**Введение**

Связь – один из наиболее быстро развивающихся элементов инфраструктуры общества. Телекоммуникационные технологии как самостоятельное понятие возникли в середине XX века, но уже сейчас наблюдается их проникновение во все сферы человеческой деятельности. Не осталась в стороне от этого процесса и транспортная система страны.

Основные цели, задачи и пути развития телекоммуникаций определены "Концепцией создания цифровой сети связи МПС России" и программами развития телекоммуникаций железнодорожного транспорта. В соответствии с концепцией, сеть связи Федерального железнодорожного транспорта (ФЖТ) должна иметь свою систему управления, взаимодействующую с системой управления сети общего пользования и являющуюся частью комплексной взаимоувязанной системы управления сетями связи, входящими во взаимоувязанную сеть связи Российской Федерации (ВСС РФ). Система управления сетью связи Федерального железнодорожного транспорта должна соответствовать принятой концепции МСЭ-Т (Рекомендации М.3010, М.3020), отвечать требованиям взаимоувязанной системы управления ВСС РФ.

Особенности построения сети связи железнодорожного транспорта определяются в основном его административной структурой и спецификой управления грузо- и пассажироперевозками, так как по своей сущности транспортная связь является технологической.

Целью сети управления связью (Telecommunication Management Network, TMN) является оказание помощи компаниям-операторам в управлении сетями электросвязи, основным принципом – обеспечение организационной структуры сети для взаимодействия различных типов операционных систем и аппаратуры электросвязи с использованием стандартных протоколов и интерфейсов. Операционные системы осуществляют обработку всей информации, необходимой для выполнения функций управления. Рабочие станции обеспечивают пользовательский интерфейс, посредством которого обслуживающий персонал взаимодействует с сетью управления. Сеть передачи данных предназначена для организации связи между сетевыми элементами, операционными системами и другими компонентами TMN.

Система мониторинга и администрирования (СМА) первичной сети дорожного уровня технологического сегмента должна обеспечивать решение полного комплекса задач, связанных с эксплуатацией первичных сетей связи, построенных на базе аппаратуры различных фирм производителей, на протяжении их жизненного цикла.

СМА обеспечивает выполнение следующих функций:

- мониторинг и администрирование в процессе эксплуатации (техническое обслуживание, восстановление связей, набор статистики, расчеты);

- развитие (анализ качества, прогнозирование, формирование требований к эксплуатационным характеристикам сети и системы управления) [1].

Управление первичной сетью технологического сегмента осуществляется операторами СМА на основании общего контроля (мониторинга) технического состояния первичной сети посредством формирования и выдачи на уровень управления сетью производителя распоряжений (команд) на выполнение определенных процедур предоставления и использования необходимого ресурса сети обеспечиваются на уровне управления сетью производителя путем последующей передачи этих распоряжений в виде настроечных параметров в элементы первичной сети.

Расширенные возможности контроля за всеми элементами сетей управления, а также реставрации и конфигурации в значительной степени повышают и сферу обеспечения услуг. Грамотная организация управления современными сетями связи является одним из основных факторов, определяющих эффективность модернизации сети в целом.

Целью проектирования является разработка системы управления технологическим сегментом сети связи на участке железной дороги, которая позволит быстро и качественно проводить администрирование и мониторинг мультиплексоров SMS-150C, SMS-600V и аппаратуры оперативно-технологической связи "Обь-128Ц".

**1. Основы организации управления связью РФ**

* 1. **Связь РФ как объект управления**

Сети связи, представляющие собой совокупность узлов и линий между ними, предназначены для переноса (транспортировки) сообщений в виде электрических сигналов от источника сообщений к получателю. Для реализации услуг связи недостаточно иметь оптимально построенные сети связи и соответствующее оборудование необходимо создать вспомогательные службы, системы, надстройки над сетью связи, которые в условиях расширяющихся запросов потребителей обеспечили бы ее устойчивое функционирование в течение всего срока существования независимо от длительности срока службы аппаратуры и внешних дестабилизирующих воздействий [2].

К таким надстройкам относятся системы технической эксплуатации, нумерации, тарификации, расчетов за услуги связи и ряд других. Полный перечень систем зависит от конкретного вида сети связи (первичная, вторичная и т.д.). Совокупность этих систем поддерживает транспортную сеть, обеспечивая ее функционирование и необходимый уровень показателей для удовлетворения требований потребителей (рисунок 1.1). Перечисленные «системы поддержки» объединяются общим понятием – система управления, которая неразрывно, в замкнутом контуре с обратной связью, взаимодействует с сетью электросвязи через обусловленные интерфейсы.

Интерфейсы представляют собой устройства (программно-аппаратные средства) для согласования технических средств системы управления, системы технической эксплуатации и сети связи.

Сейчас в отрасли «Связь» роль управления в развитии и совершенствовании сетей значительно повышается. Если ранее управление понималось как составная часть технической эксплуатации наряду с техническим обслуживанием, то в настоящее время, наоборот, управление рассматривается как более широкое понятие, включающее техническую эксплуатацию как составную часть. [2].



Рисунок 1.1 – Система технической эксплуатации в составе системы связи

Иерархия организационных уровней управления, существующая для системы связи Российской Федерации на ближайшую и отдаленную перспективу, представлена на рисунке 1.2.

В основе организации управления Взаимоувязанной сетью связи (ВСС) согласно РД по ВСС РФ должны лежать следующие принципы:

- интеграция функциональных, физических и информационных структур управления;

- создание гибкой архитектуры на основе методологии открытых систем, обеспечивающей возможность реконфигурации и развития системы управления;

- стандартизация компонентов системы управления;

- высокий уровень автоматизации процессов управления;

- применение новейших технологий обработки информации.

В качестве теоретической базы для построения системы управления ВСС принимается концепция сети управления электросвязью TMN, которая, в общем виде, изложена в Рек. МСЭ-Т М.3010. Изложенный в данной рекомендации подход представляет основу для интегрированного управления любыми по структуре, составу и объему сетями электросвязи.



Рисунок 1.2 – Иерархия организационных уровней управления связью

В соответствии с Федеральным Законом «О связи» комплекс сетей электросвязи, входящих в состав ВСС, должен быть обеспечен централизованным управлением. Централизованное управление ВСС должно сочетаться с предоставлением операторам сетей самостоятельности в вопросах управления сетью и услугами связи в пределах их лицензионной территории в повседневных условиях. Исходя из этого, система управления ВСС фактически представляет собой комплекс взаимоувязанных систем управления операторов сетей связи общего и ограниченного пользования. Руководство и управление перечисленными сетями связи в условиях чрезвычайной ситуации (положения), а также общая координация функционирования в повседневных условиях обеспечивается центральными органами управления ВСС [2].

Основу комплекса составляют системы управления операторов сетей общего пользования. Эти сети охватывают территорию всей страны и обслуживают население, организации, учреждения народного хозяйства, а также других потребителей без каких-либо ограничений. При организации управления должна учитываться неравнозначность операторов, которые в зависимости от масштабности сетей и их государственной значимости делятся на операторов сетей связи федерального, зонального и местного значений.

Принадлежность операторов к определенному классу обусловливает особенности организационной структуры их систем управления, а также взаимодействие операторов между собой и с центральными органами управления.

Организационно, каждая система управления сетями (СУС) оператора должна представлять территориально-разнесенную иерархическую структуру, построенную в соответствии с принципами TMN. Топология сетей управления в пределах зоны ответственности оператора, размещение центров управления, число уровней иерархии должны определяться в соответствии с особенностями управляемых сетей, их назначением, размерами, разветвленностью, организацией технических средств.

Минимальное число уровней иерархии – два:

- на нижнем уровне находятся центры управления элементами сети (ЦУ-ЭС), осуществляющие контроль и непосредственное взаимодействие с элементами сети;

- на верхнем уровне центр управления сетью, услугами и бизнесом (если требуется).

На разветвленных сетях, охватывающих большую территорию, целесообразно создавать центры управления сетью на промежуточных уровнях с иерархической зависимостью. Системы управления сетями федерального значения, как правило, должны иметь четырехуровневую структуру, включающую, кроме центра управления сетью и услугами связи оператора на верхнем уровне иерархии и центра управления элементами на нижнем уровне иерархии, еще два подуровня управления сетями:

- территориальный центр управления (ТЦУ), осуществляющий функции по управлению сетью и услугами связи в зоне, определенной администрацией связи во взаимодействии с вышестоящим ЦУ;

- узловой центр управления (УЦУ), осуществляющий управление на части выделенной территории ТЦУ в непосредственном взаимодействии с ТЦУ.

Системы управления сетями операторов зонального значения должны иметь трех- или двухуровневую структуру. Системы управления сетями операторов местного значения, как правило, должны иметь двухуровневую структуру управления [2].

Системы управления оператора могут включать ряд подсистем управления различными видами сетей связи в зоне данного оператора.

Каждая СУС оператора должна иметь единый многофункциональный головной центр управления сетями (ЦУ оператора), который должен осуществлять контроль над состоянием сетей зоны оператора в целом, планирование развития сетей и предоставления услуг связи, взаимодействие с центрами управления других операторов и соответствующими центральными органами управления.

Итак, структура управления ВСС РФ и операторов связи представляет собой сложную многоуровневую структуру с многообразными функциональными связями на всех уровнях. Создание и обеспечение работоспособности рассмотренной структуры требует не только организационно-технических, но управленческих решений по реорганизации управления предприятием связи (оператором) в целом.

* 1. **Система управления ВСС**

Взаимоувязанная сеть связи, представляющая собой комплекс технологически сопряженных сетей связи общего пользования (ОП) и ведомственных сетей на территории Российской Федерации, обеспеченный общим централизованным управлением независимо от ведомственной принадлежности и форм собственности [3].

Главная составляющая ВСС – сети связи общего пользования (ОП), открытые для пользования всем физическим и юридическим лицам на территории Российской Федерации, в услугах которых этим лицам не может быть отказано. Указанные сети благодаря своей разветвленности, широкому кругу охватываемых абонентов имеют статус федеральных сетей.

Ведомственные сети связи – это сети электросвязи министерств, ведомств, акционерных обществ, федеральных органов исполнительной власти, которые создаются для удовлетворения производственных и специальных нужд и имеют выход на сеть связи ОП.

Организационно ВСС представляет собой совокупность взаимоувязанных сетей электросвязи, находящихся в ведении различных операторов.

Состав ВСС представлен на рисунке 1.3.

Как видно из данной иллюстрации, Взаимоувязанная сеть связи Российской Федерации являет собой совокупность двух основополагающих направлений:

- сеть связи общего пользования;

- сети связи ограниченного пользования.

Оба, из перечисленных, направлений обеспечиваются общим централизованным управлением.

Сетями связи общего пользования принято называть такие сети связи, которые открыты всем физическим и юридическим лицам, независимо от их принадлежности к тому или иному виду деятельности.

Сетями связи ограниченного пользования считаются такие, в которых присутствует ограничение на предоставление услуг абонентам. К таким сетям принято относить следующие их разновидности:

- ведомственные сети связи для производственных и специальных нужд;

- сети связи для нужд управления обороны, безопасности и охраны правопорядка.



# Рисунок 1.3 - Место сети связи ОАО «РЖД» России в ВСС

# 2. Концепция построения сети управления телекоммуникациями

**2.1 Архитектура системы управления сетью связи**

Сеть управления телекоммуникациями TMN (Telecommunicatins Management Network) представляет собой систему управления неоднородной составной телекоммуникационной сетью, построенной по разным технологиям, на различных оборудовании и программном обеспечении.

В создании стандартов TMN участвовали все ведущие международные организации по стандартизации — ISO, ITU-T, ANSI, ETSI. Архитектура TMN основана на известных общих принципах и моделях управления OSI. В частности, задачи TMN соответствуют пяти группам функций управления, определенным в стандартах ISO 7498-4 и Рекомендациях ITU-T X.700. К указанным функциям относятся: управление конфигурацией и именованием сети (Configuration Management), обработка ошибок (Fault Management), анализ производительности и надежности (Performance Management), управление безопасностью (Security Management), учет работы сети (Accounting Management). В TMN наряду с существующими общими стандартами управления OSI и ITU-T применяются и специальные стандарты, присущие только системам TMN. Один из таких стандартов — стандарт ITU-T М.3010, определяющий базовые принципы построения TMN, а именно:

- функциональную архитектуру, которая описывает функциональные блоки TMN: операционные системы, сетевые элементы, рабочие станции, промежуточные устройства сопряжения, Q-адаптеры, внешние и внутренние интерфейсы;

- информационную архитектуру, которая стандартизирует использование в системах управления TMN объектно-ориентированного подхода и концепции взаимодействия агентов и менеджеров на основе протокола CMIP/CMIS;

- физическую архитектуру, которая формирует состав физических компонентов TMN и описывает интерфейсы между этими компонентами;

- логическую многоуровневую архитектуру, в соответствии с которой задача TMN может быть декомпозирована на несколько подзадач, образующих следующую иерархию: уровень сетевых элементов (Network Elements), уровень управления сетевыми элементами (Element Manager), уровень управления сетью (Network Manager), уровень управления обслуживанием (Service Manager), уровень административного управления (Business Manager).

Первые три уровня рассматриваются как техническое управление, а два последних (высших) как административное. Первые три уровня касаются технических средств сети.

На низшем уровне управления находятся элементы сети (Network Element - NE). Каждый элемент управляется, контролируется и диагностируется с помощью встроенных микропроцессоров и специализированного программного обеспечения. Этот уровень играет роль интерфейса между информацией, находящейся в каждом отдельном устройстве, и инфраструктурой TMN. Аппаратура любой фирмы имеет интерфейсы к системе TMN, местному терминалу и стоечные сигнализации.

Element Manager может выполнять роль как шлюзового сетевого элемента, управляющего доступом к подсети SDH, так и рядового сетевого элемента. Местный терминал в этом случае выполняет только функции контроля. При работе в самостоятельном режиме элементы сети полностью контролируются и управляются с местного терминала. Обычно интерфейс к TMN Ethernet LAN. Интерфейс к местному терминалу (типа F по рек. G.784) - RS-232C.

Пользовательский интерфейс TMN использует, как правило, операционную систему Windows или Unix, обеспечивающую удобное и наглядное представление информации. Пользовательский интерфейс уровня элементов сети Element Manager — это смесь графической и алфавитно-цифровой информации. Графическое представление отдельных узлов и внутренних соединений может осуществляться наряду с подробной информацией о состоянии и конфигурации сети.

Второй уровень — уровень управления сетью Network Manager (NM) — формирует представление сети в целом, базируясь на данных об отдельных сетевых элементах, которые передаются системами поддержки операций предыдущего уровня. Другими словами, на этом уровне осуществляется контроль за взаимодействием сетевых элементов, в частности, формируются маршруты передачи данных между оконечным оборудованием для достижения требуемого качества сервиса, вносятся изменения в таблицы маршрутизации, оптимизируется производительность сети и выявляются сбои в ее работе.

Пользовательский интерфейс сетевого уровня — это графический интерфейс, представляющий топологию контролируемой территории с SDH - оборудованием. Дополнительно имеются окна, в которых отображается информация о текущих неисправностях и текущем состоянии. Используя карту сети, можно создавать новые SDH-узлы для того, чтобы моделировать элементы сети, устанавливать соединения через сеть (конфигурирование сети), искать дополнительную пропускную способность и запрашивать подробную информацию о состоянии элементов сети и соединениях между ними.

Уровень управления услугами (Service Manager SM) охватывает те аспекты функционирования сети, с которыми непосредственно сталкиваются пользователи. На этом уровне используются сведения, поступившие с уровня NM, но непосредственное управление мультиплексорами, коммутаторами, соединениями здесь уже невозможно. Вот некоторые функции, относящиеся к управлению услугами: контроль за качеством обслуживания, выполнением условий контрактов, на обслуживание, управление регистрационными записями и подписчиками услуг, добавление или удаление пользователей, присвоение адресов, взаимодействие с управляющими системами других операторов и организаций.

Уровень бизнес-управления (Business Manager BM) рассматривает сеть связи с позиций общих бизнес-целей компании-оператора. Он относится к стратегическому и тактическому управлению, а не к оперативному, как остальные уровни. Здесь речь идет о проектировании сети и планировании ее развития, о составлении бизнес-планов, бюджетов организаций и др.

Общая схема управления телекоммуникационными сетями TCN с помощью сети управления TMN приведена на рисунке 2.1 и на листе 1 графического материала. Здесь OS, - управляющие системы, которые могут быть связаны между собой через общую сеть передачи данных DCN, управляемую рабочей станцией WS, которая также связывает их с различным аналоговым и цифровым телекоммуникационным оборудованием, объединенным в общую сеть связи TCN.

Основа концепции TMN заключается в формировании такой архитектуры, которая позволит связать различные типы управления систем (бизнес-, сервис-, сетевой, элемент-менеджмент) как между собой, так и с элементами сети NE (сетевым оборудованием) для обмена управляющей информацией с помощью стандартных интерфейсов, протоколов и сообщений.

TMN должна поддерживать по крайней мере пять типов менеджмента и управления:

- управление рабочими характеристиками систем;

- управление отказами и обеспечение надежности работы систем;

- управление конфигурацией систем;

- менеджмент бухгалтерской отчетности и тарификации (биллинга) в системе;

- управление безопасностью систем и обеспечение конфиденциальности информации, циркулирующей в сети.



Рисунок 2.1 – Обобщенная схема управления телекоммуникационными сетями TCN

**2.2 Функциональные блоки и их компоненты**

Система TMN включает ряд функциональных блоков (ФБ), выполняющих следующие одноименные функции:

- OSF (функция управляющей (операционной) системы OS);

- MF (функция устройств сопряжения M (медиаторная функция));

- NEF (функция сетевого элемента NE);

- QAF (функция Q-адаптера QA);

- WSF (функция рабочей станции WS).

Функциональные блоки не только выполняют указанные функции, но и содержат дополнительные функциональные компоненты, реализующие определенные функции [3].

Функциональный блок OSF обрабатывает управляющую информацию с целью мониторинга и управления, а также реализует функцию управляющего приложения (ФУП) OSF-MAF.

Функциональный блок MF обрабатывает информацию, передаваемую между блоками OSF и NEF (или QAF), позволяя запоминать, фильтровать, адаптировать и сжимать информацию, а также реализует ФУП MF- MAF.

Функциональный блок NEF включает функции связи, являющиеся объектом управления, а также реализует ФУП NEF- MAF.

Функциональный блок QAF подключает к TMN логические объекты класса NEF или QSF, не являющиеся частью TMN, осуществляя связь между интерфейсными точками внутри и вне TMN, а также реализует ФУП QAF- MAF.

Функциональный блок WSF позволяет интерпретировать информацию TMN в терминах, понятных пользователю управляющей информации.

К дополнительным функциональным компонентам, не играющим самостоятельной роли в качестве блоков TMN, но включенных в состав ФБ, относятся:

- DAF (функция доступа к системному каталогу – функциональный компонент, ассоциируемый со всеми ФБ, которым необходим доступ к системному каталогу);

- DCF (функция передачи данных – используется для передачи информации между блоками, наделенными управляющими функциями);

- DSF (функция системного каталога - функциональный компонент, представляющий (как локально, так и глобально) распределенный каталог системы);

- HMA (человеко-машинная адаптация – компонент преобразующий информацию MAF к удобному для отображения виду, используется в ФБ OSF, MF);

- ICF (функция преобразования информации – используется в промежуточных системах для трансляции информационной модели с интерфейса на интерфейс, используется в ФБ MF, OSF, QAF);

- MAF (функция управляющего приложения – фактически осуществляет управляющий (административный) сервис TMN, может играть роль либо Менеджера, либо Агента, используется в ФБ MF, OSF, QSF);

- MCF (функция передачи сообщения – используется для обмена управляющей информацией, содержащейся в сообщении, используется во всех ФБ);

- MIB (база управляющей информации – играет роль информационного архива управляющих объектов, не является объектом стандартизации TMN, используется в схеме дистанционного мониторинга RMON, а также в схеме простого протокола сетевого управления SNMP; применяется во всех ФБ, кроме WSF);

- PF (функция презентации – преобразует информацию к удобному для отображения виду, используется в ФБ WSF);

- SF (функция обеспечения безопасности – функциональный компонент, обеспечивающий безопасность работы функциональных блоков в соответствии с требованиями пользователя (тип сервиса по обеспечению безопасности конкретных блоков различают использованием двойных обозначений, например, MF-SF, NEF-SF);

- UISF (функция поддержки интерфейса пользователя – транслирует информацию, содержащуюся в информационной модели TMN, в формат удобный для отображения в рамках человеко-машинного интерфейса и наоборот);

- WSSF (функция поддержки рабочей станции – осуществляет поддержку функций WSF).

В сети TMN вводятся интерфейсные точки, определяющие границы сервиса. Точки делятся на две группы. Первая группа включает точки внутри TMN, вторая – вне ее.

Точки первой группы делятся на три класса:

- q - точки между блоками OSF, QAF, MF и NEF, обеспечивают информационный обмен между блоками в рамках информационной модели; эти точки делятся на два типа:

а) qx – точки между двумя блоками MF или блоком MF и остальными;

б) q3 - точки между двумя блоками OSF или блоком OSF и остальными;

- f – точки для подключения блоков WSF к OSF и/или к MF;

- x – точки между OSF, принадлежащих двум TMN.

Точки второй группы делятся на два класса:

- g – точки между WSF и пользователем;

- m – точки между QAF и управляемым объектом, не принадлежащем к TMN.

Положение указанных интерфейсных точек определяет положение соответствующих им интерфейсов TMN, обозначаемых заглавными буквами (рисунок 2.2). Пунктиром отмечены границы TMN. В соответствии с ними интерфейсы Q и F являются внутренними для TMN, X – пограничным, M и G – внешними. Типы и положение интерфейсов в схеме управления сетью представлены на листе 1 графического материала.

Важнейшая функция, реализуемая в рамках архитектуры TMN, — функция передачи данных DCF. Основная цель DCF — создать транспортный механизм для передачи информации между блоками, наделенными управляющими функциями. Механизм взаимодействия функциональных блоков в TMN осуществляется ретрансляцией DCF на уровне OSI. Этот механизм может обеспечить все функции, характерные для первых трех уровней модели OSI (физического, звена передачи данных и сетевого).

**2.3 Информационный аспект архитектуры**

Для обеспечения стандартизованного обмена информацией управления информационная архитектура TMN использует объектно-ориентированный подход (ООП) к описанию информации управления, концепцию Менеджер/Агент для взаимодействия между операционными системами и концепцию разделенных знаний управления для понимания сообщений управления.

В рамках ООП управление обменом информацией в TMN рассматривается в терминах Менеджер-Агент-Объекты. Менеджер, представляя управляющую открытую систему, издает (в процессе управления системой) директивы и получает в качестве обратной связи от Объекта управления уведомления об их исполнении. Директивы, направленные от Менеджера к Объекту, доводятся до Объекта управления Агентом. Схема взаимодействия между Менеджером, Агентом и Объектами представлена на рисунке 2.3.



Рисунок 2.2 - Типы и положение интерфейсов в схеме управления сетью



Рисунок 2.3 - Схема взаимодействия между Менеджером, Агентом и Объектами

Между Менеджером и Агентом существует обычно многостороннее отношение в том смысле, что:

- один Менеджер может обмениваться информацией с несколькими Агентами (в этом случае он выполняет несколько ролей Менеджера, которые взаимодействуют с соответствующими ролями Агента; в этом сценарии необходима синхронизация директив);

- один Агент может обмениваться информацией с несколькими Менеджерами (в этом случае он выполняет несколько ролей Агента, которые взаимодействуют с соответствующими ролями менеджера; в этом сценарии могут существовать противоречивые директивы).

Кроме этого, Агент может отказаться выполнять директиву Менеджера по многим причинам. Таким образом, Менеджер должен быть подготовлен к отказам со стороны Агента.

Все взаимодействия между Менеджером и Агентом осуществляются на основе использования протокола общей управляющей информации (CMIP) и сервиса общей управляющей информации (CMIS).

Информация, на которую можно влиять или передавать через протоколы управления, является множеством объектов, определенных в совокупности как информационная база управления (MIB). В этом смысле в MIB входят все данные как систем управления, так и элементов сети, включая измерения, сообщения об измерениях, описания структуры сети и элементов, таблицы маршрутизации, пороговые значения, расписание передачи информации и т. д.

2.4 Каналы управления в SDH сети

Для передачи сигналов контроля и управления TMN в системах SDH используются встроенные каналы управления. Встроенные каналы управления образуются специальными служебными байтами. Фрейм для удобства восприятия представляют в виде двухмерной структуры (матрицы) с форматом 9 строк на 270 однобайтных столбцов. Структура фрейма представлена на рисунке 2.4.

Фрейм состоит из трех групп полей:

* поля секционных заголовков SOH формата 3х9 и 5х9;
* поля указателя AU-4 формата 1х9 байт;
* поля полезной нагрузки формата 9х261 байт.

Для организации встроенных каналов управления (DCC) используется поле секционных заголовков. Заголовок SOH отвечает за структуру фрейма STM и его связи с мультифреймом в случае мультиплексирования нескольких модулей STM. SOH в свою очередь состоит из двух секционных заголовков. Заголовка регенеративной секции RSOH, который расформировывается и формируется функциями регенератора на границах регенераторной секции, и заголовка мультиплексной секции MSOH, который проходит прозрачно через регенераторы и разбирается и собирается на границах мультиплексных секций, где формируется AUG.

Общий объем заголовка составляет 90 (81+9) байт. Использование каждого байта эквивалентно формированию канала емкостью 64 кбит/с. Расположение байтов на поле заголовков представлено на рисунке 2.5. Все указанные байты могут быть разделены на три типа:

- байты, которые не могут эксплуатироваться пользователями SDH оборудования (их 36, на рисунке они заштрихованы);



Рисунок 2.4 - Структура фрейма STM-1



Рисунок 2.5 - Расположение байтов на поле заголовков

- байты, которые специально предназначены для использования в служебных целях или для создания служебных каналов (их 16); к ним относятся канал DCCR (D1,D2,D3), имеющий скорость 192 кбит/с для обслуживания регенераторных секций, канал DCCM (D4-D12) – 576 кбит/с для обслуживания мультиплексных секций; существует еще четыре байта Е1, Е2 и F1, F2, зарезервированные для создания четырех каналов емкостью 64 кбит/с;

- байты, к которым пользователь имеет доступ, но функции которых не регламентированы стандартами (их 38, они на рисунке никак не помечены);

Последние две группы байтов могут быть сгруппированы для создания служебных каналов и скоммутированы на внешние интерфейсы, к которым может подключаться пользователь SDH оборудования. Число таких интерфейсов (а значит и вариантов группирования) зависит от производителя оборудования.

**2.5 Функции управления**

2.5.1 Общие функции управления

Управление встроенными каналами управления ЕСС. Так как ЕСС используется для связи NE, то каналы ЕСС должны иметь следующие функции:

- запрос/получение сетевых параметров, таких как размер пакета, временные промежутки, качество сервиса и т. д.;

- формирование маршрута сообщения между узлами служебных каналов передачи данных DCC;

- менеджмент сетевых адресов;

- запрос/получение сетевого статуса DCC для данного узла;

- возможность разрешать/запрещать доступ к DCC.

На все события, требующие фиксации во времени ставится временная метка с разрешением в одну секунду. Время фиксируется по показанию локального таймера NE.

Другие общие функции, например, защита на различных уровнях или обеспечение безопасности, дистанционный вход в сеть, загрузка и модификация программного обеспечения, обеспечиваются в настоящее время производителями SDH оборудования.

2.5.2 Управление сообщениями об аварийных ситуациях

Наблюдение за сообщениями об аварийных ситуациях включает обнаружение и сохранение таких сообщений о событиях и условиях, которые сопутствовали их появлению, причем не только в том оборудовании, в котором они были обнаружены. Система OS системы управления сетью SMN должна поддерживать следующие функции:

- автономное сообщение о всех сигналах об аварийной ситуации;

- запрос на сообщение о всех зарегистрированных сигналах об аварийной ситуации;

- сообщение о всех таких сигналах;

- разрешение/запрет на автономное сообщение о всех сигналах об аварийной ситуации;

- сообщение о статусе функции "разрешение/запрет на автономное сообщение о всех подобных сигналах".

Отслеживание истории сигналов/сообщений о возникновении аварийной ситуации включает запись моментов возникновения таких сигналов и их хранение в регистровом файле (РФ), регистры которого содержат все параметры сообщения об аварийной ситуации. Регистры могут быть считаны по запросу или периодически. OS определяет режим работы регистров: либо запись до заполнения с последующей остановкой или полным стиранием, либо непрерывная запись с циклическим возвратом от конца к началу с перезаписью старых событий.

2.5.3 Управление рабочими характеристиками

Сбор данных о рабочих характеристиках системы связан с определением параметров ошибок, описанных в рекомендациях ITU-T. При их определении используются следующие ключевые термины: ЕВ (блок с ошибками), ES (секунда с ошибками), SES (секунда с серьезными ошибками), BBE (блок с фоновыми ошибками).

Как правило, используются основанные на них относительные параметры ошибок (т. е. параметры ошибок, отнесенные к фиксированному интервалу измерения параметров, который может быть выбран равным 15 мин, 24 ч или 7 сут): ESR (коэффициент ошибок по секундам с ошибками), SESR (коэффициент ошибок по секундам с серьезными ошибками), BBER (коэффициент ошибок по блокам с фоновыми ошибками (здесь под блоками с фоновыми ошибками ВВЕ понимаются те блоки с ошибками, что не вошли в SES)).

Отслеживание истории мониторинга рабочих характеристик осуществляется заполнением двух типов РФ: двадцатичетырехчасовых и пятнадцатиминутных файлов. Текущий двадцатичетырехчасовой РФ по заполнении снабжается текущей датой и перегружается в РФ со вчерашней датой. Шестнадцать пятнадцатиминутных РФ образуют четырехчасовую очередь с дисциплиной обслуживания "первый пришел – первый ушел" FIFO.

Стратегия использования временных окон заключается: с помощью OS и NE можно установить либо пятнадцатиминутное, либо двадцатичетырехчасовое временное окно. Как только время наступления события совпадает или выходит за границу установленного окна, генерируется уведомление о пересечении (временной) границы или порога TCN.

Данные о рабочих характеристиках системы могут быть затребованы OS для анализа, используя интерфейс между OS и NE. Эти данные могут запрашиваться периодически либо сообщаться в момент пересечения границы временного окна.

Мониторинг системы в недоступные интервалы времени заключается: в интервалы времени, когда система недоступна, съем данных о характеристиках системы запрещен, однако моменты его начала и конца должны фиксироваться и храниться в РФ из шести регистров и иметь возможность считываться OS по крайней мере один раз в день.

К дополнительным параметрам, мониторинг которых возможен, относятся такие как: OFS (секунда, содержащая сигнал OOF (выход за границы фрейма)), PSC (число защитных переключений), PSD (длительность (определенного) защитного переключения), UAS (недоступные секунды).

2.5.4 Управление конфигурацией

Предметом рассмотрения данного вопроса являются статус и защитное переключение.

Основное назначение защитного (резервного) переключения - подключить резервное устройство (или устройство резервного копирования) вместо основного. Основные функции, дающие возможность осуществить это следующие:

- включение/выключение ручного режима защитного переключения;

- включение/выключение принудительного режима защитного переключения;

- включение/выключение блокировки;

- запрос/установка параметров автоматического защитного переключения – APS.

Другие мероприятия и функции, связанные с управлением конфигурацией, такие, как разработка необходимого программно-аппаратного обеспечения и функции инсталляции, равно как и обеспечение необходимой секретности, относятся к компетенции производителя оборудования.

**2.6 Роль протокола обмена данными SNMP и TCP/IP в системе управления сети**

2.6.1 Этапы реализации протоколов SNMP и TCP/IP в ЦТО и ЦТУ

Сетевое ПО РМ-2 и РМ-3 в сети передачи данных между объектами «РМ-2 ЦТО – РМ-3 ЦТУ» должно разрабатываться в два этапа:

а) на первом этапе стек протоколов информационно-логического взаимодействия устанавливается разработчиком (производителем) оборудования СМА ОТС с учетом закрепления за каждым РМ-3 «своей» зоны администрирования, построенной на базе оборудования ОТС одного производителя (гомогенная сеть). При этом рекомендуется реализовать в сети процедуру TCP/IP;

б) на втором этапе реализуется протокол управления SNMP, индифферентный к специфике оборудования ОТС различных производителей. При этом в сети должны использоваться единые для всех производителей структуры сообщений SNMP и модели MIB. [1]

2.6.2 Архитектура протоколов TCP/IP

Нижний уровень архитектуры TMN состоит из трех сетей:

- магистральной первичной сети на базе SDH;

- сети, состоящей из комбинации цифровых каналов PDH (T1) и аналоговых каналов FDM;

- сети передачи данных TCP/IP, работающей поверх цифровых и аналоговых каналов первых двух сетей.

Современное оборудование SDH оснащено встроенными агентами TMN, поддерживающими интерфейс Q3. Оборудование сетей PDH/FDM, установленное гораздо раньше оборудования SDH, не поддерживает агенты TMN, но может управляться по фирменному интерфейсу TL/1(М), представляющему из себя набор текстовых команд в кодировке ASCII. И наконец, маршрутизаторы сети TCP/IP за счет встроенных агентов MIB допускают управление по протоколу SNMP. [14]

Для управления неоднородной сетью выбрали подход, основанный на архитектуре TMN, который позволяет сохранить как уже функционирующее оборудование управляемое по SNMP и TL/1(М), так и некоторые существующие системы управления. В общей системе для управления сетью TCP/IP было решено оставить систему Optivity, работающую на платформе HP Open View, поскольку основную часть маршрутизаторов этой сети составляют устройства производства фирмы Bay Networks и управлять ими эффективнее всего с помощью пакета Site Manager, входящего в систему Optivity компании Bay Networks.

Идеальным вариантом для архитектуры TMN является взаимодействие менеджера с агентами по "родному" интерфейсу Q3. Другой вариант основан на использовании так называемого Q-адаптера, который при отсутствии встроенного агента Q3 преобразует частный интерфейс агента SNMP, в интерфейс Q3.

Интерфейс Q3 построен на принципе использования в качестве транспортного средства для передачи сообщений между агентом и менеджером полного семиуровневого стека протоколов, соответствующего модели OSI. Сегодня в его качестве могут выступать стеки ISO/OSI или TCP/IP;

Архитектура протоколов TCP/IP предназначена для объединенной сети, состоящей из соединенных друг с другом шлюзами отдельных разнородных пакетных подсетей, к которым подключаются разнородные машины. Каждая из подсетей работает в соответствии со своими специфическими требованиями.

Информационная база управления (MIB - Management Information Base), которая указывает, какие переменные в элементах сети необходимо обслуживать (информация, которая может быть запрошена и установлена менеджером). RFC 1213 [McCloghrie and Rose 1991] определяет вторую версию, которая называется MIB-II.

Установка общей структуры и схемы идентификации, используемой для обращения к переменным в MIB. Это называется структурой информации управления (SMI - Structure of Management Information) и описывается в RFC 1155 [Rose and McCloghrie 1990]. Например, SMI указывает, что счетчик (Counter) это неотрицательное целое число, которое изменяется от 0 до 4294967295 и затем снова возвращается в 0.

2.6.3 Протокол управления сетью SNMP

Протокол, который функционирует между менеджером и элементом, называется простым протоколом управления сетью (SNMP - Simple Network Management Protocol - простой протокол управления сетью). RFC 1157 [Case et al. 1990] описывает этот протокол. Там же подробно описан формат пакетов, с помощью которых осуществляется обмен. Несмотря на то, что в качестве транспортных протоколов могут быть использованы разные протоколы, обычно с SNMP используется UDP.

Протокол SNMP был разработан с целью проверки функционирования сетевых маршрутизаторов и мостов. Впоследствии сфера действия протокола охватила и другие сетевые устройства, такие как хабы, шлюзы, терминальные сервера, LAN Manager сервера , машины под управлением Windows NT и т.д. Кроме того, протокол допускает возможность внесения изменений в функционирование указанных устройств.[15]

Система управления сети отделения дороги объединяет сети управления производителей посредством протокола SNMP и может выполнять следующие функции в рамках отделения дороги:

* управление конфигурацией сети (планирование работ и услуг связи на сети; создание, ведение, хранение и выдача уровню управления сетью ОбТС банка конфигурационных данных сети отделения дороги);
* управление устранением последствий отказов (контроль состояния сетей производителей и их элементов; выдача директив системе управления сетью производителя по устранению неисправностей со статусом «повреждение»);
* управление качеством (сбор, анализ, хранение и выдача верхнему уровню статистических данных по функционированию сети отделения дороги и ее элементов; выработка рекомендаций по улучшению эксплуатационных характеристик сети отделения, улучшению и расширению диапазона предоставления услуг);

- защита информации (разграничение доступа к системе управления, выдача указаний системе управления сетью производителя по изменению всех паролей доступа ко всем ресурсам системы управления и операционной среды; классификация уровня безопасности сети; обеспечение сохранности информации).

Сообщения SNMP, в отличие от сообщений многих других коммуникационных протоколов, не имеют заголовков с фиксированными полями. В соответствии с нотацией ASN.1 сообщение SNMP состоит из произвольного количества полей, и каждое поле предваряется описателем его типа и размера.

Любое сообщение SNMP состоит из трех основных частей:

- версии протокола (version)

- идентификатора общности (community), используемого для группирования устройств, управляемых определенным менеджером

- области данных, в которой собственно и содержатся описанные выше команды протокола, имена объектов и их значения. Область данных делится на блоки данных протокола (Protocol Data Unit, PDU).

Основной концепцией протокола является то, что вся необходимая для управления устройством информация хранится на самом устройстве - будь то сервер, модем или маршрутизатор - в MIB. MIB представляет из себя набор переменных, характеризующих состояние объекта управления. Эти переменные могут отражать такие параметры, как количество пакетов, обработанных устройством, состояние его интерфейсов, время функционирования устройства и т.п.

Каждый производитель сетевого оборудования, помимо стандартных переменных, включает в MIB какие-либо параметры, специфичные для данного устройства. Однако, при этом не нарушается принцип представления и доступа к административной информации - все они будут переменными в MIB.

Поэтому SNMP как непосредственно сетевой протокол предоставляет только набор команд для работы с переменными MIB. Этот набор включает следующие операции:

|  |  |
| --- | --- |
| get-request | Используется для запроса одного или более параметров MIB |
| get-next-request | Используется для последовательного чтения значений. Обычно используется для чтения значений из таблиц. После запроса первой строки при помощи get-request get-next-request используют для чтения оставшихся строк таблицы |
| set-request | Используется для установки значения одной или более переменных MIB |
| get-response | Возвращает ответ на запрос get-request, get-next-request или set-request |
| rap | Уведомительное сообщение о событиях типа cold или warm restart или "падении" некоторого link'а. |

Для того, чтобы проконтролировать работу некоторого устройства сети, необходимо просто получить доступ к его MIB, которая постоянно обновляется самим устройством, и проанализировать значения некоторых переменных.

Важной особенностью протокола SNMP является то, что в нем не содержатся конкретные команды управления устройством. Вместо определения всего возможного спектра таких команд, безусловно загромоздившего бы сам протокол, который считается все-таки простым, определены переменные MIB, переключение которых воспринимается устройством как указание выполнить некоторую команду.

Таким образом, удается сохранить простоту протокола, но вместе с этим сделать его довольно мощным средством, дающим возможность стандартным образом задавать наборы команд управления сетевыми устройствами. Задача обеспечения выполнения команд состоит, таким образом, в регистрации специальных переменных MIB и реакции устройства на их изменения.

По своей структуре MIB представляет из себя дерево: Рисунок 2.6



Рисунок 2.6 Структура MIB

Каждому элементу соответствует численный и символьный идентификатор. В имя переменной включается полный путь до нее от корневого элемента root.

**3. Система мониторинга и администрирования**

**3.1 Системы управления технологическим сегментом магистральной цифровой сети связи ОАО «РЖД» РФ**

При построении современных цифровых сетей следует различать следующие сетевые уровни: уровень первичной сети и уровень вторичных сетей. Первичная сеть – это базовая сеть типовых универсальных каналов передачи и сетевых трактов, на основе которой формируются и создаются вторичные сети.

Вторичные сети являются специализированными и создаются на основе типовых универсальных каналов передачи первичной сети с помощью специализированных узлов (включающих специализированные ЦСП и/или системы со специализированными пользовательскими интерфейсами) и станций коммутации. На железнодорожном транспорте вторичными специализированными сетями технологического сегмента являются сети ОТС, ОбТС и СПД [7].

Система управления сетью связи технологического сегмента подразделяется на функциональные подсистемы:

* система управления первичной цифровой сетью связи;
* система управления цифровой сетью оперативно-технологической связи;
* система управления цифровой сетью связи ОбТС;
* система управления сетью передачи данных.

3.1.1 Управление первичной сетью технологического сегмента

Для управления первичной сетью технологического сегмента создается система мониторинга и администрирования (СМА) в соответствии с положениями по построению единой системы мониторинга и администрирования дорожного уровня технологического сегмента сети связи ОАО «РЖД» [7].

СМА первичной сети дорожного уровня технологического сегмента обеспечивает решение полного комплекса задач, связанных с эксплуатацией первичных сетей связи, построенных на базе аппаратуры различных фирм производителей, на протяжении их жизненного цикла.

СМА первичной сети дорожного уровня обеспечивает выполнение следующих функций:

* мониторинг и администрирование в процессе эксплуатации (техническое обслуживание, восстановление связей, набор статистики, расчеты);
* развитие (анализ качества, прогнозирование, формирование требований к эксплуатационным характеристикам сети и системы управления).

Управление первичной сетью технологического сегмента осуществляется операторами СМА на основании общего контроля (мониторинга) технического состояния первичной сети посредством формирования и выдачи на уровень управления сетью производителя распоряжений (команд) на выполнение определенных процедур предоставления и использования необходимого ресурса сети. Основные функции по организации и предоставлению необходимого ресурса сети обеспечиваются на уровне управления сетью производителя путем последующей передачи этих распоряжений в виде настроечных параметров в элементы первичной сети.

СМА первичной сетью предоставляет обслуживающему персоналу следующие услуги:

* анализ информации о состоянии сети;
* решение оперативных задач при проведении необходимых управляющих процедур (операций), обеспечивающих корректное управление сетью в случае проведения мероприятий по реконфигурации сети, текущему обслуживанию, в результате возникновения внештатных ситуаций, устранению неисправностей и т.д.;

- анализ производительности сети связи;

* долгосрочное и краткосрочное планирование развития сети связи;
* планирование технического обслуживания и работ на сети связи;
* обеспечение решения полного комплекса задач, связанных с эксплуатацией первичных сетей связи, построенных на базе аппаратуры различных фирм производителей;
* мониторинг и администрирование в процессе эксплуатации (техническое обслуживание, восстановление связей, набор статистики, расчеты);
* анализ качества, прогнозирование, формирование требований к эксплуатационным характеристикам сети и систем управления.

Алгоритм работы программы мониторинга представлен на листе 2 графического материала.

3.1.2 Система мониторинга и администрирования системы ОТС дороги

Система мониторинга и администрирования системы ОТС обеспечивает решение следующих функциональных задач:

* непрерывный круглосуточный контроль работоспособности оборудования ОТС;
* предоставление инструментальных средств диагностики и устранения отказов в оборудовании ОТС;
* ввод и корректировку настроечных параметров в оборудование ОТС, устанавливающих конфигурацию технических средств (коммутационного оборудования) ОТС, структуру цифровой сети ОТС и направление информационных потоков в сети ОТС.

Объектом мониторинга и администрирования в системе ОТС являются коммутационные станции (или иное коммутационное оборудование) цифровой сети ОТС, а также каналы цифровой сети ОТС (потоки E1), кольцевые схемы организации которых определены ОСТ 32.145-2000 [8].

В целях организационного обеспечения СМА системы ОТС дороги (региона) образованы дорожный (региональный) центр технического управления (ЦТУ) и зональные центры технического обслуживания (ЦТО) с определенными функциями эксплуатационного персонала.

Дорожный (региональный) ЦТУ предназначен для решения задач административной службы системы ОТС дорожного (регионального) уровня в части:

* общего контроля технического состояния сети ОТС в целом по дороге (по региону);
* установления (присвоения) системных адресов сетевым элементам ОТС согласно системе адресации, принятой в данном регионе;
* планирования и управления конфигурацией потоков Е1 в сети ОТС;
* планирования и управления групповыми каналами в пределах региона;
* координирования действий ЦТО при возникновении аварийных ситуаций на сети ОТС, выходящих за пределы одного ЦТО.

Дорожный (региональный) ЦТУ должен размещаться при управлении железной дороги.

Зональные ЦТО обеспечивают мониторинг и администрирование оборудования ОТС в пределах подведомственных им зон обслуживания. Основной задачей эксплуатационного персонала зонального ЦТО является контроль (мониторинг) работоспособности оборудования ОТС подведомственной зоны обслуживания, организация ремонтно-восстановительных работ в случае отказов компонентов сети ОТС, а также конфигурирование системы ОТС подведомственной зоны по заданию ЦТУ и в пределах определенных для ЦТО полномочий.

Техническими средствами, обеспечивающими решение функциональных задач СМА системы ОТС, являются:

* рабочие места (РМ) эксплуатационного персонала, организованные на базе персональных компьютеров и размещенные в ЦТУ и ЦТО, а также непосредственно на объектах мониторинга и администрирования;
* информационная сеть, предназначенная для передачи сообщений СМА между рабочими местами, а также между РМ и коммутационными станциями, как объектами СМА цифровой сети ОТС.

Информационная сеть СМА системы ОТС обеспечивает подключение рабочих мест эксплуатационного персонала к оборудованию ОТС на трех уровнях [1]. Рисунок 3.1:



Рисунок 3.1 Структурная схема информационной сети СМА

* на первом (нижнем) уровне (РМ-1) – непосредственно на объектах, где установлено оборудование ОТС, в режиме локального доступа к ресурсам коммутационной станции;
* на втором уровне (РМ-2) – в зональных ЦТО, в режиме дистанционного доступа к ресурсам коммутационных станций, входящих в состав подведомственной зоны (участка) обслуживания;
* на третьем уровне (РМ-3) – в дорожных (региональных) ЦТУ, в режиме информационного обмена РМ-3 с рабочими местами РМ-2 зональных ЦТО.

3.1.3 Система управления сетью общетехнологической связи

Для сети ОбТС должна быть реализована трехуровневая модель мониторинга и администрирования:

* уровень управления сетями производителей и отдельными их элементами;
* уровень управления сетями отделений дороги;
* уровень управления сетью ОбТС дороги (централизованный мониторинг и административное управление сетью).

На уровне управления сетями производителей и отдельными их элементами осуществляется мониторинг и администрирование подсетей ОбТС на УПАТС разных производителей.

Система управления сетью производителя (в рамках каждой сети производителя) выполняет следующие задачи:

* формирование и развитие сети (подключение и удаление абонентов, предоставление или закрытие тривиальных услуг связи и системных функций абонентам, создание и модификация таблиц маршрутизации; создание, ведение, хранение и выдача среднему уровню управления банка конфигурационных данных);
* управление устранением отказов (обнаружение и устранение неисправностей, использование резерва аппаратуры, оперативное перестроение сети);
* управление качеством (сбор, анализ, хранение и выдача среднему звену управления данных по функционированию сети и ее элементов; автоматическая регулировка трафика; выработка рекомендаций по улучшению эксплуатационных характеристик сети);
* защита информации (разграничение доступа к системе управления и обеспечение сохранности информации).
* защита информации (разграничение доступа к системе управления, выдача указаний системе управления сетью производителя по изменению всех паролей доступа ко всем ресурсам системы управления и операционной среды; классификация уровня безопасности сети; обеспечение сохранности информации).

Система управления сетью ОбТС дороги выполняет:

* мониторинг дорожной сети;
* ведение и хранение баз данных;
* планирование сети, контроль процесса установки сетевого оборудования и формирования сети;
* регистрацию показателей качества обслуживания;
* контроль интенсивности внутреннего, внешнего и транзитного трафика сетей, коэффициента отказов в обслуживании из-за перегрузки направлений;
* анализ функционирования систем управления и контроля;
* разработку мер по обеспечению закрытости информации и контроль за их осуществлением;
* управление взаиморасчетами.

Управление сетевыми элементами должно осуществляться одним или несколькими способами, перечисленными ниже:

Способ управления по выделенным каналам ПД.

Между каждой удаленной АТСЦ и ЦТО организуется двусторонний выделенный канал ПД, используемый для обмена информацией между АРМ ЦТО и центральным управляющим устройством (ЦУУ) удаленной цифровой АТС.

Способ управления по коммутируемым каналам сети ОбТС

Между удаленной АТСЦ и ЦТО используется прямой или составной коммутируемый канал. На стороне ЦУУ удаленной АТСЦ и на АРМТО ЦТО применяются аналогичные первому способу интерфейсы. Коммутируемый канал образуется посредством включения соответствующих интерфейсов системы управления в аналоговые (АЛА) или цифровые (АЛЦ) абонентские линии удаленной и центральной АТСЦ. Можно использовать интерфейс RS232C или S0, а также их сочетание.

Способ использования стандартной сети ПД

В этом случае данные между удаленной АТСЦ и ЦТО передаются по стандартной сети ПД: TCP/IP; Х.25; Frame Relay; ATM и другие. В каждом удаленном пункте, а также на центральной АТСЦ организуется по одному терминальному пункту сети ПД, связанному с ЦТО.

Способ использования общих каналов сигнализации

Данные между удаленной АТСЦ и ЦТО передаются по общему каналу сигнализации (ОКС), работающему по одному из следующих протоколов: QSIG; EDSS-1; ОКС№7; специализированный для АТС одного или группы производителей: DPNSS1, ABC, Cornet, Telnet и другие.

На цифровых АТС сети ОбТС должен производиться автоматический программно-аппаратный контроль исправности оборудования и в требуемых случаях осуществляться автоматическая реконфигурация, для восстановления работоспособности при обнаружении неисправностей.

3.1.4 Система управления сетью передачи данных

Для управления сетью передачи данных проектируется полнофункциональная система управления. Система управления должна обеспечить:

* контроль и диагностику состояния сети в целом и элементов сети;
* управление ресурсами сети и инфраструктурой сети с целью повышения эффективности работы, защищенности, оперативности реакции на сбои и их своевременного прогнозирования;
* динамическую реконфигурацию сети при сбоях и неисправностях;
* организацию системы учета программно-аппаратных средств.

Система управления СПД строится по иерархическому принципу. На верхнем уровне (в ГВЦ) – главный центр управления (ГЦУ), на нижнем уровне (в ИВЦ дорог) – РЦУ дорожными сегментами СПД. Подсистемы системы управления СПД, функции подсистем и используемые программные средства представлены в справочной таблице 3.1.

управление сеть связь технологический участок

Таблица 3.1

Подсистемы системы управления СПД

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Подсистема | Функции подсистемы | ПО | Уровень  модели TMN\* |
| Общего управлениясетью | Интеграция подсистем в единую систему | NNM | N |
| Ведение базы данных всех событий | NNM | N |
| Круглосуточный мониторинг состояния сети | NNM | N |
| Управление системой имен и IP-адресным пространством | CNR | N |
| Управления сетевыми элементами | Круглосуточный мониторинг состояния оборудования | RWAN  Modem MS\*  UPS MS\* | NE |
| Управление конфигурацией оборудования | RWAN  Modem MS\*  UPS MS\* | NE |
| Поиск и устранение неисправностей | RWAN  Modem MS\*  UPS MS\* | NE |
| Учета, анализа и планирования | Сбор и обработка статистической информации | NNM, CNF  RWAN | N, NE |
| Анализ корректности и эффективности функционирования оборудования | Netsys | N, NE |
| Анализ эффективности использования канальных ресурсов | CNF | N, NE |
| Моделирование функционирования сегментов СПД | Netsys | N, NE |
| Учета, анализа и планирования | Планирование ресурсов | RWAN | N |
| Выработка предложений по модернизации СПД | RWAN | N |
| Инвентаризации ПО и оборудования | Инвентаризация активного сетевого оборудования | Remedy ARS | S |
| Инвентаризация ПО активного сетевого оборудования | Remedy ARS | S |
| Сопровождения и решения проблем | Ведение единого журнала неисправностей | Remedy ARS | S |
| Ведение базы данных готовых решений проблем | Remedy ARS | S |
| Сопровождения и решения проблем | Возможность автоматического извещения о проблемах | Remedy ARS | S |
| Обработка запросов пользователей | Remedy ARS | S |

Примечания:

1. \* -ПО, поставляемое с модемами и с ИБП;

2. Уровни: NE – сетевых элементов, N – сетей, S – сервисов.

Система управления должна взаимодействовать с системой техобслуживания в области изменения структуры сети, изменения режимов работы оборудования и передачи результатов контроля о состоянии оборудования и качестве обслуживания.

**4. Описание участка железной дороги**

В настоящее время происходит переоснащение первичных сетей связи, связанное, прежде всего, с увеличением темпов строительства ВОЛС, обладающих рядом преимуществ перед линиями, построенных на традиционных кабелях с медными жилами.

Участок имеет протяженность по железной дороги 240 км 36, Количество станций на участке 13. Данный участок относится к Дальневосточной железной дороге. Все виды связи на участке обслуживаются региональным центром связи ОАО «РЖД» Проектируемый участок железнодорожной магистрали представляет собой мало загруженный участок.

Участок находится в гористой зоне, местами пролегая по склонам сопок. Климат умеренно муссонный. Средняя температура января от -180С до -260С. Средняя температура июля от 160С до 200С и выше.

ОАО «РЖД» необходимо быстрыми темпами реконструировать и перевооружать существующие линии передачи, так как сегодня укрупняются структурные подразделения железнодорожного транспорта, изменяются длины диспетчерских кругов, их конфигурация, расширяются функции диспетчеров и руководителей разного уровня, строятся ЕДЦУ. Таким образом, диспетчерское управление ведется из одной точки, объем информации увеличивается, требуя большее число каналов.

Дальневосточная железная дорога в основном осуществляет перевозку транзитных грузов и погрузку-выгрузку в приморских портах. Дальневосточный регион богат различными сырьевыми ресурсами, а также множество предприятий производят различную продукцию, пользующуюся спросом в других регионах, это говорит о том, что интенсивность грузопотока уже сейчас велика и в будущем будет возрастать. По проектируемому участку осуществляется интенсивная транспортировка продуктов нефте-, метало- и деревообрабатывающих предприятий, а также транзит грузов в различных направлениях. Увеличение грузопотока и предоставления сервисных услуг клиентам потребует мониторинга грузов.

Внедряемая новая аппаратура для ОТС, а также система мониторинга и администрирования данной аппаратуры, позволяет реализовать ряд возрастающих потребностей для рынка услуг.

Реконструкция сети путем замены оборудования при использовании существующих линий связи не решит всех потребностей отрасли в каналах связи и повышения их качества. Эта задача может быть решена комплексно путем строительства новых волоконно-оптических линий связи и внедрением современных цифровых систем передачи.

ОАО «РЖД» необходимо реконструировать и перевооружать существующие линии передачи, т. к. сегодня укрупняются структурные подразделения железнодорожного транспорта, изменяются длины диспетчерских кругов, их конфигурация, расширяются функции диспетчеров и руководителей разного уровня, строятся ЕДЦУ. Таким образом, диспетчерское управление ведется из одной точки, объём информации увеличивается, требуя большее число каналов.

**5. Описание оборудования, применяемое на участке.**

**5.1 Расположение оборудования в шкафу**

На участке железной дороги будем применять аппаратуру Обь-128Ц.

Аппаратура Обь-128Ц состоит из следующих элементов и конструкций:

- центральное оборудование NEAX7400 ICS M100;

- мультиплексор SMS-150C;

- конвертер ССПС-128;

- блок гарантированного питания 19” NetPro 3000 ВА;

- дополнительные батарейные блоки IMV VICTRON 19” NetPro;

- шкаф 19" (металлоконструкция).

На рисунке 5.1 показано типовое расположение оборудования в шкафу.

Схема управления оборудованием на РМ-1 представлена на листе 5 графического материала. (Схема дистанционного и локального управления коммутационным оборудованием)



Рисунок 5.1 - Состав комплекса Обь – 128Ц

**5.2 Назначение оборудования Обь-128Ц**

Функциональная сеть связи на участке исполнена по трехуровневой схеме построения сетей SDH. Сеть дорожного уровня STM-4 строится на мультиплексорах ADM-4/1 фирмы Lucent Technologies. Сеть отделенческого уровня STM-1 базируется на мультиплексорах SMS-600V, SMS-150C фирмы EZAN. Сеть оперативно-технологической связи (ОТС) построена на базе комплекса "Обь-128Ц", в основной состав которой входит конвертер ССПС-128 и коммутационная станция NEAX 7400 ICS M100MX.

Схема организации связи на участке представлена на листах 3 и 4 графического материала.

Иерархическое построение системы ОТС на участке предусматривает наличие трехуровневой структуры коммуникаций, и предполагает включение в ее состав части уже существующих и вновь строящихся систем передачи информации [5]. Иерархическое построение системы ОТС представлено на рисунке 5.2.

На первом уровне в качестве каналов магистральной коммутации используется сеть SDH. В опорных центрах устанавливаются коммутаторы SDH SMS-600V или SMS-150C, соединенные между собой магистральными волоконно-оптическими линиями связи с пропускной способностью 155 Мбит/с. Эти коммутаторы предоставляют доступ в высокоскоростную сеть по потокам 2048 кбит/с следующим уровням системы.

На втором обеспечивается создание группового канала и подключение к нему ряда абонентов различных типов. При этом обеспечивается совместимость интерфейсов с уже существующим аналоговым оборудованием. Используемые конвертеры ССПС-128 имеют максимальную емкость 128 портов, и интерфейсы Е1, ТЧ, ИС-2, ДСУ, ПГС.

Третий является уровнем коммутационного оборудования, используемые цифровые станции NEAX 7400 ICS M100MX имеют емкость от 64 до 512 портов, интерфейсы: Е1, С.О., аналоговые и цифровые абонентские комплекты. В его задачу входит обеспечение функционирования пультов и других абонентов ОТС, а также их взаимодействие со вторым уровнем. Кроме того, на этом же уровне организуется межстанционная связь (МЖС) и. возможно общетехнологическая связь дороги.

Рассмотрим более подробно элементы, входящие в трехуровневую структуру коммуникаций системы ОТС.



Рисунок 5.2 - Иерархическое построение системы ОТС

Мультиплексор SMS-600V установлен на трех станциях участка. Мультиплексор SMS-600V является представителем семейства оборудования NEC синхронной цифровой иерархии SDH.

Мультиплексор SMS-600V сочетает в себе функции мультиплексора ввода/вывода STM-1 и мультиплексора ввода/вывода STM-4, определяемые составом модулей.

Мультиплексор SMS-600V группирует трибутарные сигналы 2,048 Мбит/с, 34,368 Мбит/с, 139,264 Мбит/с, и синхронного сигнала STM-1 в агрегатные синхронные сигналы STM-1 (155,520 Мбит/с) или STM-4 (622,080 Мбит/с).

Управление, контроль конфигурирование и обслуживание мультиплексора осуществляется с местного терминала обслуживания (LCT) или дистанционно через систему управления сети (NMS).

Особенности мультиплексора SMS-600V:

- поддерживает сеть с 2-волоконным самовосстанавливающимся переключаемым кольцом с резервированием пути (SNC-P);

- поддерживает 2/4-волоконное мультиплексированное кольцо с совместным использованием секций (MS-SPRing);

- использование модулей STM-1 и STM-4 для агрегатных сигналов в одной и той же полке;

- возможно использование 504х2М потоков (с использованием полки расширения);

- добавлена поддержка новых сетевых архитектур;

- поддержка функции TSI;

- совместимость с новыми версиями SDH стандартов ITU-T (ранее CCIT) и ETSI;

- низкое потребление мощности;

- поддержка интерфейса управления Оnх и Qecc.

Мультиплексор SMS-150C установлен на одиннадцати промежуточных станциях участка Барановск – Хасан.

Мультиплексор SMS-150C уровня STM-1 производства NEC Corporation позволяет передавать 2М/34М/45М трафик корпоративным и частным пользователям. Мультиплексор SMS-150C оборудован стандартными STM-1 оптическими интерфейсами, осуществляет резервирование пути на уровнях VC-12 и VC-3 и поддерживает топологию самовосстанавливающегося кольца с высокой степенью надежности.

Мультиплексор SMS-150C управляется системой управления сетью INS-100MS. Непосредственно с системы управления INS-100MS можно осуществлять как наблюдение за характеристиками, так и управление путями прохождения трафика для всей SDH сети. Управление SMS-150C осуществляется через байты каналов передачи данных (DCC), находящиеся в заголовке SDH кадра.

Особенности SDH мультиплексора SMS-150C:

- компактный размер для крепления на стене;

- выделение до 21 канала 2Мбит/с (G.703);

- поддерживает 2-х волоконное SNC-P кольцевое резервирование с резервированием пути на уровнях VC-12 и VC-3;

- поддерживает режим терминального мультиплексора с линейным резервированием трафика 1+1 MSP;

- позволяет осуществлять наблюдение за характеристиками (G.826);

- обладает функцией (ALS) автоматического гашения лазера (G.958);

- оборудован внешним входом сигнала синхронизации;

- отвечает стандарту EN55022 Class В на электромагнитную совместимость ЕМС (настенный вариант);

- позволяет дистанционно загружать программное обеспечение;

- оборудован интерфейсами аварийной сигнализации состояния помещения (НКА) и контроля состояния помещения (НКС);

- управляется совместно с остальными SDH мультиплексорами производства НЭК Корпорейшн.

Мультиплексоры SMS-600V и SMS-150C располагаются в шкафу аппаратуры "Обь-128Ц", которая расположена на всех станциях участка.

Комплекс "Обь-128Ц" предназначен для организации оперативно-технологической связи (ОТС) для российских железных дорог в цифровых и цифро-аналоговых сетях [6].

Комплекс рассчитан для работы в качестве:

- распорядительной станции отделенческой оперативно-технологической проводной связи;

- симплексной поездной радиосвязи;

- исполнительной станции отделенческой проводной связи, являющейся одновременно коммутатором станционной распорядительной, стрелочной связи и громкоговорящей парковой связи.

Предусмотрена возможность использования аппаратуры комплекса одновременно в режиме распорядительной и исполнительной станций.

В системе отделенческой оперативно-технологической связи аппаратура рассчитана для работы в цифровых и цифро-аналоговых сетях.

В аналоговой части сети для работы аппаратуры могут быть использованы телефонные каналы любых систем передачи и физические кабельные линии.

В цифровой сети для организации отделенческой ОТС используются два первичных цифровых канала (ПЦК) 2048 кбит/с, организованной по волоконно-оптическому кабелю (ВОЛС).

Аппаратура "ОБЬ-128Ц" поддерживает все интерфейсы, предусмотренные руководящим техническим материалом:

- ИС2 – комплект высокоомного подключения;

- ИС-2/8 – комплект высокоомного подключения;

- ПГС – комплект перегонной связи с возможностью набора импульс/DTMF;

- ДСУ – комплект с управлением голосом;

- ИС4 – комплект для подключения четырехпроводных каналов ТЧ;

- КУН8 – комплект универсальный МЖС;

- PN-4LCC – комплект ЦБ;

- PN-8LCАА – комплект ЦБ; - PN-4CОТА – комплект ЦБ;

- PN-8CОТR – комплект ЦБ.

Комплекс будет применяться в сети ОТС на участке Уссурийск - Барановск - Хасан для организации отделенческой (диспетчерской) оперативно-технологической проводной связи, станционной оперативно-технологической проводной связи, связи совещаний, поездной радиосвязи и передачи данных от линейных предприятий, систем ТЧ-ТС и других служб в цифровой сети.

С помощью отделенческой (диспетчерской) ОТС, предназначенной для диспетчерского управления эксплуатационной работой железнодорожного транспорта в пределах отделения железной дороги, обеспечивается установление и ведение переговоров диспетчеров различных служб с абонентами соответствующих диспетчерских кругов, находящихся на станциях, перегонах и других объектах.

В состав отделенческой ОТС на рассматриваемом участке входят связи следующего назначения:

- поездная диспетчерская (ПДС);

- линейно-путевая (ЛПС);

- энергодиспетчерская (ЭДС);

- служебная диспетчерская (СДС);

- билетная диспетчерская (БДС);

- маневровая диспетчерская (МДС);

- вагонораспорядительная диспетчерская (ВДС);

- дежурного по охраняемому переезду (ОПС);

- межстанционная (МЖС);

- перегонная (ПГС);

- постанционная связь (ПС).

Станционная ОТС предназначена для оперативного руководства технологическим процессом эксплуатационной работы железнодорожной станции.

Станционная ОТС включает в себя связи следующего назначения:

- станционную распорядительную телефонную связь (СРТС);

- стрелочную телефонную связь;

- двухстороннюю парковую связь (ДПС).

Конвертер ССПС-128, входящий в состав комплекса "Обь-128Ц", позволяет при минимальных затратах решить проблему сопряжения любых зарубежных УАТС и систем транковой радиосвязи с телефонной сетью общего пользования России и стран СНГ.

Поддерживает наиболее распространенные российские системы сигнализации применительно к системам цифровой передачи ИКМ-30 с декадным и тональным методами передачи адресной информации. Имеются также интерфейсы с обычной двухпроводной городской абонентской линией и трехпроводными соединительными линиями.

Конвертер ССПС-128 в зависимости от конфигурации может менять свои функциональные возможности от мультиплексора-концентратора абонентских окончаний до конвертора систем сигнализации для цифровых стыков или системы тарификации.

Большинство настроек при вводе системы в эксплуатацию и текущем обслуживании производится программно с консоли оператора в качестве которой используется либо IBM/PC - совместимый компьютер подключаемый по стыку RS-232 с соответствующим программным обеспечением, либо удаленно через модем.

Применение мощных DSP позволяет обрабатывать сигнальный трафик тональных систем сигнализации без блокировок, а также вести тотальный мониторинг проведения вызова на каналах, подключенных через интерфейс городской абонентской линии.

В системе имеется пространственно временной не блокирующий коммутатор, что позволяет эффективно перераспределять разговорный трафик между каналами с учетом следующих критериев: типа линии (канала), времени, стоимости.

Назначение конвертера ССПС-128:

- контроллер групповых каналов;

- управляющее устройство, взаимодействующее с цифровой системой передачи;

- коммутационное и каналообразующее оборудование с выделенным ПЦК, ОЦК, каналов передачи данных;

- обеспечивает выход абонентов коммутационной станции в групповой канал;

- включает оборудование для подключений:

а) 4-х проводных каналов ТЧ;

б) 2-х проводных окончаний для организации аналоговых ответвлений от цифровой сети по физическим линиям;

в) 2-х проводных окончаний для организации связи по физическим линиям перегонной связи;

г) 2-х проводных окончаний для подключения линий МЖС;

д) радиостанций;

ж) регистраторов переговоров.

Цифровые учрежденческие АТС NEAX 7400 ICS , также входящие в состав комплекса "Обь-128Ц", отвечают самым современным требованиям к системам связи, работают с любыми видами информации - речью, данными, текстом, видеосигналом.

Модель 100МХ является надежной платформой для построения систем связи для небольших и средних по размеру организаций (емкостью до 768 портов). Модель 100МХ поддерживает широкий спектр функций, включая встроенную систему беспроводной связи, систему голосовой почты, центр обработки вызовов и функции компьютерной телефонии. Модульная конструкция как аппаратного так и программного обеспечения позволяет при минимальных затратах наращивать емкость системы и добавлять те или иные функции. Модель 100МХ состоит из компактных и легких модулей, что обеспечивает простую инсталляцию. Все модели имеют полностью неблокируемое коммутационное поле и основаны на технике децентрализованного распределенного управления. Система тарификации разговоров встроена в станции. При необходимости можно установить ИКМ-тракты с сигнализацией ISDN, R2 или ОКС №7. Станции могут выполнять функции транзитных АТС. В качестве межстанционного взаимодействия стоит отметить возможность работы с аналоговыми соединительными линиями E&M. Станции также поддерживают "горячую" замену любых плат, включая центральный процессор, с восстановлением работоспособности за пять секунд.

Учрежденческие АТС серии NEAX 7400 позволяют обеспечить ряд сложных функций, благодаря использованию компьютерных технологий и подключению дополнительных периферийных устройств. В частности, возможны такие функции, как подробная регистрация вызовов (SMDR), передача речевых сообщений (MCI), автоматическая коммутация (ACD/MIS), техническое обслуживание (МАТ), а также адаптация системы к конкретным задачам данного пользователя (OAI). Кроме того, возможна интеграция речевых сообщений и музыкального фона для режима ожидания ответа. Все эти устройства обеспечивают гибкость системы и высокую эффективность.

Логическая структура сети ОТС образована двумя кольцами: конвертеров ССПС-128 соединенных каналами ISDN и станций NEAX 7400 ICS M100MX соединенных каналами ОКС №7 (ССIS) между собой. При этом конвертер и станции попарно соединены. Логическая структура сети ОТС представлена на рисунке 5.3.

Сигнализация ISDN используется для обмена информацией конвертерами ССПС-128 между собой и цифровыми станциями NEC. Сигнализация ОКС №7 обеспечивает обмен данными в сети между цифровыми станциями NEC.

Предполагается, что конвертер ССПС-128 обеспечивает функционирование (контролирует) собственных абонентов (абонентов существующих аналоговых подсистем) и абонентов подсоединенных к станции NEAX 7400 ICS M100MX.



Рисунок 5.3 - Логическое построение системы ОТС

**6. Управление сетью ОТС на участке**

**6.1 Структура вычислительной сети участка**

Проектируемая система мониторинга и администрирования (СМА) предназначается для контроля и управления техническими средствами системы ОТС участка Уссурийск - Хасан Дальневосточной железной дороги.

Как уже говорилось, информационная сеть СМА системы ОТС обеспечивает подключение рабочих мест эксплуатационного персонала к оборудованию ОТС на трех уровнях: РМ-1, РМ-2, РМ-3 [1]. Структурная схема вычислительной сети СМА представлена на листе 6 графического материала.

РМ-1 обеспечивает непосредственный контроль состояния системы передачи, блоков питания и другого оборудования на участке (они располагаются на каждой станции участка). РМ-2 составляет сводную базу данных со всех подотчетных РМ-1, и отправляет полученную информацию на РМ-3.

Для связи РМ-1 с управляемой аппаратурой применяется интерфейс RS‑232. Для связи РМ-2 с подотчетными РМ-1 применяется топология «Звезда». РМ-2 расположенный на станции Уссурийск, является «шлюзом» для передачи сигнала РМ-2 на РМ-3 (г. Владивосток).

Передача информации мониторинга от коммутационных станций в адрес РМ-2 и РМ-3, а также информации администрирования, осуществляется по каналу ОКС.

Конфигурирование и управление сетью осуществляется с рабочего места РМ-3, либо с рабочего места РМ-2, в случае передачи оператором РМ-2 администратором сети ОТС полномочий на проведение конфигурации оборудования.

Система мониторинга и администрирования организуется из двух систем с различными объектами управления:

- система управления цифровой системой передачи SDH (ЦСП SDH) технологического сегмента (мультиплексоры SMS-600V и SMS-150C), это ЦТУ (РМ-3);

- система управления коммутационным оборудованием (конвертеры ССПС-128, коммутационные станции (КС) NEAX 7400 ICS M100MX), - ЦТО (РМ-2).

**6.2 Локальное управление элементами сети (РМ-1)**

Для локального управления элементами сети используются местные терминалы (МТ) на базе компьютеров класса Notebook.

Программное обеспечение управления конвертором используется для следующих операций:

- программирование конвертора в режиме "on-line"(в линии).

а) term7.exe – исполняемый файл, управляющая программа;

б) mdrv.exe – драйвер, в файл сonfig.sys добавить строчку;

в) при соединении по СОМ1:

device = c:\ itsd \ mdrv.exe micdev 0х3f8 4 115200;

г) при соединении по СОМ2:

device = c:\ itsd \ mdrv.exe micdev 0х2f8 3 115200;

д) (файлы term7.exe, mdrv.exe и все перечисленные неоходимо хранить в одной директории, например itsd);

- загрузка новой версии ПО конвертера:

а) newrom5.flc – вспомогательный файл;

б) csi\_576.hex – вспомогательный файл;

в) flashu.exe – исполняемый файл для локальной загрузки ПО конвертора (файла newrom.hex);

- хранение настроек (itsdXXX.cfd – файл с конфигурацией конвертора (двоичный));

- программирование конвертора в режиме "off-line" (monitor.exe – исполняемый файл для просмотра и внесения изменений в файл с конфигурацией);

- для удаленного соединения с конвертором по его номеру в сети:

а) ockish.cvs – файл с описанием набора для удаленного соединения по В-каналу,

б) ockishd.cvs – файл с описанием набора для удаленного соединения по D-каналу;

- для перекодировки и циркулярных вызовов:

а) kusgv.cvs (kusgv.txt) - файл с описанием перекодировок и циркулярных вызовов;

б) otsgrp2.exe - исполняемый файл для внесения данных из файла kusgv.txt в файл с конфигурацией itsdXXX.cfd.

При управлении КС NEC M100MX возможно два вида управления:

- сетевое (основное, из центра управления);

- локальное (аварийное, на любой станции сети).

Сетевое управление возможно при подключении РС-NM через внешний модем и производится путем коммутируемого соединения со встроенным модемом центральных процессоров каждой станции сети. Используется подключение через модем. Внешний модем подключается к порту платы аналоговых абонентских линий LC (на кроссе) и к CОМ-порту персонального компьютера (прямым RS-кабелем).

Минимальные требования к РС на базе компьютера такие же как и РС для управления конвертером. Но в данной системе управления используется внешний модем ZyXEL U-1496Е, для его подключения к аналоговому порту кросса используется однопарный кабель.

При сетевом управлении выполняются следующие функции:

- соединение с любой КС NEC M100MX сети;

- сбор и анализ аварийных сообщений;

- настройка параметров КС NEC M100MX;

- загрузка и сохранение конфигураций КС NEC M100MX.

Локальное управление позволяет управлять одной КС. Оно осуществляется при подключении МТ управления напрямую к RS-порту центрального процессора.

Местный терминал через СОМ-порт при помощи специальных кабелей МАТ-СА подключается к порту RS0 центрального процессора МР. При локальном управлении выполняются следующие функции:

- сбор и анализ аварийных сообщений;

- настройка параметров коммутационных станций NEC M100MX;

- загрузка и сохранение конфигураций коммутационных станций.

Схема сетевого и локального управления КС NEC M100MX представлена на листе 6 графического материала.

В качестве ПО управления КС используется программа MATWorX. Терминал управления поставляется с установленной программой, которая обычно находится на диске «С» в директории «MATWorX». В этой же директории хранятся файлы с конфигурациями станций, вида ххх.ofd

**6.3 Управление коммутационным оборудованием (ССПС-128 и NEAX)**

В соответствии с ТЗ СМА ЦТО коммутационного оборудования необходимо организовать на станцииУс. Основной задачей эксплуатационного персонала ЦТО является контроль (мониторинг) работоспособности оборудования ОТС, организация ремонтно-восстановительных работ в случае отказов компонентов сети ОТС, а также конфигурирование системы ОТС участка по заданию ЦТУ и в пределах определенных для ЦТО полномочий.

Для управления коммутационным оборудованием (ССПС-128 и NEAX) на уровне элемент-менеджмента используются РС-ЕМ, размещенные в ЦТО, к которой подключается рабочее место оператора РМ-2 через стык RS-232C. C этой станции осуществляется вход в сеть СПД и через неё осуществляется доступ к РМ-3 с целью организации обмена служебной информацией [1]

Физической средой передачи данных между РС-ЕМ ЦТО и КС могут являться:

- общий канал сигнализации (ОКС), организованный в цифровой сети ОТС;

- канал передачи данных, образованный вне рамок сети ОТС.

Физической средой информационного обмена РС-NM ЦТУ с РС-ЕМ ЦТО могут являться:

- каналы передачи данных, образованные в рамках сети ОТС;

- каналы передачи данных, образованные вне рамок сети ОТС (включая ЛВС типа Ethernet).

Местный терминал должен обеспечивать:

- оперативный ввод в информационное обеспечение КС настроечных данных, определяющих адресацию станции, как сетевого элемента, и ее абонентов, таблицы коммутации в пределах данной станции;

- проведение ремонтно-восстановительных работ и профилактических мероприятий, при которых программное обеспечение МТ предоставляет ремонтно-восстановительным бригадам, необходимый инструментарий для тестирования оборудования КС и диагностики неисправностей.

Местный терминал должен подключаться к оборудованию ОТС только в случаях выполнения работ, установленных выше, в других случаях подключение МТ запрещено. Само же подключение МТ к КС должно быть обставлено специальным разрешением административной службы сети ОТС.

Коммутационное оборудование ОТС со стороны входа МТ защищается специальным паролем, без ввода которого в станции не должны выполняться никакие команды из МТ. Аутентификация пользователя МТ с помощью пароля должна обеспечивать защиту КС только на местном уровне.

Операция оперативного ввода настроечных данных в информационное обеспечение КС с помощью МТ должна осуществляться преимущественно на стадии инсталляции системы ОТС по единой программе, разработанной административной службой сети ОТС для всех настраиваемых объектов в рамках отделенческого ЦТУ. Чтобы обеспечить непротиворечивость настроечных данных, вводимых с помощью МТ одновременно на большом числе объектов сети ОТС, не следует допускать ввода данных непосредственно с клавиатуры компьютера, а использовать заранее и централизованно сформированные административной службой шаблоны.

Не исключается возможность обновления/изменения настроечных данных с помощью МТ в процессе эксплуатации системы ОТС.

Местный терминал не должен содержать базу данных данного объекта. Вся настроечная информация, вводимая с МТ, помещается в базу данных КС.

Программное обеспечение МТ (в совокупности с программным и информационным обеспечением КС) должно предоставлять возможность взаимодействия МТ с любой КС данного типа независимо от дислокации станции, комплектности ее оборудования и конфигурации цифровой сети ОТС, в состав которой входит станция.

При проведении ремонтно-восстановительных работ и профилактических мероприятий должна быть обеспечена возможность тестирования оборудования ОТС с помощью МТ как на работающем оборудованием ОТС в составе сети (в фоновом режиме), так и с выключенным из состава сети (в автономном режиме).

Рабочая станция РС-ЕМ должна служить для выполнения следующих задач эксплуатационного персонала ЦТО:

- контроль за работоспособностью оборудования ОТС участка и организация ремонтно-восстановительных работ в случае отказов компонентов сети ОТС;

- получение распоряжений из административной службы (АС) ЦТУ на выполнение реконфигурации оборудования ОТС участка данным ЦТО и исполнение этих распоряжений путем передачи настроечных параметров в КС ОТС;

- ведение в базе данных (БД), доступной РС-ЕМ, журнала событий, включая регистрацию фактов возникновения неисправностей и восстановления работоспособности оборудования ОТС, изменения конфигурации сети ОТС, комплектности КС и прочее;

- формирование отчетов о техническом состоянии оборудования ОТС участка для передачи в АС ЦТУ.

Выполнение перечисленных задач должно возлагаться на сменного оператора ЦТО.

Сменный оператор с помощью РС-ЕМ должен осуществлять формирование отчетов о текущем техническом состоянии и конфигурации оборудования ОТС участка для последующей передачи в АС ЦТУ. Интервалы передачи отчетов из ЦТО в ЦТУ с целью обновления информации в БД РС-NM:

- один раз в 4 часа – при отсутствии каких-либо коллизий (нарушений работоспособности, повреждений, реконфигураций и прочее;

- один раз в 30 минут – при наличии коллизий;

На экране РС-ЕМ должны отображаться следующие виды информации:

- общая схема участка с указанием железнодорожных станций с указанием на ней технического состояния каждой станции ОТС;

- схема организации связи участка ОТС с указанием используемых потоков Е1 соответственно для колец нижнего и верхнего уровней;

- информация о работе колец по основному цифровому и/или резервному ТЧ-тракту;

- схема диспетчерских кругов с указанием распорядительных/исполнительных станций, включая и круги служебной связи сменного оператора и дежурного администратора;

- схема регламентного круга с указанием подключенных к нему на данный момент объектов (абонентов);

- детальное изображение каждой станции ОТС, ее комплектности и инициализированных технических средств (модулей, блоков, кластеров), а также состояние источников электропитания;

- общая и детальная индикация технического состояния (исправности/аварии) каждой станции ОТС, ее составных компонент;

- состояние пультов руководителей (ПР) абонентов ОТС;

- информация по диагностике радиостанций поездной радиосвязи (обобщенная и детальная).

**6.4 Управление мультиплексорами SMS-600V и SMS-150C**

На рассматриваемом участке ЦТУ организуется на станции Владивосток в здании Дистанции сигнализации и связи. Отделенческий ЦТУ обеспечивает выполнение функций, принадлежащих сетевому уровню управления (NM) концепции TMN, но адаптированных непосредственно для ОТС железной дороги. Управление осуществляется с рабочей станции (РС-NM) на базе персонального компьютера. В ЦТУ также размещаются РС-ЕМ для управления мультиплексорами на уровне элемент-менеджмента.

Схема управления технологическим сегментом сети на участке представлена на листе 7 графического материала.

Конфигурирование на сетевом уровне (NM) включает:

- конфигурирование трактов VС-n,m;

- конфигурирование сетевых трактов 2, 34, 140 Мбит/с;

- конфигурирование уровней срабатывания аварийной сигнализации в линиях трактах и каналах;

- конфигурирование узлов и линий передачи.

При конфигурирование трактов VС-n,m они образуются на свободных временных позициях STM-1 между двумя оконечными узлами (NE), входящими в данную систему обслуживания. Эта операция осуществляется автоматически, если все узлы, через который проходит тракт, обладают соответствующими возможностями оперативного переключения, включая программную поддержку. При выполнении операции команды из сетевого уровня передаются на элементный уровень.

В некоторых случаях при отсутствии программной поддержки всей операции возможно создание трактов VС-n, m с помощью выполнения операции на элементном уровне для каждого узла по отдельности.

Система управления должна обеспечить следующие операции с трактами VС-n, m:

- образование трактов VС-n,m (операция позволяет выбрать два узла на географической карте области управления (при этом узлы не должны быть аварийными), установить порядок тракта VС-n, m (VC-12, VC-2, VC-3, или VC-4) и установить номер и наименование тракта VC-n, m);

- изменение параметров трактов VС-n, m, операция возможна для тех трактов, которые созданы на сетевом уровне;

- резервирование трактов VС-n, m (операция позволяет обеспечить переключение тракта VС-n на резерв при повреждении основного тракта);

- уничтожение трактов VС-n, m (операция возможна для тех трактов, которые созданы на сетевом уровне);

- проверка трассы тракта VС-n, m (операция обслуживания позволяет проверить правильность приема нужного VС-n , m на оконечной станции; для этого в байты заголовков трактов VС-n m вставляется идентификатор трассы с определённым форматом; на оконечной станции принятое значение идентификатора сравнивается с ожидаемым и в случае отличия включается аварийный сигнал; используются байт J1 для VС-n и байт J2 для VС-n);

- запись параметров трактов VС-n,m.

Операция позволяет записать параметры трактов в системный файл, или на гибкий диск, или на принтер.

При конфигурировании сетевых трактов Е1, Е3 и Е4, они образуются в трактах VC-12, VC-3 и VC-4 соответственно. Все упомянутые сетевые тракты и каналы (в дальнейшем для простоты именуемые каналами) могут приходить из других сетей РDH или SDH, поэтому конечные узлы для трактов VС-n, m могут не совпадать с конечными пунктами для каналов. Система управления должна обеспечить следующие операции с каналами:

- образование каналов (операция позволяет выбрать тракт VС-n, m на географической карте области управления, соответствующий нужному каналу (при этом тракт VС-n, m не должен быть аварийным), установить номер и наименование канала);

- изменение параметров канала (операция позволяет изменить номер и наименование соответствующего канала и возможна для тех каналов, которые созданы на сетевом уровне);

- резервирование каналов (операция позволяет обеспечить резервирование того участка канала, который проходит по области данной системы обслуживания с помощью переключения тракта BK-n,m на резерв при повреждении основного (линейного) тракта);

- уничтожение канала (операция приводит к удалению канала из системы управления и возможна для тех каналов, которые созданы на сетевом уровне);

- проверка содержания трактов VС-n,m (эта функция обслуживания позволяет проверить правильность структуры размещения (mapping) с помощью специальной метки в байтах заголовков VС-n,m; на оконечном узле принятое значение метки сравнивается с ожидаемым и в случае отличия включается аварийный сигнал; используются байт V5 (биты с пятого по седьмой) для VС-n и байт С2 для VС-n; для VC-12 проверяется, например, наличие асинхронного, бит-синхронного или байт-синхронного размещения);

- запись параметров каналов (операция позволяет записать параметры каналов в системный файл или на гибкий диск или на принтер).

При конфигурировании уровней срабатывания аварийной сигнализации в линиях, трактах и каналах система управления должна обеспечить следующие операции:

- выбор порогов срабатывания аварийной сигнализации для линий мультиплексных и регенерационных секций, трактов VС-n,m и каналов;

- запись порогов срабатывания аварийной сигнализации в системный файл или на гибкий диск или на принтер.

Конфигурирование на уровне сетевых элементов (EM) включает:

- конфигурирование узлов;

- конфигурирование синхронизации;

- конфигурирование оперативных переключений;

- конфигурирование резервирования блоков;

- конфигурирование резервирования трактов VС-n,m;

- конфигурирование интерфейса к общестанционной аппаратуре;

- конфигурирование с срабатывания аварийной сигнализации в узлах;

- конфигурирование портов и резервирование мультиплексных секции.

Система обслуживания обеспечивает следующие операции с узлами:

- выбор узла (узел выбирается из списка узлов; после этой операции можно проводить все действия с узлами на элементном уровне);

- изменение параметров узла (операция позволяет менять тип оборудования, адрес, режим работы, комплектацию и. т. д.);

- уничтожение узлов (эта операция изымает узел из системы управления и возможна только для узлов, не соединённых линиями с другими узлами; если узел соединён линиями с другими узлами, то следует сначала уничтожить линии);

- запись параметров узла (эта операция позволяет записать параметры узла в системный файл или на гибкий диск или на принтер).

При конфигурировании синхронизации СУ должна обеспечить выбор режима синхронизации для каждого узла в системе.

Выбираются режимы:

- автономный;

- от линейного сигнала (агрегатный сигнал STM-N);

- от компонентного сигнала (сетевой тракт PDH);

- от станционного сигнала (внешнего источника).

Кроме того, выбираются резервные источники синхронизации с заданным приоритетом.

При конфигурировании оперативных переключений СУ для каждого узла позволяет установить необходимые оперативные переключения трактов VC-n,m между агрегатными портами (оптическими линейными стыками), между агрегатными компонентными портами (цифровыми сетевыми стыками) и между компонентными портами.

При конфигурировании резервирования трактов VC-n,m для кольцевых структур система управления должна обеспечить на элементном уровне для каждого узла, входящего в кольцо, резервирование трактов VC-n,m по схеме 1+1. При этом сигнал на передаче раздваивается на два направления - по и против часовой стрелки. Для цепочечных (линейных) структур система управления должна обеспечить на элементном уровне для каждого узла резервирование трактов VC-n,m по схеме 1+1 в соответствии с принятым алгоритмом ввода графика обходов и замен. При этом на каждой секции переключения на резерв (мультиплексной секции) в качестве резервного может быть использован специально выделенный тракт, либо тракт не загруженного VC-п.

Для каждой из сетевых структур на приёме секции переключения на резерв происходит переключение основного тракта на резервный в случае:

- аварии на передаче на удаленном конце;

- аварии на приеме;

- обрыве оптического кабеля;

- аварии на промежуточном узле, приводящей к потере указателя TU или к появлению сигнала СИАС тракта.

Система управления должна обеспечить детальные сообщения о всех повреждениях на сетевом и элементном уровне. Должна быть обеспечена локализация повреждений с точностью до порта. По требованию оператора с помощью СУ должен быть получен полный перечень аварий за определенное время.

Сообщения системы управления могут быть:

- автономными, когда при возникновении аварийного события автоматически в системе управления появляется соответствующее сообщение, но при этом должна иметься возможность фильтрации сообщений об аварийных событиях, чтобы пользователь получал только те сообщения, которые ему нужны;

- по требованию, когда для детального изучения аварийных событий за определенное время пользователь может запросить список сообщений об аварийных событиях, отфильтрованных по ряду признаков.

В системе управления, состоящей из сетевых элементов ЦСП SDH, поддерживается функция контроля качества на интерфейсах РDH и SDH (сетевых трактов E1, Е3, Е4, трактов VС-n,m мультиплексных и регенерационных секций).

Для контроля над рабочими характеристиками по показателям ошибок в системе управления аппаратуры SDH используются определенные временные интервалы:

- предыдущий короткий интервал;

- текущий короткий интервал;

- несколько прошедших коротких интервала;

- текущий длинный интервал;

- предыдущий длинный интервал.

Полученные данные передаются в систему управления по запросу пользователя или регулярно, или при превышении порога показателя ошибок.

При администрировании СУ должна обеспечить выполнение следующих операций:

- создание, модификация, уничтожение пользователей;

- запуск системы управления;

- остановка системы управления;

- установка параметров периферийных устройств (операция позволяет осуществить запись на внешние носители (диск или ленту) резервной базы данных или загрузить новое программное обеспечение);

- архивирование системы;

- восстановление базы данных;

- получение полного списка аварийных событий;

- установка категорий для аварийных событий в самой системе управления;

- ввод или уничтожение блоков с точки зрения системы управления.

Для организации сети управления мультиплексорами SMS-600V и SMS-150C используется топология – кольцо. Сеть управления состоит:

- четырнадцать мультиплексоров

- РС-ЕМ;

- РС-NM;

- МТ, выполняющего функции ЕМ.

Рабочие станции РС-ЕМ и РС-NM к сети SDH подключаются через локально-вычислительную сеть (ЛВС) через интерфейс Q3. Местные терминалы подключаются к каждому из узлов через интерфейс F (RS-232). Схема управления мультиплексорами первичной сети представлена на листе 4 графического материала.

Управление первичной сетью связи внутри Отделения дороги осуществляется по встроенным каналам связи (DCC). Встроенный канал связи DCC обеспечивает канал логических операций между NE, используя канал передачи данных как свой физический уровень.

Локально-вычислительная сеть, используемая для управления сегментом первичной сети связи, организована в ЦТУ на станции Хабаровск Она организована по принципам построения сети Ethernet. В состав ЛВС входят: РС-ЕМ, РС-NM, принтер, модем, сервер, два концентратора. Схема ЛВС представлена на рисунке 5.1.

В сигнале STM-1 организованы два канала передачи данных, содержащие байты D1-D3 заголовка регенерационной секции для канала 192 кбит/с и байты D4-D12 заголовка мультиплексной секции для канала 576 кбит/с. Байты D1-D3 доступны для всех сетевых элементов ЦСП SDH, а байты D4-D12, не доступны в регенераторах.

Байты D1-D3 выделены для использования NE ЦСП SDH. Канал D4-D12 может использоваться как универсальный (широкого назначения) канал передачи для поддержки СУ, включая применения, не относящиеся к сети SDH. Сюда входит как организация связи между операционными системами, так и между операционной системой и сетевым элементом.

Система управления мультиплексорами фирмы NEC построена на базе INS-100MS этой же фирмы.

Система управления INC-100MS предоставляет множество функций, позволяющих полностью использовать возможности по управлению SDH оборудованием опираясь на дружелюбный графический интерфейс пользователя [10].

Система управления сетью построена по технологии клиент-сервер. Сервер непосредственно осуществляет управление оборудованием. Клиент предоставляет пользователю простой в освоении и удобный в эксплуатации графический интерфейс.

Система управления сетью INC-100MS соответствует концепции TMN. Система INC-100MS поддерживает следующие уровни управления, определенные в функциональной архитектуре TMN:

- управление сетевым элементом (EM);

- управление сетью (NM).

Особое внимание в INC-100MS уделено управлению сетевым уровнем (создание тракта точка-точка, контроль над секцией/трактом).

В INC-100MS заложена возможность использования открытого интерфейса Q3 для соединения с системами других производителей.

Система INC-100MS поддерживает статическое и динамическое управление. Статическое управление связано с ресурсами, на которые опираются объекты системы INC-100MS. Основной функцией является регистрация ресурсов в базе данных управления (MIB) для соответствия системы реальному миру. Например, при создании элемента сети (NE) в базе MIB, оно не оказывает влияния на реальное, т.е. физическое оборудование на линии; просто создается изображение элемента, который должен существовать в реальном мире физических действий, вне области действия системы INC-100MS. Динамическое управление связано со способностью оборудования сети SDH изменяться в зависимости от конкретных и (или) изменяющихся требований пользователя.

Технические характеристики INC-100MS:

- возможность установки мультисерверного режима (до 4 мультисерверов);

- возможность установки до 8 рабочих станций на каждый сервер;

- возможность управления сетевыми элементами до 4096 единиц;

- возможность выбора для сервера конфигурации без резервирования или с резервированием;

- возможность интегрирования уровня управления сетью с уровнем управления сетевым элементом.

- поддержка широкого диапазона функций системного управления OSI (взаимодействие открытых систем).

При управлении конфигурацией может осуществляться регистрация домена, офиса, сетевого элемента, секции, а также сквозное проектирование пути и управление автоматическим переключением на резерв и автоматической синхронизацией.

**6.5 Структура локальных вычислительных сетей**

6.5.1 Структура локально-вычислительной сети ЦТО

Для связи РМ-2 с подотчетными РМ-1 применяется топология «Звезда». Поскольку на участке, для организации связи, используется топология «Уплощенное кольцо», то применение аналогичной топологии для связи РМ‑2 между собой не представляет никаких затруднений. РМ-2 расположенный на станции Ус, является «шлюзом» для передачи сигнала РМ-2 на РМ-3 (г.В).

Для построения ЛВС ЦТО выберем топологию сети типа «Звезда» и сетевую архитектуру 100BaseT (Fast Ethernet) [11]. В качестве узлов сети используются следующие элементы:

- ПК администратора;

- ПК помощника;

- сетевой принтер;

- модем для связи с подотчетными РМ-1;

- модем для связи с РМ-3 (для станции Ус).

В качестве центрального узла используется коммутатор Cisco Catalyst 2940, 8 портов 10/100, 1 порт 10/100/1000BaseT с количеством портов, равным девяти (остальные порты могут быть использованы в качестве резерва, например для подключения ЛВС ЦТО к другим внутристанционным ЛВС). Для соединения узлов сети с концентратором используются патч-корды необходимой длины. Каждое рабочее место оборудуется одной настенной розеткой с двумя восьмиконтактными разъёмами (под вилку RJ-45) в соответствии со стандартом Т568В. ЛВС ЦТО представлена на рисунке 6.1.



Рисунок 6.1 – ЛВС ЦТО

6.5.2 Структура локально-вычислительной сети ЦТУ

Для построения ЛВС ЦТУ выберем топологию сети типа «Звезда» и сетевую архитектуру 10BaseT (Fast Ethernet) [8]. В качестве узлов сети используются следующие элементы:

- ПК администратора;

- ПК помощника (для каждого участка данной дороги, в том числе и для участка Уссурийск - Хасан);

- сетевой принтер;

- ЛВС Управления дороги.

В качестве центрального узла используется коммутатор Cisco Systems, Inc Catalyst 2950, 16 портовый 10/100, , 1 порт 10/100/1000BaseT с 16 портами Fast Ethernet и одним портом Gigabit Ethernet (для соединения с ЛВС Управления ДВЖД). ЛВС ЦТУ представлена на рисунке 6.2.

Таким образом, ЦТУ представляет собой центральный узел вычислительной сети дороги (одной из ветвей которой является вычислительная сеть участка). Вычислительная сеть системы мониторинга и администрирования участка представлена на листе Д.1904.02.05.000 графического материала.



Рисунок 6.2 – ЛВС ЦТУ

**7. Система тактовой сетевой синхронизации**

**7.1 Система синхронизации сети технологического сегмента**

Система тактовой сетевой синхронизации (С ТСС) предназначается для обеспечения качества, надежности и эффективности работы цифровых сетей оперативно-технологической связи (ОТС) железных дорог России при передаче различной информации (речи и данных).

Система ТСС является подсистемой системы ОТС; она представляет собой сложный, территориально распределенный комплекс технических средств, прежде всего, источников сигналов ТСС, систем передачи и генераторов коммутационного оборудования ОТС, предназначенный для обеспечения качественных показателей связи [16].

Система ТСС на цифровой сети осуществляет согласование шкал времени всех нуждающихся в синхронизации устройств этой сети, чтобы избежать или свести к минимуму “проскальзывания” цифрового сигнала. Без решения проблемы синхронизации, нельзя построить систему с гарантированно высоким качеством связи. Для нормально работающей цифровой сети частота "проскальзываний" не должна превышать установленных норм. Поэтому синхронизация осуществляется по методу "главный генератор - ведомый генератор", то есть используется иерархия задающих генераторов, при которой каждый уровень задающего генератора синхронизируется по эталону более высокого уровня:

* первый уровень - первичный эталонный генератор (ПЭГ);
* второй уровень - ведомый задающий генератор (ВЗГ);
* третий уровень - задающий генератор сетевого элемента (ГСЭ).

Согласно ОСТ 32.145-2000 установлено три режима работы системы ТСС, которые обеспечивают взаимодействие цифрового оборудования в сетях ОТС:

-синхронный режим. Является основным и должен поддерживаться на сети ОТС при отсутствии неисправностей в цепях синхронизации. При этом используется принцип принудительной синхронизации цифрового оборудования сети от хронирующих источников более высокого уровня иерархии системы ТСС;

- псевдосинхронный режим. Допускается в случаях установления соединений цифрового оборудования ОТС на стыках двух участков, каждый из которых синхронизируется независимым источником. Точность установки частоты сетевых генераторов при этом должна быть не менее 10-11 (стандарт G.811), и допускается не более одного проскальзывания за 70 суток;

- плезиохронный режим. Допускается на сети ОТС на время проведения ремонтно-восстановительных работ по устранению неисправности в цепи синхронизации. Точность установки частоты генераторов не менее 10-9 (G.812), и допускается не более одного проскальзывания за 17 часов.

Отраслевым стандартом предусматривается всего две базовые модели участка сети синхронизации – I и II типа.

Для участка сети синхронизации Уссурийск - Хасан используется модель I типа, когда сети ОТС имеется две технологические цифровые сети (1-го и 2-го уровней). Топология данной модели представляет собой древовидную структуру, «корнем» которой является ведомый задающий генератор – 1 (ВЗГ-1), а каждая ветвь оканчивается генератором конкретного оборудования связи. Промежуточные станции колец нижнего уровня синхронизируются от мостовых станций соответствующих колец, но иногда возможно осуществить синхронизацию в кольцах нижнего уровня через промежуточную станцию, включенную аналогично мостовой станции. Структурная схема модели I типа участка сети синхронизации представлена на рисунке 7.1.

Максимальное количество сетевых элементов в одной цепи синхронизации должно быть не более 60. Через каждые 10 сетевых элементов, образующих звено в цепи синхронизации, устанавливаются ВЗГ-2 для частичного предотвращения накопления дрожания. При этом число ВЗГ-2 должно быть не более 10 в одной цепи.



Рисунок 7.1 – Структурная схема модели I типа участка сети синхронизации

В качестве ВЗГ-2 рекомендуется использовать блоки сетевой синхронизации (БСС) коммутационных станций, включенных в цепь синхронизации способом, предусмотренным моделью II типа. Параметры БСС должны удовлетворять требованиям к параметрам ВЗГ-2. Если же параметры БСС коммутационных станций не удовлетворяют этим требованиям, то допускается устанавливать в качестве ВЗГ-2 дополнительные внешние генераторы.

**7.2 Система управления сетью тактовой сетевой синхронизации**

Основу системы управления (СУ) сетью ТСС составляет система TimePictra, версия 2 фирмы «Симметриком».[17] Она дает оператору единое представление и обеспечивает контроль за функционированием генераторного оборудования (ПЭГ и ВЗГ) всей системы ТСС ЕМЦСС ОАО «РЖД» России через интерфейсы физического уровня. Система управления ТСС состоит из рабочих станций главного и региональных центров управления, программного обеспечения, базы данных управления, сети передачи данных (Ethernet, TCP/IP), центрального сервера и контролируемого генераторного оборудования. Рисунок Подключение к трактам передачи осуществляется непосредственно через широкополосные концентраторы доступа сети АТМ или последовательно соединенные коммутаторами DES и непосредственно через маршрутизаторы IP-сети Catalyst 2600 или маршрутизаторы FCD-IP/D (устройства доступа к портам Е1). Структура СУ сетью ТСС включает следующие функциональные модули:

- управление конфигурацией;

- управление устранением неисправностей;

- управление качеством;

- безопасности;

- графического интерфейса пользователя;

- модуль топологии сети ТСС;

- учета и ведения ресурсов сети ТСС.

СУ сетью ТСС является централизованной с элементами децентрализации по зонам синхронизации. Сервер СУ установлен в главном центре управления (ГЦУ) города Москвы. Для организации линий связи в направлениях «сервер – управляемый элемент» используются каналы IP-сети и АТМ-сети, между «сервером и рабочими станциями зон синхронизации» - каналы IP-сети, «сервер – рабочие станции в зале операторов ГЦУ» - физические цепи по интерфейсу Ithernet, «сервер – рабочая станция офиса» используются внутриобъектовые каналы системы передачи данных. Система управления сетью тактовой сетевой синхронизации представлена на листе 8 графического материала.

Информация о состоянии генераторного оборудования по требованию оператора или при возникновении аварии поступает от ПЭГ и ВЗГ (в данном случае для участка Уссурийск – Хасан от ПЭГ в Хабаровске ВЗГ на ст.Угольная) по каналам IP и АТМ-сети в сервер СУ, выводится на соответствующую рабочую станцию зоны синхронизации и рабочие станции ГЦУ. Оператор рабочей станции зоны синхронизации и рабочей станции ГЦУ в установленном порядке принимает решение по организации работ с конкретным генераторным оборудованием в соответствии с возможностями системы управления.

Региональные рабочие станции взаимодействуют с центральной рабочей станцией по каналам со скоростью 128 кбит/с и выполняет функции Х-терминала. Такой терминал имеет дистанционный доступ по выделенным цифровым каналам связи ОЦК 64 кбит/с к элементам своей зоны синхронизации и к центральной рабочей станции со скоростью 128 кбит/с, однако не имеет собственной базы данных.

С помощью общей сетевой системой управления элементами СЦИ ЕМЦСС ОАО «РЖД» России осуществляется косвенное декодирование активности указателей для раннего определения качества цепи синхронизации (Рекомендацией G. 707 МСЭ-Т в заголовке для мультиплексорной секции СЦИ определен специальный байт статуса синхронизации – байт S1,содержащий информацию о качестве сигналов синхронизации в SSM- битах, передаваемых между сетевыми элементами СЦИ). Автоматическое декодирование байта S1 экономит время при проверке качества синхронизации сетевого элемента и обнаружении места неисправности цепи синхронизации.

Тестируя цепь распределения синхросигналов от конца к началу, а также считывая состояние байта S1, можно легко обнаружить точку обрыва цепи синхронизации и устранить неисправность. Обе системы управления дополняют друг друга и дают полную картину состояния системы синхронизации.

## 7.3 Базовая система тактовой сетевой синхронизации

Под базовой системой тактовой сетевой синхронизации (БС ТСС) понимается система синхронизации сети связи (совокупность цепей синхронизации сети связи), элементы которой (ПЭГ, ВЗГ, ГСЭ) одновременно являются основным источником синхросигнала (ОИС) для ТСС других сетей связи. На сетях связи железных дорог России система синхронизации магистральной сети связи является базовой по отношению к другим сетям железнодорожного транспорта: ОТС, ОбТС, СПД [16].

Так как в рассматриваемом случае магистральная сеть связи представляет собой сеть SDH, построенную на аппаратуре STM-16, то, говоря о БС ТСС, будем подразумевать сеть синхронизации систем SDH.

Существует три разновидности систем ТСС:

- от главного генератора или система вида «ведущий-ведомый» (рисунок 7.2 (а);

- система взаимной синхронизации генераторов (рисунок 7.2 (б));

- плезиохронная система синхронизации (рисунок 7.2 (в)).



Рисунок 7.2 – Разновидности систем БС ТСС: а) система «ведущий-ведомый»; б) система взаимной синхронизации; в) плезиохронная система синхронизации

7.4 Мониторинг сигналов синхронизации

Современные ВЗГ способны осуществлять контроль характеристик сигналов синхронизации, поступающих на их вход. Есть определенное количество входов для подключения сигналов, для синхронизации сигналов, для синхронизации ВЗГ, а также дополнительные входы, на них сигналы анализируются только с точки зрения качественных характеристик и для синхронизации ВЗГ не предназначены.[16]

Используя возможность мониторинга, установленный на узле связи ВЗГ ст. Угольная может контролировать качество синхронизаций другого оборудования (мультиплексоров, коммуникационных станций). При соответствующей организации колец систем передачи SDH может проводится анализ прохождения сигналов синхронизации и контроля работы генераторов самих мультиплексоров. Информация получаемая с помощью мониторинга из всех узлов, где установлены ВЗГ, и передаваемая в центр технической эксплуатации для обработки, позволит своевременно предупредить возможные критические изменения качества синхронизации всей сети ТСС. Мониторинг сигналов позволит также наиболее правильно настроить аппаратуру синхронизации по имеющимся опытным данным о качестве синхросигналов, на рисунке 11.4 приведен один из вариантов мониторинга сигналов синхронизации в узле связи.



Рисунок 7.3 Мониторинг сигналов синхронизации

Мониторинг приходящего сигнала синхронизации можно проводить как непосредственно с мультиплексора, который синхронизирует ВЗГ «В», так и с предыдущего мультиплексора «А». При этом с мультиплексора «А» контроль характеристик сигнала синхронизации проводится, исключая возможность образования «петли» по синхронизации сигналом 2,048 МГц, а с мультиплексора «В» в том случае, когда сигнал с интерфейса Т3 отключается, а не мультиплексором (в соответствии с изменением кода SSM), а ВЗГ, обнаруживающим превышение заданных пороговых значений, тогда дальнейший контроль характеристик этого сигнала осуществляется при помощи мониторинга.

Проводить мониторинг сигналов синхронизации на сети ТСС необходимо. Он позволит сократить количество специализированной техники и время, затрачиваемое на выезд для периодических проверок параметров аппаратуры,

**8. Расчет надежности локально-вычислительной сети**

**8.1 Структура ЛВС РЦУ**

Если сеть Ethernet нуждается в большей пропускной способности, можно добиться этого путем добавления 10-портового коммутатора Ethernet или концентратора Fast Ethernet. Каждое из этих устройств обеспечивает суммарную пропускную способность 100 Мбит/с, но разными путями.

Fast Ethernet - результат развития технологии Ethernet. Базируясь на том же протоколе CSMA/CD (коллективный доступ с опросом канала и обнаружением коллизий), устройства Fast Ethernet работают со скоростью, в 10 раз превышающей скорость Ethernet. 100 Мбит/с. Fast Ethernet обеспечивает достаточную пропускную способность для таких приложений как системы автоматизированного проектирования и производства (CAD/CAM), графика и обработка изображений, мультимедиа. Fast Ethernet совместим с 10 Мбит/с Ethernet, так что интеграцию Fast Ethernet в ЛВС удобнее осуществить с помощью коммутатора, а не маршрутизатора.

Для построения ЛВС регионального центра управления выбираем топологию сети типа «звезда» и сетевую архитектуру 100BaseFX/TX (Fast Ethernet) с пропускной способностью 100 Мбит/с. Локальные сети Ethernet и Fast Ethernet строятся на основе витой пары и концентраторов (коммутаторов) по физическим топологиям «звезда». В данном случае, в качестве центрального узла используем концентратор (HUb) на восемь портов.

Для соединения узлов сети с концентратором используем патч-корды длиной 5м.

Каждое рабочее место оборудуется одной настенной розеткой с двумя восьми контактными информационными разъёмами (под вилку RJ-45) в соответствии со стандартом Т568В.

Для разграничения сети управления аппаратурой SMS-600V, SMS-150C и ЛВС РЦУ используется маршрутизатор CISCO 771M.

В сети нет выделенного сервера, т.е. сеть является одноранговой.

В качестве операционной системы АРМов используется операционная система WINDOWS XP Professional.

8.2 Расчет надежности локально-вычислительной сети

Под надежностью элемента (системы) понимают его способность выполнять заданные функции с заданным качеством в течение некоторого промежутка времени в определенных условиях. Изменение состояния элемента (системы), которое влечет за собой потерю указанного свойства, называется отказом. Системы передачи относятся восстанавливаемым системам, в которых отказы можно устранять.

Одно из центральных положений - теории надежности состоит в том, что отказы рассматривают в ней как случайные события. Интервал времени от момента включения элемента (системы) до его первого отказа является случайной величиной, называемой "время безотказной работы". Интегральная функция распределения этой случайной величины, представляющая собой (по определению) вероятность того, что время безотказной работы будет менее t , обозначается q(t) и имеет смысл вероятности отказа на интервале 0...t. Вероятность противоположного события - безотказной работы на этом интервале - равна

р(t) = 1 – q(t).

Мерой надежности элементов и систем, является интенсивность отказов l(t), представляющая собой условную плотность вероятности отказа в момент t, при условии, что до этого момента отказов не было. Между функциями l(t) и р(t) существует взаимосвязь

.



В период нормальной эксплуатации (после приработки, но еще до того, как наступил физический износ) интенсивность отказов примерно постоянна . В этом случае



.



Таким образом, постоянной интенсивности отказов, характерной для периода нормальной эксплуатации, соответствует экспоненциальное уменьшение вероятности безотказной работы с течением времени.

Среднее время безотказной работы (наработки на отказ) находят как математическое ожидание случайной величины "время безотказной работы"



Следовательно, среднее время безотказной работы в период нормальной эксплуатации обратно пропорционально интенсивности отказов



Оценим надежность некоторой сложной системы, состоящей из множества разнотипных элементов. Пусть p1(t), p2(t),…, pr(t)- вероятности безотказной работы каждого элемента на интервале времени 0...t , r - количество элементов в системе. Если отказы отдельных элементов происходят независимо, а отказ хотя бы одного элемента ведет к отказу всей системы (такой вид соединения элементов в теории надежности называется последовательным), то вероятность безотказной работы системы в целом равна произведению вероятностей безотказной работы отдельных ее элементов



где - интенсивность отказов системы, ч-1;



- интенсивность отказа i-го элемента, ч-1.



Среднее время безотказной работы системы , ч, находится по формуле



К числу основных характеристик надежности восстанавливаемых элементов и систем относится коэффициент готовности



где tв - среднее время восстановления элемента (системы).

Он соответствует вероятности того, что элемент (система) будет работоспособен в любой момент времени.

Методика расчета основных характеристик надежности ЛВС состоит в следующем: расчет интенсивности отказов и среднего времени наработки на отказ тракта.

В соответствии с выражением интенсивность отказов ЛВС , ч-1, определяют как сумму интенсивностей отказов узлов сети (две рабочие станции, два концентратора, модем, и сервер) и кабеля



где - интенсивности отказов РС, концентратора, модема, сервера, одного метра кабеля соответственно, ч-1;



- количество РС, концентраторов, модемов, серверов;



- протяженность кабеля, км.



Вычислим среднее время безотказной работы ЛВС по формуле (8.3).



Вероятность безотказной работы ЛВС в течение заданного промежутка времени t1=24 ч (сутки), t2 = 720 ч (месяц) при =1,28·10-4 ч-1 находят по формуле (8.2).



При t= 24 ч (сутки)

.



При t =720 ч (месяц)

.



Расчет коэффициента готовности. Среднее время восстановления ЛВС , ч, находится по формуле



где - время восстановления соответственно РС, концентраторов, модемов, серверов и кабеля, ч.



Вычислим коэффициент готовности ЛВС по формуле (8.4).



**9. Источник бесперебойного питания NetPro**

**9.1 Характеристика источника бесперебойного питания NetPro**

Устройства серии компании IMV представляют собой интеллектуальные, высокоэффективные ИБП, работающие в режиме "ON-LINE", разработанные для поддержки более критичного оборудования. Использования технологии двойного преобразования в сочетании с байпасом, гарантирует абсолютную надежность в случае перебоев и колебаний напряжения электросети.

Все устройства серии NetPro, имеют порт RS 232, и могут подключатся по протоколу SNMP.

Опции:

- версии с увеличением временем автономной работы;

- версии в корпусе 19 дюймов;

- установка изолирующих трансформаторов;

Основные особенности:

-связь через интерфейс RS 232, модем и SNMP;

- регулярное автоматическое самотестирование, гарантирующие полную работоспособность в любой момент времени;

- исключительные возможности управления аккумуляторной батареей и ее быстрый заряд;

- программное обеспечение для управления питанием PowerFlag и Jump;

- слот «CardConnet» для удобств установки релейной и SNMP карт;

- возможность подключения в любой точке сети без использования дополнительных аппаратных средств;

- высокая эффективность, обеспечивающая экономию энергии;

- соответствуют стандарту EN 50091 по безопасности и ЭМС (СЕ);

- сертифицированы Госстандартом (ГОСТ Р) и Министерством связи России (ССЕ).

**9.2 Принцип работы NetPro**

ИБП серии 19" NetPro имеет резервные источники электроэнергии в виде аккумуляторных батарей (далее просто «батарей»), расположенных в его корпусе. Это позволяет ИБП питать нагрузку, даже если напряжение электросети на входе полностью отсутствует. Электроэнергия батарей может быть получена только в форме постоянного тока, тогда как на входе и на выходе ИБП она существует в виде переменного тока синусоидальной формы. Поэтому ИБП имеет входной инвертор (преобразование переменного тока в постоянный) и выходной инвертор (преобразование постоянного тока в переменный) (рисунок 9.1).

ИБП серии 19” NetPro представляют собой ИБП второго поколения, работающие в режиме «ON-LINE» и имеют следующие особенности:

- батарея накопительных конденсаторов в цепи постоянного тока;

- батарея, работающая в резервном режиме;

- батарея не подключена непосредственно к цепи постоянного тока, что обеспечивает: более продолжительный срок службы батареи; оптимальность процесса заряда батареи;

- полноволновый входной инвертор с корректировкой коэффициента мощности;

- исключительно широкий диапазон допустимых входных напряжений и частот.



Рисунок 9.1 – Блок-схема ИБП при наличии напряжения сети

**9.3 Нормальные условия**

При нормальных условиях на входе (рисунок 10.1) энергия из электросети проходит через входной инвертор, соединенный с выходным инвертором, и, совместно с зарядным устройством поддерживает батарею в полностью заряженном состоянии. Всплески и выбросы напряжения блокируются во входном инверторе, таким образом, обеспечивается стабильное питание нагрузки даже в случае весьма нестабильных электросетей. Для обеспечения электропитания нагрузки выходной инвертор вырабатывает совершенно новое выходное напряжение синусоидальной формы.

**9.4 Перебои электропитания**

При перебоях электропитания (например, напряжение сети вообще отсутствует или находится за пределами допустимых значений) выходной инвертор использует электроэнергию, накопленную батареей для продолжения питания нагрузки напряжением переменного тока, обеспечивая непрерывность электропитания на выходе (рисунок 10.2). В результате выходное напряжение остается стабильным, без каких-либо разрывов или искажений.

В случае длительного отсутствия напряжения электросети выходной инвертор перестанет работать, когда батарея разрядится. Начиная с этого момента ИБП больше не в состоянии обеспечивать электропитание подключенного к нему оборудования.

Если напряжение электросети будет восстановлено в пределах допустимого времени автономной работы, снова будет обеспечено электропитание входного инвертора от сети и начнется подзарядка батарей, и они опять будут способны поддерживать электропитание нагрузки в случае сбоев электросети в будущем.



Рисунок 9.2 – Блок-схема ИБП при отсутствии напряжения сети

**9.5 Работа в режиме байпаса**

Если выходной инвертор не в состоянии выдавать требуемую выходную мощность (из-за перегрузки или повышенной температуры), то переключатель байпаса автоматически переключит нагрузку на питание от электросети (рисунок 10.3). Если работа байпаса обусловлена перегрузкой, ИБП попытается переключиться обратно на выходной инвертор через 0,1 с, не генерируя при этом сигнала тревоги. Таким образом, удается исключить выдачу сигналов тревоги для пусковых токов, которые обычно длятся менее 0,1 с. Если перегрузка сохраняется после трех попыток переключиться обратно на выходной инвертор (т.е. если данная перегрузка не связана с пусковыми токами) прибор продолжает работать в режиме байпаса в течение 20 с, и при этом выдается сигнал тревоги о работе на байпасе Прибор пытается переключиться обратно на работу от инвертора каждые 20 с, пока перегрузка не будут устранена. Если же включение байпаса обусловлено повышенной температурой, то прибор не будет пытаться переключиться обратно каждые 20 с, а переключится, когда температура снизится ниже уровня соответствующего сигнала тревоги. После восстановления нормальной ситуации электропитание нагрузки снова осуществляется через выходной инвертор. Время переключения составляет величину порядка 0,7 мс и является достаточно коротким для современных компьютеров, которые способны выдерживать перебои электропитания в течение 10‑20 мс.

Если отказ питания произойдет в течение работы на байпасе. ИБП переключится в режим работы от аккумуляторной батареи, если это возможно. Если ИБП работает в условиях перегрузки, он не будет способен обеспечить защиту подключенной нагрузки.



Рисунок 9.3 Работа в режиме байпаса

**9.6 Управление источником бесперебойного питания**

Зная схемы режимов работы ИБП, нетрудно осуществить управление им и вывод его параметров на экран программы мониторинга и администрирования. Приведем основные команды для управления ИБП через интерфейс ComConnect.

- метод загрузки. Синтаксис: boot-method [parameter]. Описание: определяет путь загрузки SNMP/web карты и связь с локальной компьютерной сетью.

- статический ip-адрес. Синтаксис: ip-address [IP-address]. Описание: статический адрес SNMP/web карты.

- радиопередача. Синтаксис: broadcast [broadcast address]. Описание: адрес радиопередачи определяет часть сети, где запрос DHCP – посылают.

- шлюз. Синтаксис: gateway. Описание: ip-адрес заданного по умолчанию шлюза (заданный по умолчанию маршрутизатор).

- станции управления. Синтаксис: trapaddr [n] [адресат ip-адрес]. Описание: определяет ip-адреса сетевых станций управления. Максимум 4 адресов может быть определено.

- перезагрузка. Синтаксис: reboot. Описание: перезагружает интерфейс SNMP/WEB, чтобы активизировать изменения, сделанные к конфигурации.

- выход из системы. Синтаксис: logout. Описание: выход из системы от открытого сеанса telnet до интерфейса SNMP/WEB. Эта опция допустима только для связи telnet.

- утилита ping. Синтаксис: ping [ip-адрес]. Описание: прозванивает указанный ip-адрес, проверяет сетевую связь.

- название. Синтаксис: upsName «строка». Описание: административное название связанного UPS.

- тип. Синтаксис: upsAttachedDev «строка». Описание: тип оборудования, связанного с UPS.

- номер порта. Синтаксис: snmpport [UDP номер (число) порта]. Описание: определяет интерфейс SNMP/WEB UDP номер коммуникационного порта (значение по умолчанию: 161).

- сервер Telnet. Синтаксис: [on/off]. Описание: допускает или отключает от конфигурации через telnet (значение по умолчанию: on).

- сервер Http. Синтаксис: http [on/off]. Описание: допускает или отключает от контроля/конфигурации, используя web-браузер (значение по умолчанию: on).

**10. Сметно-финансовый расчет по содержанию СМА**

**10.1 Общая часть**

В современном капиталистическом обществе любое внедрение новой техники должно быть обоснованно не только технически, но и экономически. Основная задача такого обоснования заключается в исключении неоправданных вложений материальных средств, поскольку организации будут вкладывать капитал в другие, более прибыльные, проекты. Таким образом, от технико-экономического обоснования зависит то, как быстро проект воплотится в реальность. Не делают этого исключения и в связи.

Связь − одна из отраслей общественного производства, функции которой состоят из оказания потребителям услуг по передаче различного рода сообщениям: писем, телеграмм, телефонных разговоров, программ радио и телевидения, данных, машинной и других видов информации.

Связь оказывает влияние на совершенствование системы управления на всех уровнях и во всех сферах общественного производства, способствует оперативной подготовке и своевременному принятию оптимальных решений.

Средства телекоммуникаций не только обслуживают производство, но и непосредственно проникают в него, являясь необходимым элементом встроенных систем регулирования, автоматизированных технологических процессов. Средства связи обеспечивают определение наиболее эффективной структуры построения технологии производства и организационно-производственной деятельности, способствуя сбережению всех видов ресурсов, улучшению условий труда, снижению физических и психических нагрузок. Качественная перестройка производства на базе манипуляторов, роботов, микропроцессоров невозможна без участи современных средств связи.

Возрастание роли отраслей непроизводственной сферы, обеспечивающих обслуживание материального производства и население, требует внедрения в их деятельность новейших достижений научно-технического процесса, средств вычислительной техники и связи, позволяющих быстро и высококачественно получить необходимую информацию и принять адекватно ей решение.

Очевидно, что в условиях рынка, с его динамизмом и конкуренцией, роль связи, а особенно электросвязи и волоконно-оптической связи, будет возрастать, ибо в деловой сфере надежный партнер − это быстродействующий партнер, владеющий всей необходимой информацией, хорошо ориентирующийся в спросе и предложении, производстве и сбыте товаров, реализации услуг.

В условиях рыночной экономики предприятия заинтересованы в получении максимально возможного экономического эффекта от внедрения новой аппаратуры, который в значительной мере связан с ее стоимостью, отраженной в цены. Поэтому цена новой техники должна учитывать общественно необходимые затраты на ее производство, обеспечение объективно необходимую величину прибыли для ее воспроизводства, но в таком размере, чтобы это было выгодно как производителю, так и потребителю новой аппаратуры, то есть цены на новую технику должны определяться с учетом спроса и предложения.

Основой для установления цен на продукцию являются величины затрат на создание экономического эффекта, определяемые по условиям ее использования, а также следует учитывать фактор инфляции.

Экономический эффект - результат внедрения какого-то мероприятия, выраженный в стоимостной форме в виде экономии от его осуществления.

С экономической точки зрения, затраты на организацию системы управления сетями связи должны обосновываться снижением затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание сети.

Система управления позволяет вести мониторинг и диагностику сети круглосуточно из одного центра управления, что сокращает затраты на создание разветвленной сети удаленных дочерних центров управления. Так как мониторинг ведется из одной точки сети в масштабе реального времени, то следует отметить оперативность, скорость и достоверность получаемой информации. Оперативность информации обеспечивается наглядностью. На мониторе оператор видит место, характер и степень серьезности повреждения или неисправности, о чем сразу предупреждается линейная бригада. Таким образом, не происходит потери рабочего времени на телефонные переговоры и различного рода согласования.

При невозможности быстрого устранения повреждения система управления позволяет организовать соединения по обходным резервным каналам, из центра управления. Такая процедура является прозрачной для конечного пользователя, и не сказывается на его конечной деятельности.

Быстрое реагирование позволяет достигать годового коэффициента готовности до 0,999, что означает что на устранение неисправностей уходит примерно 4 часа в год. Такой коэффициент готовности является показательным, что позволяет привлекать клиентов на коммерческой основе. Это благоприятно сказывается на деятельности предприятия.

Система управления позволяет удаленно контролировать сохранность и доступ к оборудованию и информации.

Также система управления позволяет удаленно производить диагностику и замену программного обеспечения удаленного и порой труднодоступного оборудования, что делает возможным сокращение затрат на выезд специалиста из центра управления или линейной бригады.

Таким образом, основной эффект, получаемый при использования централизованной системы управления состоит в экономии времени и определяется качеством услуг. Экономия времени обеспечивает в материальной сфере:

- снижение трудоемкости и повышение производительности труда;

- уменьшение потерь, связанных с простоем сети и потерей трафика;

- экономию затрат на производство;

- снижение себестоимости продукции;

- ускорение процессов производства;

- повышение ритмичности производства.

В нашем случае производство по времени совпадает с потреблением. В связи с этим резко повышаются требования к качеству, и "брак" не должен доходить до потребителя.

Централизованные сети управления связью обеспечивают наиболее эффективные и экономичные методы эксплуатации. Преимущество TMN управляющих решений объясняется тем, что они опираются на модель взаимодействия открытых систем, стандарты и унифицированные интерфейсы. Система управления снижает стоимость выполняемых операций через стандартизацию процедур управления на уровне услуг. Это предоставляет возможность для более широкой автоматизации действий по управлению. Прикладные системы, использующие стандартные программные компоненты, требуют меньших затрат на дополнительное программирование.

Для развертывания проектируемой системы централизованного управления сетями связи технологического сегмента, необходимо знать количество требуемых затрат, для чего производится сметно-финансовый расчет [16].

**10.2 Сметно-финансовый расчет**

В отрасли связи повышение эффективности производства, обеспечивает рост конечных результатов деятельности – объема услуг, доходов и прибыли, способствует комплексному улучшению экономических показателей – росту производительности труда, снижению себестоимости. Тем самым создаются условия для дальнейшего производственного и социального развития, наиболее полного удовлетворения общественных и личных потребностей в телекоммуникационных услугах и улучшении их качества.

Порядок разработки локальной сметы состоит из определения трех групп затрат:

* прямые затраты;
* накладные расходы;
* плановые накопления.

Прямые затраты непосредственно связаны с процессом производства и определяются прямым счетом на основании единичных расценок и объемов работ, предусмотренных проектом.

Единичная расценка – это сметный документ, в котором на основании действующих сметных норм и цен определяются прямые затраты в денежном выражении на выполнение единицы измерения конструктивного элемента или вида работ.

Накладные расходы, в отличие от затрат прямых, связаны с организацией и управлением строительным производством и определяются косвенным путем по нормам (в процентах), установленным по отношению к сметной стоимости прямых затрат (на строительные работы) или к основной заработной плате производственных рабочих (на работы по монтажу оборудования).

Нормирование накладных расходов осуществляется путем применения трех видов норм:

* средних норм накладных расходов на строительные работы;
* предельных норм накладных расходов на строительные работы;
* единичных предельных норм на специальные строительные и монтажные работы.

Первые два вида носят ведомственный характер, последний является единым для всех исполнителей этих работ независимо от ведомственной принадлежности.

Средние нормы накладных расходов разработаны и утверждены для министерств и ведомств и представляют собой государственный лимит этих расходов для каждого министерства.

Плановые накопления – нормативная (сметная) прибыль, определяется в размере 8 % от суммы прямых затрат и накладных расходов.

По каждому разделу сметы подсчитывается итог прямых затрат. На общую сумму прямых затрат начисляются накладные расходы по установленным нормам в пределах 17 %. Затем определяется сумма прямых затрат и накладных расходов. На сумму прямых затрат и накладных расходов начисляется плановые накопления и определяется общая сметная стоимость.

Смета затрат на производство включает определение расходов по каждой статье или элементу затрат. Целью является расчет их необходимой величины для обеспечения нормальной производственной и коммерческой деятельности.

Сметная стоимость оборудования участка Уссурийск – Хасан системой централизованного управления технологическим сегментом связи включает в себя следующие затраты:

* затраты на приобретение оборудования;
* стоимость кабеля;
* затраты на приобретение программного обеспечения;
* монтаж и настройка оборудования.

###### Стоимость оборудования и программного обеспечения определена на основании их рыночных цен по состоянию на апрель 2006 г.

Система управления сетями связи технологического сегмента, построенная на участке, включает в себя: центр технического управления (ЦТУ), при ЕДЦУ Владивосток; центры технического обслуживания (ЦТО), при домах связи находящихся на станции Уссурийск. Для удобства подсчета сметы расходов внедрения системы управления, разобьем весь процесс на несколько этапов:

1) расчет стоимости организации РМ-2 (расположено в ЦТО) представлен в таблице 7.1 (для ст. Уссурийск);

2) расчет стоимости организации РМ-3 (расположено в ЦТУ) представлен в таблице 7.2;

3) расчет затрат для создания сети управления технологическим сегментом участка Уссурийск - Хасан представлен в таблице 7.3.

**10.3 Этапы разработки сметы для оборудования ЦТО и ЦТУ**

Этап 1. Сметно-финансовый расчет оборудования ЦТО

Выбираем следующую конфигурацию оборудования:

###### - системный блок: P4‑3000 MHz \ Intel 915 \ 512 DDR2 \ 120 Gb SATA \ ATI Radeon X600 256 Mb PCI‑Ethernet \ Sound \ DVD‑RW \ ATX;

- монитор: Philips 109P40, 19", CRT, 0.24 мм, 60 Hz, 1920 x 1440, TCO-99 ;

###### - клавиатура: BTC 9110A Multimedia black PS/2;

###### - мышь: A4-Tech Optic scroll wireless USB;

- колонки: Genius SP-G10 2x5 W;

###### - ИБП: (UPS) 620ВА APC "Smart-UPS SC 620" SC620I (COM);

- коммутатор Cisco Catalyst 2940

###### - принтер: HP LaserJet 1320N A4 1200dpi 21ppm 16Mb USB \ LAN Duplex;

###### - модем: D-Link DU-562M 56K Ext USB.

###### Составляем таблицу, куда вносим единичную и общую стоимость выбранного оборудования для ЦТО, его гарнитуры, 24% стоимости его монтажа и настройки от общей стоимости оборудования и его гарнитуры, а также 8 % плановых накоплений, 17% накладных расходов и 18% НДС от общей стоимости аппаратуры и его монтажа. Далее находим общую сумму затрат.

Таблица 10.1

Сметно-финансовый расчет оборудования для ЦТО

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование оборудования | Ед. изм. | Кол. | Стоимость, руб. | |
| Единичная | Общая |
| Раздел А: Затраты на приобретение оборудования | | | | |
| Системный блок | шт. | 2 | 25120 | 50240 |
| Монитор | шт. | 2 | 11107 | 22214 |
| Клавиатура | шт. | 2 | 460 | 920 |
| Мышь | шт. | 2 | 420 | 840 |
| Колонки | шт. | 2 | 336 | 672 |
| ИБП | шт. | 2 | 5520 | 11040 |
| Принтер | шт. | 1 | 13485 | 13485 |
| Модем | шт. | 3 | 752 | 2256 |
| Коммутатор | шт. | 1 | 22896 | 22896 |
| Цифровой телефон | шт. | 2 | 10000 | 20000 |
| Итого по разделу А: 44561 | | | | |
| Раздел Б: Стоимость кабеля | | | | |
| Кабель витая пара 5е кат UTP | м | 0 | 6 | 180 |
| Коннекторы RJ-45 | шт. | 2 | 5 | 60 |
| Коннекторы 4р4с | шт. | 2 | 3 | 6 |
| Итого по разделу Б: 246 | | | | |
| Раздел В: Стоимость ПО | | | | |
| Операционная система WINDOWS XP Professional | компл. |  | 8896 | 8896 |
| Итого по разделу В: 8896 | | | | |
| Раздел Г: Монтаж и настройка оборудования | | | | |
| Стоимость монтажа и настройки аппаратуры по разделу А и Б | % | 4 | - | 34754 |
| Итого по разделу Г: 34754 | | | | |
| Итого по разделам А, Б, В и Г 188457 | | | | |
| Накладные расходы | % | 7 | - | 32038 |
| Плановые накопления | % |  | - | 15076 |
| Итого: 235572 | | | | |
| НДС | % | 8 | - | 42403 |
| Всего: 277975 | | | | |

Этап 2. Сметно-финансовый расчет оборудования ЦТУ

###### Также в таблицу вносим единичную и общую стоимость выбранного оборудования (аппаратура та же) для ЦТУ, его гарнитуры, 20% стоимости его монтажа и настройки от общей стоимости оборудования и его гарнитуры, а также 8 % плановых накоплений, 17% накладных расходов и 18% НДС от общей стоимости аппаратуры и его монтажа. Далее находим общую сумму затрат.

###### Таблица 10.2

###### Сметно-финансовый расчет оборудования для ЦТУ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование оборудования | Ед. измерения | Кол. | | Стоимость, руб. | | |
| Единичная | | Общая |
| Раздел А: Затраты на приобретение оборудования | | | | | | |
| Системный блок | шт. | 8 | | 25120 | | 200960 |
| Монитор | шт. | 8 | | 11107 | | 88566 |
| Клавиатура | шт. | 8 | | 461 | | 3688 |
| Мышь | шт. | 8 | | 420 | | 3360 |
| Колонки | шт. | 8 | | 336 | | 2688 |
| ИБП | шт. | 8 | | 5520 | | 44160 |
| Принтер | шт. | 1 | | 13485 | | 13485 |
| Модем | шт. | 7 | | 752 | | 6016 |
| Коммутатор | шт. | 1 | | 25056 | | 25056 |
| Цифровой телефон | шт. | 8 | | 10000 | | 80000 |
| Итого по разделу А: | | | | | | 467979 |
| Раздел Б: Стоимость кабеля | | | | | | |
| Витая пара 5е кат UTP305м | шт. | 1 | | 1550 | | 1550 |
| Коннекторы RJ-45 | шт. | 20 | | 5 | | 100 |
| Коннекторы 4р4с | шт. | 7 | | 3 | | 21 |
| Итого по разделу Б: | | | | | | 1671 |
| Раздел В: Стоимость ПО | | | | | | |
| Операционная система  WINDOWS XP Professional | компл. | 1 | | | 8896 | 8896 |
| Итого по разделу В: | | | | | | 8896 |
| Раздел Г: Монтаж и настройка оборудования | | | | | | |
| Стоимость монтажа и настройки аппаратуры по разделу А и Б | % | 24 | | | - | 112716 |
| Итого по разделу Г: | | | | | | 112716 |
| Итого по разделам А, Б, В и Г | | | | | | 591141 |
| Накладные расходы | % | 17 | | | - | 100494 |
| Плановые накопления | % | 8 | | | - | 47291 |
| Итого: | | | | | | 738926 |
| НДС | % | 18 | - | | | 133007 |
| Всего: | | | | | | 871933 |

Таблица 10.3

Расчет затрат для создания сети управления технологическим сегментом участка Уссурийск - Хасан

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Станция | Затраты | | |
| РМ-2 | РМ-3 | Итого затраты на станцию |
| Уссурийск | 1 | 0 | 277975 |
| Владивосток | 0 | 1 | 871933 |
| Итого | | | 1149908 |

Вывод

По результатам сметно-финансового расчета получили, что общая стоимость внедрения сети управления технологическим сегментом на участке Уссурийск - Хасан составляет 1149908 рублей.

Не смотря на то, что система централизованного управления сетями связи технологического сегмента имеет достаточно высокую стоимость, ее внедрение позволяет:

* удаленно контролировать сохранность и доступ к оборудованию и информации;
* удаленно производить диагностику и замену программного обеспечения удаленного и порой труднодоступного оборудования, что делает возможным сокращение затрат на выезд специалиста из центра управления или региональной бригады.
* при невозможности быстрого устранения повреждения позволяет организовать соединения по обходным резервным каналам, из центра управления.

Основной эффект, получаемый при использовании централизованной системы управления, состоит в экономии времени и определяется качеством услуг.

**11. Охрана труда и техника безопасности**

**11.1 Расчет освещения комнаты связи**

11.1.1 Виды и системы освещения

Основная цель мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности - защита человека от негативных воздействий антропогенного и естественного происхождения и достижения комфортных условий жизнидеятельности.[17]

Применяют следующие виды освещения:

* естественное, создаваемое прямым и отраженным солнечным светом;
* искусственное, осуществляемое электрическими дампами;
* совмещенное, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Естественная освещенность производственного помещения. Рациональная организация освещения производственных помещений и рабочих мест является одним из основных вопросов безопасности труда и позволяет обеспечить:

* благоприятное психофизиологическое воздействие на работающих на улучшение протекания основных–технологических процессов;
* улучшение условий зрительной работы и, соответственно, снижение утомляемости, повышение производительности труда и улучшение качества продукции;

Различают боковое, верхнее, комбинированное естественное освещение. Боковое освещение помещений осуществляется через световые проемы в наружных стенах зданий, а в некоторых случаях через стены, если они выполнены из материалов, частично пропускающих свет. При ширине помещения до 12 м рекомендуется боковое одностороннее освещение, при ширине от 12 до 24 м – боковое двухстороннее.

Верхнее освещение производится через световые проемы в перекрытии, аэрационные и зенитные фонари, через проемы в местах перепада высот здания.

Комбинированное освещение рекомендуется при ширине помещения более 24 м. Оно является наиболее рациональным, так как создает относительно равномернее по площади освещение.

Количественной характеристикой освещения является освещенность рабочей поверхности Е, лк, характеризующая поверхностную плотность светового потока

Е = dФ / dS,

где dФ – световой поток, характеризующий мощность излучения, лм, равномерно падающий на площадь dS, м .

Для естественного света характерно, что создаваемая освещенность может меняться в очень широких пределах в зависимости от времени дня, времени года, географического положения и метеорологических факторов, состояния облачности и отражающих свойств земного покрова. Поэтому характеризовать естественное освещение абсолютным значением освещенности на рабочем месте невозможно.

В качестве основной для естественного освещения принята относительная величина – коэффициент естественной освещенности (КЕО), который представляет собой выраженное в процентах отношение естественной освещенности в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения Ев, лк, к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности Ен, лк, создаваемой светом полностью открытого небосвода.

КЕО = ЕВ/Ен·100% .

Таким образом, КЕО оценивает способность систем естественного освещения пропускать свет.

Уровень естественного освещения в производственных помещениях в процессе эксплуатации здания может значительно снизиться вследствие загрязнения остекленных поверхностей стен, потолков, что уменьшает эффективность отражения. Поэтому санитарные нормы предусматривают обязательную очистку стекол световых проемов не реже 2–х раз в год в помещениях с незначительным выделением пыли, дыма и копоти и не реже 4 раз в год – при значительном загрязнении. Не реже 1 раза в год должна производиться побелка и окраска потолков и стен.

Искусственное освещение предусматривается в помещениях, в которых недостаточно естественного света, или для освещения в часы суток, когда естественная освещенность отсутствует.

По функциональному назначению искусственнее освещение подразделяется на рабочее, дежурное, аварийное.

Рабочее освещение обязательно во всех помещениях и на освещаемых территориях для обеспечения нормальной работы людей и движения транспорта. Дежурное освещение включается вне рабочего время.

Аварийное освещение предусматривается для обеспечения минимальной освещенности в производственном помещении на случай внезапного отключения рабочего освещения.

В современных многопролетных одноэтажных зданиях бег световых фонарей с одним боковым остеклением в дневное время суток применяют одновременно естественное и искусственное освещение (совмещенное освещение). Важно, чтобы оба вида освещения гармонировали одно с другим. Для искусственного освещения в этом случае целесообразно использовать люминесцентные лампы.

В современных осветительных установках, в качестве источников света применяют лампы накаливания, галогенные и газоразрядные.

Лампы накаливания. Свечение в этих лампах возникает в результате нагрева вольфрамовой нити до высокой температуры. Промышленность выпускает различные типы ламп накаливания:

* вакуумные (В);
* газонаполненные (Г) – наполнитель смесь аргона и азота;
* биспиральные (Б);
* с криптоновым наполнителем (К);
* биспиральные с криптоновым наполнителем (БК).

11.1.2 Нормирование производственного освещения

Естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируется нормами СНиП 23-05-95 в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном. Характеристика зрительной работы определяется наименьшим размером объекта различения. В зависимости от размера объекта различения все виды работ, связанные со зрительным напряжением, делятся на восемь разрядов, которые в свою очередь в зависимости от фона и контраста объекта с фоном делятся на четыре подразряда.

Искусственное освещение нормируется количественными (минимальной освещенностью Emin) и качественными показателями (показателями ослепленности и дискомфорта, коэффициентом пульсации освещенности kE). Принято раздельное нормирование искусственного освещения в зависимости от применяемых источников света и системы освещения. Нормативное значение освещенности для газоразрядных ламп, при прочих равных условиях вследствие большей светоотдачи выше, чем для ламп накаливания. При комбинированном освещении доля общего освещения должна быть не менее 10% нормируемой освещенности. Эта величина должна быть не менее 150 лк для газоразрядных ламп и 50 лк для ламп накаливания.

Искусственное освещение может быть общим, (все производственные участки освещаются однотипными светильниками, равномерно расположенными над освещаемой поверхностью и снабженными лампами одинаковой мощности) и комбинированным (к общему освещению добавляется местное освещение мест светильниками, находящимися у станка, приборов и т.д.). Использование только местного освещения недопустимо, так как резкий контраст между ярко освещенными и неосвещенными участками утомляет глаза, замедляет процесс работы и может послужить причиной несчастных случаев и аварий.

11.1.3 Расчет коэффициента естественного освещения

Задачей расчета естественного освещения помещения является определение размеров, формы и расположения световых проемов, при которых обеспечиваются светотехнические условия не ниже нормативных.

Требуемая площадь светопроемов при боковом освещении, обеспечивающая нормативное значение коэффициента естественной освещенности (КЕО)S0,м2, определяется по формуле



где IN - нормативное значение КЕО, IN = 1;

Кз - коэффициент запаса, Кз = 1,5;

n0- световая характеристика окна, n0 = 7,5;

SП- площадь пола помещений, SП = 20 м2;

r1- коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию, r1 = 1;

τ0 - общий коэффициент светопропускания, определяется по формуле.



где τ1 - коэффициент светопропускания материала, τ1 = 0.9;

τ2- коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема,

τ2 = 1;

τ3 - коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, τ3 = 1 ;

τ4 - коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, τ4 = 1.

Численные значения для расчета взяты из таблиц литературы

τ0 = 0,9 · 1 · 1· 1 = 0,9 ,

.



Зная требуемую площадь светопроемов, обеспечивающих нормативное значение КЕО, можно назначить размеры светопроемов, которые должны быть увязаны с принятой системой разделки стен на панели и унифицированными размерами переплетов окон и фонарей.

11.1.4 Расчет искусственного освещения

Расчет искусственного освещения выполняют при проектировании осветительных установок для определения общей установленной мощности и мощности каждой лампы или числа всех светильников.

Основной метод расчета производится по коэффициенту использования светового потока, которым определяется поток, необходимый для создания заданной освещенности горизонтальной поверхности при общем равномерном освещении с учетом света, отраженного стенами и потолком. Расчет светового потока выполняют по формуле



где Ф – световой поток лампы, лм;

Ен – нормированная освещенность, лк;

Кз – коэффициент запаса, учитывающий запыление светильников и износ источников света в процессе эксплуатации;

S – площадь помещения, м;

Z – поправочный коэффициент, учитывающий неравномерность освещения;

N – количество светильников;

n – количество ламп в светильнике;

v – коэффициент затенения рабочего места;

– коэффициент использования светового потока, определяется в зависимости от типа светильника (ПВЛ), коэффициентов отражения стен и потолка помещения (0,7; 0,5) и индекса помещения i, определяемого по формуле



где А и В – длинна и ширина помещения, м;

hо – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м.

Таблица 11.1

Данные для расчета светового потока ламп

|  |  |
| --- | --- |
| Помещение | Комната связи |
| Размеры помещения АхВ, м | 5x4 |
| Высота подвеса светильников h, м | 3 |
| Фон | средний |
| Контраст | малый |
| Источник света | ЛДЦ |
| Мощность ламп | 40 |
| Тип светильников | ОВЛ |
| Коэффициент отражений | 0,5 |
| Коэффициент запаса, Кз | 1,3–1,8 |
| Поправочный коэффициент Z | 1,1–1,2 |
| Коэффициент затенения v | 0,8 |
| Количество ламп в светильнике n | 2 |
| Длина светильника, мм | 1280 |
| Нормативная освещенность Ен, лк | 200 |

Определим коэффициент использования светового потока.



Данные для расчета светового потока ламп приведены в таблице 11.1.

Из таблицы литературы [19] определяем, что ηu = 0,35.

В расчете следует определить необходимое количество светильников для обеспечения нормируемого значения ЕН. В этом случае формула примет вид



При нахождении количества светильников и типу источников света (ЛДЦ) определяется световой поток лампы Φ = 3000 лм.



Ориентировочно устанавливается количество светильников по рекомендуемым расстояниям между светильниками и строительными конструкциями. Светильники устанавливаются вдоль длинной стороны помещения.

Расстояния между рядами светильников , м, определяется из соотношения



,



где - наивыгодное соотношение L и h, α = 1,3;



Расстояние между стенами и крайними рядами светильников d, м, ориентировочно принимается равным

,



Таким образом, в связевой размещено два ряда по два светильников, каждый светильник содержит две лампы. Рисунок 11.1



Рисунок 11.1 – Схема размещения световых проемов и светильников в комнате связи.

**Заключение**

В результате выполнения дипломного проекта был разработан вариант построения сети управления технологическим сегментом на участке Уссурийск – Хасан.

При рассмотрении данного вопроса была затронута концепция взаимоувязанной сети связи, основные принципы TMN, а также вопросы основ управления сетями связи РФ, основ управления связью МЦСС ОАО «РЖД» РФ, организации и функционирования систем управления сетями и аппаратурой СЦИ. Дан краткий обзор сети синхронизации на железной дороге, в том числе и БС ТСС. Изложены основные принципы управления сетями связи технологического сегмента, к которым относят: первичная сеть связи, оперативно-технологическая связь, общетехнологическая связь, сеть передачи данных. Была подробно описана управляемая аппаратура и произведен расчет функции надежности локально-вычислительной сети связи. Рассмотрены вопросы управления источником бесперебойного питания, а также система управления сетью тактовой сетевой синхронизации.

Целью проекта было создание централизованной системы управления сетями технологического сегмента на участке Барановск - Хасан. В результате была спроектирована сеть управления первичной сетью связи технологического сегмента, построенной на базе аппаратуры Обь‑128Ц. Сущность проектирования сети связи заключалась в создании ЛВС ЦТУ и ЛВС ЦТО, а также объединении РМ всех уровней в единую вычислительную сеть проектируемого участка, являющейся подсетью корпоративной сети ОАО «РЖД».

Произведен расчет затрат для внедрения системы централизованного управления аппаратурой.

**Список литературы**

1. Система мониторинга и администрирования: техническое задание. – М.: ВНИИУП МПС России, 2001. – 30 с.

2. Гребешков А.Ю. Стандарты и технологии управления сетями связи. – М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2003. – 258 с.

3. Основы управления связью Российской Федерации / В.Б. Булгак, Л.Е. Варакин, А.Е. Крупнов и др.; Под ред. А.Е. Крупнова и Л.Е. Варакина. – М.: Радио и связь, 1998. – 184 с.

4. Шевцов А.Н. Оптические системы передачи: Учебное пособие. Часть 2. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2003. – 162 с.

5. Руководящие технические материалы по проектированию цифровых и цифро-аналоговых сетей оперативно-технологической связи. – М.: МПС России, 2000.-73с.

6. Аппаратура Обь-128Ц. Руководство по эксплуатации. - М.: МПС России, 2002.– 259 с.

7. Руководящий технический материал по построению первичной сети технологического сегмента: РТМ 32 ЦИС 10.12-2002. – М.: ВНИИУП МПС России, 2002. – 99 с.

8. Нормы технологического проектирования цифровых телекоммуникационных сетей на федеральном железнодорожном транспорте: НТП-ЦТКС-ФЖТ-2002. – М.: МПС РФ, 2002 – 249 с.

9. Система оперативно-технологической связи железных дорог России: Протоколы информационно-логического взаимодействия объектов цифровой сети: ОСТ 32.145-2000. – М.: ВНИИУП МПС России, 2000. – 33 с.

10. Система управления INC-100MS. Версия 1.6: Общая информация к эксплуатации. Утв. К. Сайто. – NEC Corporation, Japan, 2002.

11. Олифер Б.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для ВУЗов. – СПб: Питер, 2004. – 864 с.

12. http://ccc.ru/

13. http://neotek.ru/neax100mx.html

14. http://ait.ustu.ru/AIT/uch/nets

15. http://Kunegin.narod.ru/net\_prot

16. Тактовая сетевая синхронизация на железнодорожном транспорте: техническое задание. – М.: ВНИИУП МПС России, 2002. – 57 с.

17. Давыдкин П.Н., Колтунов М.Н., Рыжков А.В. Тактовая сетевая синхронизация. – М.: Эко-Тренз, 2004. – 205с.

18. Голубицкая Е.А. Экономика связи – М.: Радио и связь, 2000. – 392 с.

19. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. Введ. 01.01.96. –М.: Стройиздат, 1996.

20(3). Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи. – М.: Радио и связь, 2002. – 420 с.