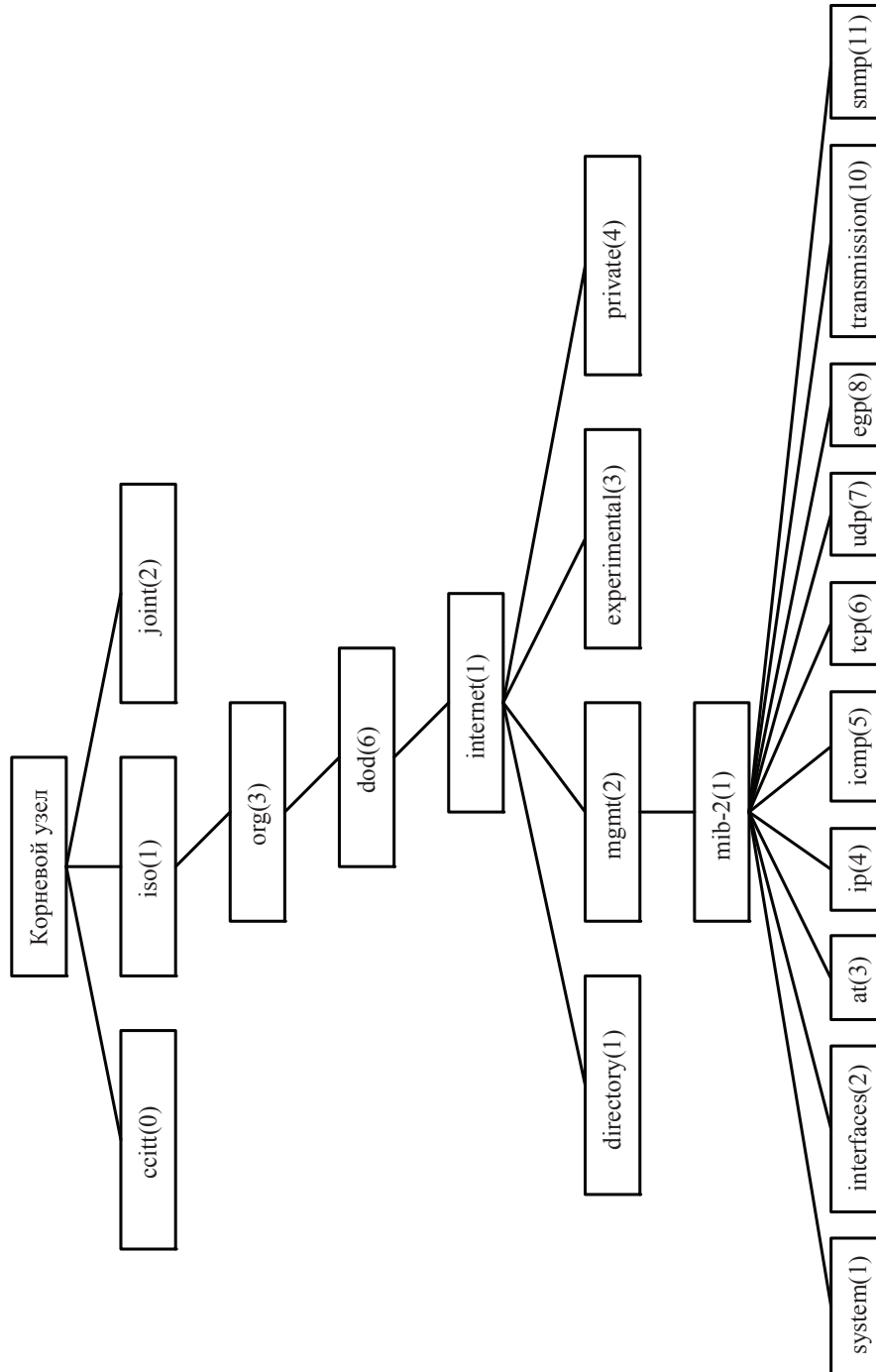


Рис. 1. Иерархическая древовидная структура переменных

ТАБЛИЦА 1. Краткое описание групп *mib-2*

Имя субдерева	<i>OID</i>	Описание
<i>system</i>	<i>1.3.6.1.2.1.1</i>	Данная группа определяет список переменных, относящихся к работе систем в целом, таких как время работы системы, контактная информация и имя системы
<i>interfaces</i>	<i>1.3.6.1.2.1.2</i>	В состав данной группы входят переменные, определяющие состояние каждого интерфейса на управляемой системе (работоспособность и отказы интерфейсов, количество отправленных/полученных байтов, количество ошибок и потерь пакетов и т. д.)
<i>at</i>	<i>1.3.6.1.2.1.3</i>	Группа содержит переменные трансляции адресов
<i>ip</i>	<i>1.3.6.1.2.1.4</i>	Группа включает переменные, отражающие аспекты <i>IP</i> , в том числе <i>IP</i> -маршрутизацию
<i>icmp</i>	<i>1.3.6.1.2.1.5</i>	В состав данной группы входят переменные, отслеживающие ошибки, потери пакетов <i>ICMP</i>
<i>tcp</i>	<i>1.3.6.1.2.1.6</i>	Группа содержит переменные, отслеживающие состояние <i>TCP</i> -соединения
<i>udp</i>	<i>1.3.6.1.2.1.7</i>	Группа содержит переменные, отслеживает статистику <i>UDP</i> , входящие и исходящие датаграммы
<i>egp</i>	<i>1.3.6.1.2.1.8</i>	Группа содержит переменные, отслеживающие различную статистику протокола <i>EGP</i> (<i>Exterior Gateway Protocol</i>) и хранит таблицу соседей <i>EGP</i>
<i>transmission</i>	<i>1.3.6.1.2.1.10</i>	В настоящее время в данной группе переменные не определены, но другие <i>MIB</i> определяются с помощью данного субдерева
<i>snmp</i>	<i>1.3.6.1.2.1.11</i>	Группа содержит переменные, отражающие производительность базовой реализации <i>SNMP</i> в управляемой системе и отслеживает такие параметры, как количество отправленных и полученных <i>SNMP</i> -пакетов

Поэтому в настоящий момент необходима разработка структуры и содержания *MIB* для оборудования сети ТСС.

3 Формирование файлов *MIB* для управления сетью синхронизации телекоммуникационной системы

При формировании файлов *MIB* для управления сетью ТСС предполагается их включение в группу *private*, вследствие того что ветвь *private* является открытой ветвью для регистрации *MIB* (рис. 2). За назначение номеров в ветви *private* отвечает международная

организация *IANA* (*Internet Assigned Numbers Authority*), для файлов *MIB*, предназначенных для сети ТСС, в этой организации был зарегистрирован номер 40584.

За основу организации групп переменных *MIB* для управления сетью ТСС целесообразно взять фреймовую структуру базы знаний интеллектуальной системы поддержки принятия решений системы управления сетью ТСС, разработанную авторами [5, 6].

Фрагмент разработанной группы *MIB* ТСС приведен на рис. 2. Описание групп *MIB*, включающих в себя переменные, отражающие характеристики и параметры устройств сети ТСС, приведено в табл. 2.

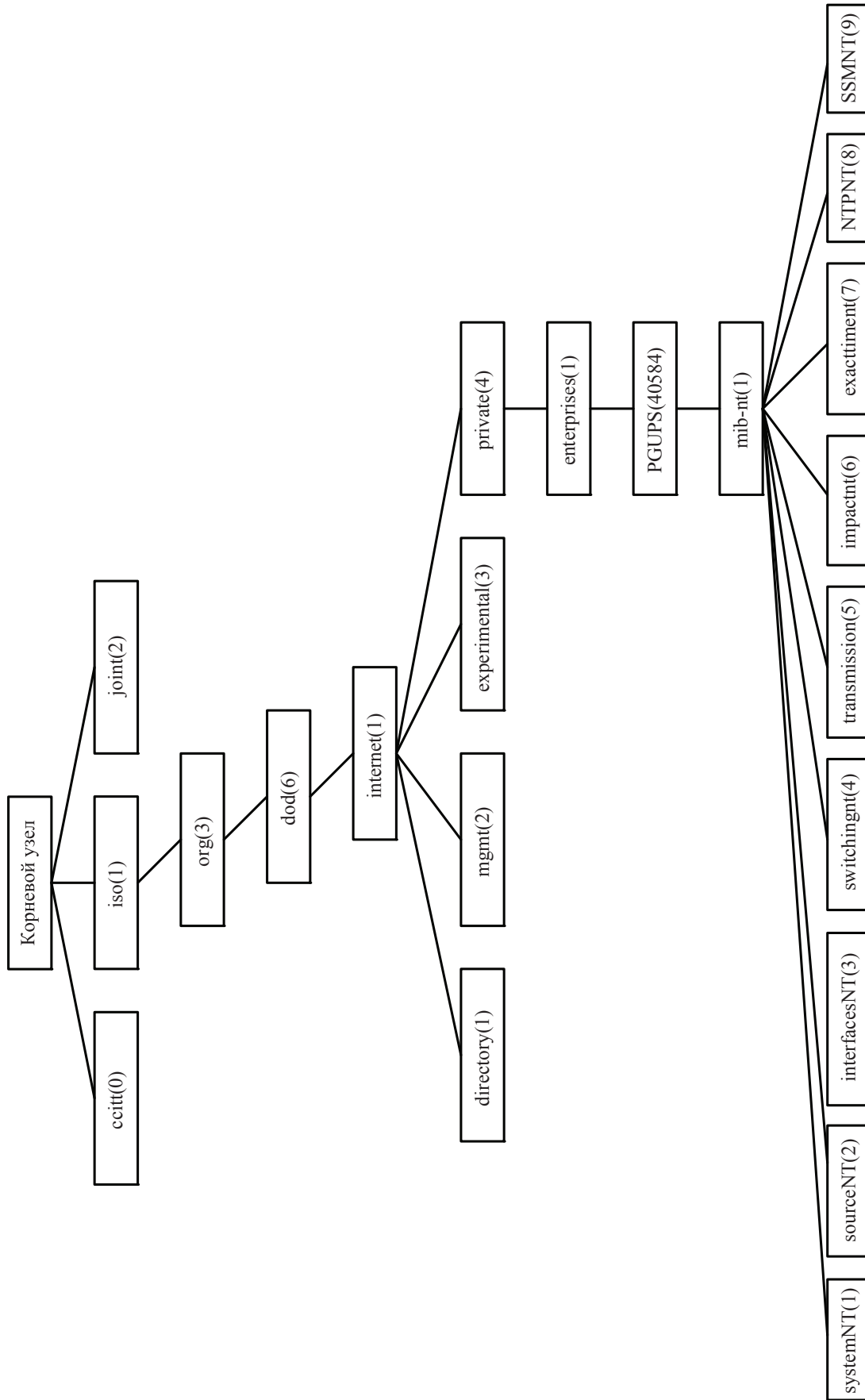


Рис. 2. Фрагмент иерархической структуры переменных, включающий группы переменных для управления сетью ТСС

ТАБЛИЦА 2. Описание групп переменных, отражающих характеристики и параметры устройств сети ТСС

Имя поддерева	<i>OID</i>	Описание
<i>systemNT</i>	<i>1.3.6.1.4.1.40584.1.1</i>	Определяет список основных характеристик устройств сети тактовой сетевой синхронизации
<i>sourceNT</i>	<i>1.3.6.1.4.1.40584.1.2</i>	Определяет основные параметры и характеристики источников сигналов ТСС
<i>interfacesNT</i>	<i>1.3.6.1.4.1.40584.1.3</i>	Включает переменные, отражающие основные параметры интерфейсов устройств сети ТСС
<i>switchingNT</i>	<i>1.3.6.1.4.1.40584.1.4</i>	Определяет основные параметры и характеристики, относящиеся к оборудованию коммутации и распределения сигналов синхронизации
<i>transmissionNT</i>	<i>1.3.6.1.4.1.40584.1.5</i>	Включает основные параметры и характеристики направляющих систем и систем передачи, предназначенных для передачи синхросигналов
<i>impactNT</i>	<i>1.3.6.1.4.1.40584.1.6</i>	Определяет параметры и характеристики основных внутренних и внешних дестабилизирующих факторов
<i>exacttimeNT</i>	<i>1.3.6.1.4.1.40584.1.7</i>	Включает основные переменные, отражающие характеристики оборудования точного времени
<i>NTPNT</i>	<i>1.3.6.1.4.1.40584.1.8</i>	Определяет основные параметры протокола передачи точного времени
<i>SSMNT</i>	<i>1.3.6.1.4.1.40584.1.9</i>	Определяет качество передаваемых сигналов синхронизации

Рассмотрим подробнее поддерево *interfacesNT*, определяющее основные параметры интерфейсов устройств сети ТСС. В указанное поддерево предлагается включить переменные, представленные в табл. 3.

Организация остальных поддерева, представленных в табл. 2, производится аналогичным образом согласно фреймовой структуре базы знаний интеллектуальной системы поддержки принятия решений системы управления сетью ТСС [5, 6].

4 Пример реализации MIB-файла для организации процесса управления сетью ТСС

В качестве примера ниже приведён фрагмент разработанного программного кода MIB-файла, определяющего основные параметры

интерфейсов устройств сети ТСС, совместно с описанием конкретных переменных:

```

MIB DEFINITIONS ::= BEGIN
IMPORTS
  mgmt, NetworkAddress, IpAddress,
  Counter, Gauge,
  TimeTicks
FROM RFC1155-SMI
  OBJECT-TYPE
FROM RFC-1212;
mib-NT      OBJECT IDENTIFIER ::=
             {private}
systemNT    OBJECT IDENTIFIER ::=
             {mib-NT 1}
sourceNT    OBJECT IDENTIFIER ::=
             {mib-NT 2}
interfacesNT OBJECT IDENTIFIER ::=
             {mib-NT 3}
switchingNT OBJECT IDENTIFIER ::=
             {mib-NT 4}

```

trackNT	OBJECT IDENTIFIER ::= {mib-NT 5}	Данная переменная представляет собой значение МОБИ на выходном интерфейсе устройства сети тактовой сетевой синхронизации
impactNT	OBJECT IDENTIFIER ::= {mib-NT 6}	
exacttimeNT	OBJECT IDENTIFIER ::= {mib-NT 7}	::= {interfacesNT 4}
NTPNT	OBJECT IDENTIFIER ::= {mib-NT 8}	intWalkOutputTDEV OBJECT-TYPE SYNTAX Gauge ACCESS read-only STATUS mandatory DESCRIPTION
SSMNT	OBJECT IDENTIFIER ::= {mib-NT 9}	
intRelInstInterOscill	OBJECT-TYPE SYNTAX Gauge ACCESS read-only STATUS mandatory DESCRIPTION	Данная переменная представляет собой значение ДВИ на выходном интерфейсе устройства сети тактовой сетевой синхронизации ::= {interfacesNT 5}
		intJitterInputSignal OBJECT-TYPE SYNTAX Gauge ACCESS read-only STATUS mandatory DESCRIPTION
		Данная переменная представляет собой значение джиттера во входном сигнале устройства сети тактовой сетевой синхронизации ::= {interfacesNT 6}
intWalkInputMTIE	OBJECT-TYPE SYNTAX Gauge ACCESS read-only STATUS mandatory DESCRIPTION	
		intJitterOutputSignal OBJECT-TYPE SYNTAX Gauge ACCESS read-only STATUS mandatory DESCRIPTION
		Данная переменная представляет собой значение джиттера в выходном сигнале устройства сети тактовой сетевой синхронизации ::= {interfacesNT 7}
intWalkInputTDEV	OBJECT-TYPE SYNTAX Gauge ACCESS read-only STATUS mandatory DESCRIPTION	
		intNumberInputInterface OBJECT-TYPE SYNTAX Gauge ACCESS read-only STATUS mandatory DESCRIPTION
		Данная переменная представляет собой число входных интерфейсов синхросигналов устройства ТСС ::= {interfacesNT 8}
intWalkOutputMTIE	OBJECT-TYPE SYNTAX Gauge ACCESS read-only STATUS mandatory DESCRIPTION	intNumberOutputInterface OBJECT-TYPE

SYNTAX Gauge
ACCESS read-only
STATUS mandatory
DESCRIPTION

Данная переменная представляет собой число выходных интерфейсов синхросигналов устройства ТСС

::= {interfacesNT 9}

END

том числе и системы ТСС. Одним из наиболее рациональных и практически наиболее часто используемых способов организации систем управления является способ с использованием концепции «менеджер – агент» на основе протокола *SNMP*. Для функционирования протокола *SNMP* необходимы специальные *MIB*-файлы, однако в настоящий момент они отсутствуют. В данной статье представлены результаты разработки структуры

ТАБЛИЦА 3. Описание переменных, отражающих параметры интерфейсов устройств сети ТСС

Объект	OID	Описание
<i>intRelInstInterOscill</i>	<i>1.3.6.1.4.1.40584.1.3.1</i>	Относительная нестабильность частоты внутреннего генератора
<i>intWalkInputMTIE</i>	<i>1.3.6.1.4.1.40584.1.3.2</i>	Блуждания входных сигналов, выраженные через МОВИ
<i>intWalkInputTDEV</i>	<i>1.3.6.1.4.1.40584.1.3.3</i>	Блуждания входных сигналов, выраженные через ДВИ
<i>intWalkOutputMTIE</i>	<i>1.3.6.1.4.1.40584.1.3.4</i>	Блуждания выходных сигналов, выраженные через МОВИ
<i>intWalkOutputTDEV</i>	<i>1.3.6.1.4.1.40584.1.3.5</i>	Блуждания выходных сигналов, выраженные через ДВИ
<i>intJitterInputSignal</i>	<i>1.3.6.1.4.1.40584.1.3.6</i>	Джиттер во входном сигнале
<i>intJitterOutputSignal</i>	<i>1.3.6.1.4.1.40584.1.3.7</i>	Джиттер в выходном сигнале
<i>intNumberInputInterface</i>	<i>1.3.6.1.4.1.40584.1.3.8</i>	Число входных интерфейсов синхронизации
<i>intNumberOutputInterface</i>	<i>1.3.6.1.4.1.40584.1.3.9</i>	Число выходных интерфейсов синхронизации

При помощи представленного *MIB*-файла возможно организовать взаимодействие менеджеров и агентов сети ТСС по части передачи информации, касающейся контроля и управления интерфейсов оборудования сети ТСС, что в совокупности с реализацией остальных *MIB*-файлов приведет к повышению эффективности управления сетью ТСС.

MIB-файлов для организации процесса управления сетью ТСС, что позволит обеспечить своевременную передачу диагностической информации в органы управления ТСС и будет способствовать обоснованному принятию решений по управлению сетью ТСС.

Библиографический список

1. **Перспективы** создания и развития системы ТСС на цифровой сети ВСС России / Ю. А. Алексеев, М. Н. Колтунов, Г. В. Коновалов // *Электросвязь*. – 2001. – № 6. – С. 29–30.

Заключение

Система управления является обязательным компонентом всех подсистем ТКС, в

2. **Тактовая** сетевая синхронизация / П. Н. Давыдкин, М. Н. Колтунов, А. В. Рыжков. – М. : Эко-Трендз, 2004. – 205 с.

3. **Основы SNMP** / Д. Мауро, К. Шмидт ; пер. с англ. – 2-е изд. – СПб. : Символ-Плюс, 2012. – 520 с. : ил.

4. **Теоретические основы** управления современными телекоммуникационными сетями : монография / А. Н. Буренин, В. И. Курносков. – М. : Наука, 2011. – 464 с.

5. **Построение** фреймовой модели представления знаний в интеллектуальной системе поддержки принятия решений системы управ-

ления сетью тактовой сетевой синхронизации / М. А. Камынина, А. К. Канаев, Е. В. Опарин // Бюллетень результатов научных исследований. – 2012. – № 2. – С. 59–68.

6. **Формирование** базы знаний интеллектуальной системы поддержки принятия решений по управлению сетью тактовой сетевой синхронизации ОАО «РЖД» / М. А. Камынина, А. К. Канаев, Е. В. Опарин // Сборник материалов Второй Международной научно-практической конференции «Интеллектуальные системы на транспорте». – 2012. – С. 238–244.

УДК 629.4.015.3 (075.8)

Н. А. Чурков, А. А. Битюцкий, В. А. Кручек

Петербургский государственный университет путей сообщения

ВЛИЯНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ НА ПОЕЗД

Воздушная среда создает сопротивление движению железнодорожного поезда, величина которого при скорости более 20 км/ч существенно влияет на его тягово-энергетические характеристики. Пренебречь им уже не удастся. Поэтому, управляя параметрами влияния, можно снизить затраты на перевозки. Установлены причинно-следственные связи аэродинамического сопротивления поезда, дающие возможность наметить пути его снижения.

высокоскоростное движение, обычные скорости, сопротивление движению, составляющие аэродинамического сопротивления.

Введение

Влияние воздушной среды на подвижной состав многопланово. Условно его рассматривают в рамках внешней, внутренней и пограничной аэродинамики.

Обычно поезд характеризуется внешней аэродинамикой. Она определяется скоростью движения поезда, его составностью, степенью аэродинамического совершенства вагонов и локомотивов, условиями движения по трассе, состоянием и величиной внешних и внутренних аэродинамических связей в поезде, а также поезда с обустройствами железной дороги, расположенными вблизи нее.

1 Структурные составляющие воздушного сопротивления

Одна из важных аэродинамических характеристик поезда – сопротивление движению. Оно зависит от вида поезда (пассажирский, грузовой или др.), скорости движения, его длины, разновидностей и типов вагонов, последовательности их расположения в составе, а также от вида груза и состояния загрузки вагонов.

Как известно [1, 2], сопротивление воздуха пропорционально квадрату скорости движения поезда. Так, для пассажирского поезда из 20 вагонов при скорости 100 км/ч сопротивление воздуха составляет около 35%, при