

ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ СЕТЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

*Б.С. Гольдштейн (СПбГУТ им.проф.М.А.Бонч-Бруевича),
В.В. Саморезов (НТЦ Протей), Ю.Б. Шур (Интелсет-ТСС)*

1 Концепция переходного периода

Эволюция любых телекоммуникационных сетей связи является неизбежным процессом. В последние годы задача модернизации сетей технологической связи становится все более актуальной для крупнейших российских корпораций (транспортного, нефтегазового и энергетического комплексов) и силовых ведомств. С учетом масштаба российских корпоративных сетей, наличия на сетях телекоммуникационного оборудования нескольких поставщиков и разных поколений решение этой задачи становится сложной как с точки зрения теоретического обоснования, так и практической реализации.

В сетях технологической связи применение аппаратуры нового поколения должно обеспечить:

- повышение оперативности, качества и надежности связи;
- расширение спектра выполняемых системой функций за счет внедрения современных услуг, позволяющих повысить степень автоматизации профессиональной деятельности должностных лиц и обслуживающего персонала;
- возможность организации связи в цифровых и цифро-аналоговых сетях;
- замену морально и технически устаревшей, снятой с производства аппаратуры на современную цифровую аппаратуру, имеющую улучшенные эргономические и эстетические характеристики;
- улучшение условий технического обслуживания системы.

Таким образом, в результате модернизации современная корпоративная сеть должна предоставлять, а каждый корпоративный пользователь – получать весь спектр услуг для технологического, общепроизводственного и коммерческого использования. Такая сеть формирует среду для единого информационного пространства корпорации, предоставляющего пользователю возможность подключиться к сети в любой точке и получить (в рамках должностных ограничений) все доступные (для данной точки сети, терминала и персоны абонента) услуги (телефонии, передачи данных, аудио-видеоконференций, доступа в междугородные и международные сети, контролируемого доступа в Internet и т.д.).

Современные концепции сетей нового поколения в принципе предоставляет широкие возможности по реализации необходимых для модернизации современных сетей доступа, транспортных сегментов и средств предоставления услуг, что создает основу для *планомерного* технического перевооружения корпоративного сегмента телекоммуникационных сетей России.

Необходимость сохранения постоянной готовности сетей и систем, опережающей переподготовки пользователей и обслуживающего персонала, существенные капитальные затраты на приобретение оборудования нового поколения определяют целесообразность *постепенной эволюции* сложных корпоративных сетей к NGN-перспективе.

На фазе 1 основное внимание уделяется модернизации транспортного сегмента сети как базы, на основе которой затем будет реализована единое инфокоммуникационное корпоративное пространство. Обеспечивается «вписывание» унаследованного оборудования существующих сегментов сети в общую архитектуру. Транспортная сеть может начать обслуживать интегрированный трафик от источников информации различного вида (например, речь, данные, видео по единой IP-сети пакетной коммутации). На данной фазе транспортная сеть должна быть подготовлена к режиму дальнейшего мультипротокольного использования (в части топологии, ресурсов пропускной способности, средств обеспечения качества обслуживания, реализации механизмов динамической маршрутизации и т.д.). Уже на данной фазе при наличии свободных ресурсов транспортного сегмента они могут предоставляться заинтересованным потребителям на коммерческой основе. Особое внимание на данной фазе должно уделяться обеспечению совместного полноценного функционирования телекоммуникационных средств разных технологий и поколений (TDM, ISDN, IP, PDH, SDH и т.д.), т.е. сеть на данной фазе (и на протяжении достаточно длительного периода) будет являться гетерогенной как с точки зрения используемых сетевых технологий, так и производителей оборудования.

На фазе 2 архитектура сети наращивается до уровня, соответствующего NGN-идеологии. Обеспечивается поэтапное расширение перечня предоставляемых пользователям услуг (для пользователей как ранее существующих сегментов сети, таки вновь создаваемых). Начинается установки нового оборудования (и, при необходимости, замена ранее существовавшего оборудования) на средства нового поколения - например, замена аналоговых или аналого-цифровых АТС на IP-АТС или мультисервисные коммутаторы, внедрение новых средств абонентского радиодоступа (на основе технологий Wi-Fi, Wi-Max и т.д.), замена аналоговых и ISDN терминалов на IP-терминалы и т.д.

На фазе 3 концепция NGN реализуется в объеме, достаточном для перехода корпорации на качественно новый уровень автоматизации задач административного управления и поддержки технологических процессов.

Очевидно, что все этапы модернизации сети должны поддерживаться созданием и соответствующим развитием системы поддержки эксплуатационных процессов.

2 Технические решения ООО «Интелсет-ТСС» и НТЦ «Протей» по реализации OTS-IP ОАО «РЖД»

Программой модернизации технологической связи на российских железных дорогах предусмотрено создание цифровой системы оперативно-технологической связи (ОТС), предназначенной для оперативного управления эксплуатацией железнодорожного транспорта.

Исходя из современных тенденций развития телекоммуникационных технологий и мультисервисных сетей связи становится очевидным, что реализация цифровой сети ОТС будет в значительной степени базироваться на протоколах пакетной коммутации ТСП/IP и технологии передачи речевой информации по сетям с маршрутизацией пакетов IP.

При этом выбор архитектуры сети должен производиться исходя из следующих предпосылок:

- реализация функций оперативно-технологической связи в соответствии с основными положениями документа «Система оперативно-технологической связи ОАО «РЖД». Общие технические требования к системе оперативно-технологической связи на базе сетей с коммутацией каналов (ОТТ-ОТС-IP). ВНИИАС. 2005 г.»;

- удовлетворение всем требованиям документа «Общие правила информационно-логического взаимодействия между элементами сети ОТС-IP. ПГУТС. 2006 г.»;

- необходимость обеспечения повышенной надежности системы и её расширяемости;

- учет реального состояния имеющихся на выделенном участке сети средств каналообразования;

- соответствие предлагаемых решений архитектуре построения сетей следующего поколения (NGN).

Многоуровневая модель организации ОТС-IP представлена на рисунке 1.

Предлагаемая архитектура соответствует основным принципам построения сетей следующего поколения, учитывая разделение всего множества реализуемых функций по уровням доступа, транспортировки информации и управления услугами.

1) Верхний уровень является прикладным уровнем системы оперативно-технической связи. В данной плоскости реализованы функции по управлению и конфигурацией остальных элементов системы (средства Единой системы мониторинга и администрирования - ЕСМА), а также логика предоставления услуг пользователям ОТС.

Устройство управления конференциями (УУК) обеспечивает реализацию функций по созданию, конфигурации и поддержке аудиоконференций ОТС в соответствии с требованиями к работе пользователей в режиме диспетчерской связи (управляемая полудуплексная конференция).

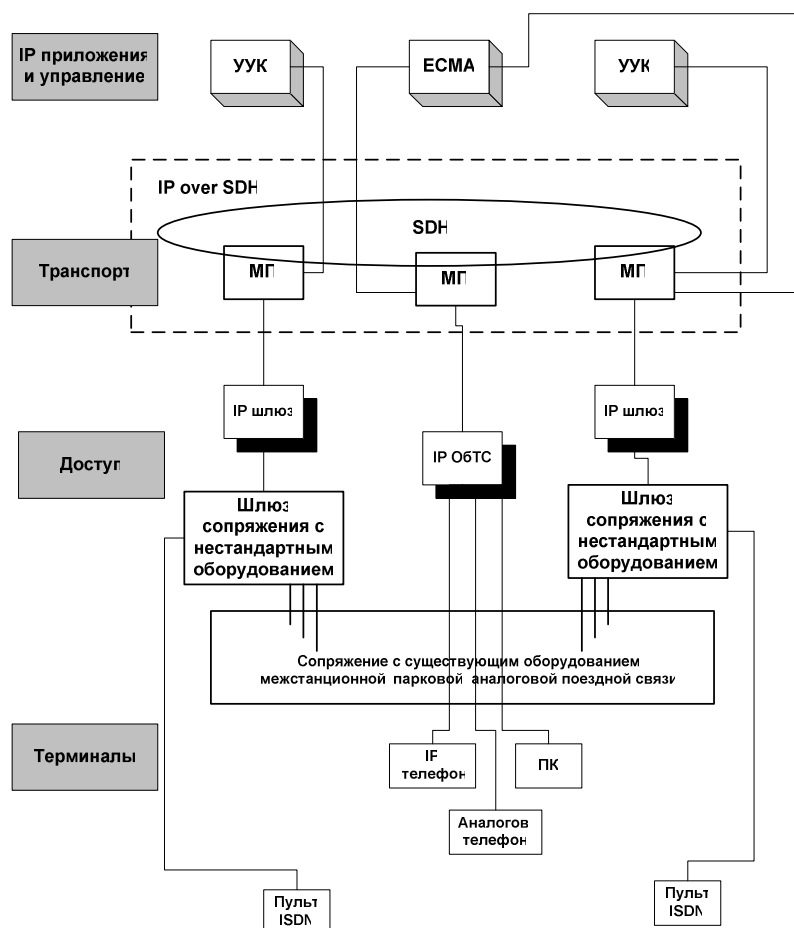


Рисунок 1. - Модель организации ОТС-IP

Средства Единой системы мониторинга и администрирования обеспечивают реализует функции конфигурации и управления терминальным оборудованием ОТС-IP и оборудованием УУК. Управление со стороны серверов ЕСМА может производиться через протокол Telnet или средствами HTTP с использованием технологий Web. При этом персоналу будет доступен удобный и интуитивно понятный интерфейс обслуживания.

2) Третий уровень ОТС-IP обеспечивает транспортировку информации между уровнями и элементами сети. В зависимости от конкретной топологии и существующей инфраструктуры может быть реализован с использованием различных решений и сетевых технологий, основными из которых являются:

- организация IP-каналов поверх существующих каналов связи SDH;
- использование оборудования, функционирующего в соответствии со стандартом IEEE 802.17 и обеспечивающего те же параметры надежности каналов передачи данных, что и системы SDH;
- использование маршрутизаторов IP, позволяющих обеспечить передачу данных в режиме многоадресной рассылки и гарантированное качество обслуживания.

3) Уровень доступа обеспечивает концентрацию нагрузки и конвертацию протоколов для единообразного доступа источников и потребителей

информации к транспортной сети и серверам приложений верхнего уровня. В состав оборудования данного уровня входят:

- шлюзы сопряжения с нестандартным оборудованием («не-IP») существующей сети ОТС;

- шлюзы IP-телефонии;

- IP-УПАТС с функциями станций сети общетехнологической связи.

4) На нижнем уровне ОТС-IP располагается терминальное оборудование:

- терминалы ОТС-IP (IP-телефоны с функциями пульта диспетчерской связи);

- существующее терминальное оборудование ОТС (ISDN пульты диспетчерской связи);

- терминалы абонентов сети общетехнологической связи – IP-телефоны универсального назначения, персональные компьютеры, аналоговые телефонные аппараты и т.д.

3 Структура сети ОТС-IP

В основе сети (рисунок 2) находится транспортная сеть на IP-технологии. Для ее построения используется стандартное оборудование (маршрутизаторы, коммутаторы второго уровня и т.д.).

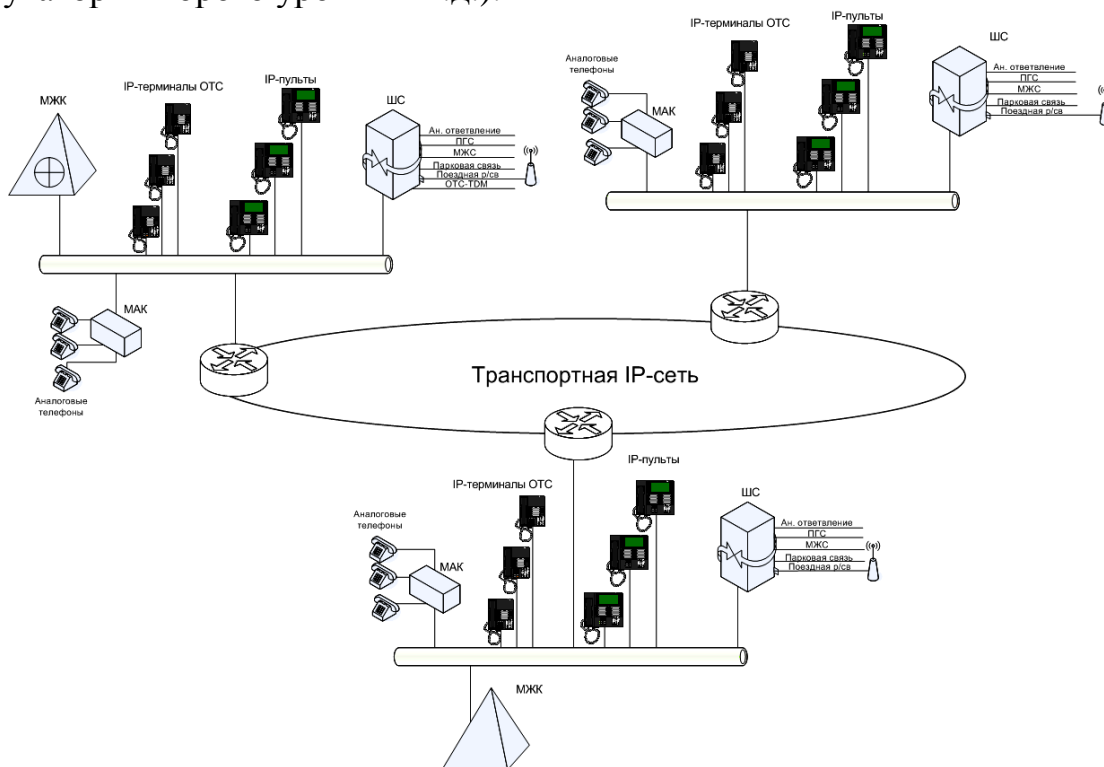


Рисунок 2. - Структура ОТС-IP

Сеть ОТС-IP состоит из следующих компонентов:

- Мультисервисный Железнодорожный Коммутатор (МЖК) выполняет функции сумматора для диспетчерской связи (сервера конференц-связи), маршрутизации вызовов, функции SIP-прокси, SIP-регистратора, IP-УПАТС. МЖК при необходимости может резервироваться;

- Шлюз Сопряжения (ШС) выполняет функции сопряжения оборудования ОТС предыдущего поколения (на базе коммутации каналов) с новой сетевой инфраструктурой. В ШС могут включаться линии перегонной (ПГС) и межстанционной (МЖС) связи, радиостанции поездной радиосвязи, аналоговое оборудование связи совещаний и парковой связи;

- Мультисервисный Абонентский Концентратор (МАК) позволяет подключать стандартные двухпроводные аппараты к сети ОТС-IP. Кроме того, МАК может использоваться для связи ОБТС;

- IP-пульта являются терминалами диспетчерской связи ОТС и участвуют в диспетчерских кругах;

- IP-терминалы ОТС участвуют в станционной ОТС, организованной по принципу индивидуальной связи.

4 Принципы построения транспортной сети

Основным назначением транспортной сети является пропуск пакетного трафика по всей сети ОТС-IP.

Транспортная сеть (ТС) для ОТС-IP должна быть построена на базе следующих принципов:

- ТС должна быть основана на технологии коммутации IP-пакетов;
- ТС должна быть построена таким образом, чтобы обеспечивать бесперебойную работу ОТС даже в случае обрыва линий связи, т.е. с поддержкой самовосстановления в случае сбоев. В качестве базового принципа резервирования предлагается использование архитектуры типа «кольцо». После возникновения аварии трафик переводится на другой маршрут. Резервный канал должен быть физически и/или географически разделен с основным;
- ТС должна поддерживать технологию многоадресной рассылки;
- ТС должна поддерживать виртуальные локальные сети (VLAN);
- для обеспечения надежности функционирования и простоты технического обслуживания ТС должна строиться на сегментах сети на основе коммутаторов второго уровня. При этом маршрутизаторы устанавливаются только в узловых точках и в местах, где требуется маршрутизация на уровне IP;
- ТС, кроме непосредственно трафика ОТС-IP, должна иметь возможность пропуска трафика для других видов связи: трафика ОБТС, а также данных, видео и др. При этом требуется логическое разделение ресурсов сети между различными сервисами.

Базовым узлом транспортной сети является коммутатор второго уровня, осуществляющий коммутацию Ethernet-пакетов. Это упрощает построение сети, что обеспечивает ее надежность, гибкость и упрощает ее техническое обслуживание.

В качестве среды передачи между коммутаторами может использоваться ВОЛС, радио-канал, транспортная сеть с передачей трафика E1. Выбор конкретной среды зависит от требуемой пропускной способности, а также от наличия существующих линий связи.

5 Типы и функциональность терминалов ОТС-IP

Терминальное оборудование ОТС-IP отличается по типам: пульт диспетчера и терминал пользователя, а также правам доступа к услугам тех или иных конференций ОТС-IP.

Предлагаемое техническое решение предусматривает организацию многочисленных кругов связи пользователей ОТС при помощи назначения для каждого круга связи уникального multicast-адреса. При этом каждый терминал, входящий в один круг связи обладает указанным, одним на круг, multicast-адресом. Так как один терминал может входить в несколько кругов связи, то в терминальном оборудовании ОТС-IP должна быть предусмотрена возможность присвоения нескольких multicast-адресов одному терминалу.

Кроме задач, связанных непосредственно с передачей пользовательской информации во время конференции, терминалы ОТС-IP должны решать задачи, связанные с их индивидуальным конфигурированием со стороны средств технического обслуживания и эксплуатации (ТОЭ) и задачи по вызову индивидуальных пользователей с последующим установлением двустороннего соединения. Для этих целей каждому терминалу ОТС-IP выделяется уникальный unicast-адрес, однозначно определяющий положение данного терминала в сети IP.

Таким образом, специальный терминал ОТС-IP должен обладать следующими адресами:

- по меньшей мере, одним unicast-адресом.
- отдельным multicast-адресом для каждого круга конференц-связи, в который входит терминал.

При этом, терминальное оборудование должно позволять со стороны средств ТОЭ добавление и удаление адресов многоадресной рассылки, определяющих круги связи, в которые входит терминал.

В общем случае терминальное оборудование имеет следующую функциональность:

- конфигурация со стороны средств ТОЭ и администраторов системы;
 - функции по подтвержденному или принудительному приему вызова;
 - функции по инициированию вызова в рамках заданного круга исполнителей и диспетчера при помощи стандартной сигнализации SIP;
 - функции по инициированию двустороннего вызова при помощи стандартной сигнализации SIP;
 - прием, передачу речевых потоков;
 - обработку и микширование пользовательской информации;
 - запись информационного обмена пользователей для определенных терминалов;
 - функции по завершению конференц-связи;
 - функции по прерыванию передачи информации от определенного терминала (со стороны ведущего конференции) при помощи стандартных средств RTP;
 - переключатель активности своего микротелефона.
- Пульт диспетчера может быть двух типов:

- без сумматора;
- совмещенный с сумматором.

Реализация терминалов исполнителей и пультов диспетчеров может быть проведена по желанию заказчика либо в виде оборудования традиционного телефонного форм-фактора, либо в виде компьютерной системы с интуитивно понятным интерфейсом пользователя.

В случае если пользователь системы ОТС-IP является одновременно диспетчером в одном из кругов ОТС и исполнителем в другом, на его рабочем месте может быть установлено несколько терминалов, или один – многофункциональный терминал диспетчера-исполнителя.

Предлагаемые решения по построению ОТС-IP предполагают применение терминалов, поддерживающих возможность работы с набором multicast и unicast-адресов. В случае необходимости применения простых терминалов, поддерживающих только unicast-адреса, можно воспользоваться оборудованием МЖК.

6 Принципы информационно-логического взаимодействия между элементами сети ОТС-IP

Создание сети ОТС-IP в качестве одного из основных условий успешной реализации проекта требует наличия согласованного между всеми поставщиками оборудования протокола информационно-логического взаимодействия элементов сети. Разработка такого документа выполнена в 2006 г. кафедрой «Электрическая связь» ПГУПС при участии специалистов НТЦ «Протей».

В данном документе содержатся концептуальные положения по реализации взаимодействия элементов сети на базе протокола SIP, multicast- и unicast-адресации, требования к функциям устройства управления конференциями и IP-терминалов и другие требования, реализация которых необходима в элементах сети ОТС-IP.

Проектирование аппаратно-программных средств, используемых на сети ОТС-IP, должно производиться как с выполнением требований указанных в документе международных рекомендаций, так и разработанных специально с учетом специфики режимов ОТС-IP диаграмм обмена сообщениями между элементами сети при предоставлении различных видов услуг, в том числе:

- услуг диспетчерской связи;
- циркулярного вызова;
- услуг поездной радиосвязи;
- связи совещаний и т.д.

Необходимо отметить, что предлагаемое ООО «Интелсет-ТСС» и НТЦ «Протей» для реализации ОТС-IP оборудование в полной мере соответствует всем основным положениям протокола информационно-логического взаимодействия элементов сети.

7 Этапы развертывания сети ОТС-IP

Отмечая значительный объем оборудования существующей системы ОТС, переход к новой системе ОТС-IP должен предполагать эволюционный характер. Эволюция к ОТС-IP будет тогда содержать два основных этапа развертывания. На первом этапе (рисунок 3) средства ОТС-IP будут представлены только сопрягающим оборудованием между существующей инфраструктурой ОТС и универсальным транспортом IP-сетей. На втором этапе (рисунок 4) предполагается полномасштабное развертывание специализированных IP-терминалов, при обеспечении взаимодействия с остающимися сегментами традиционной ОТС.

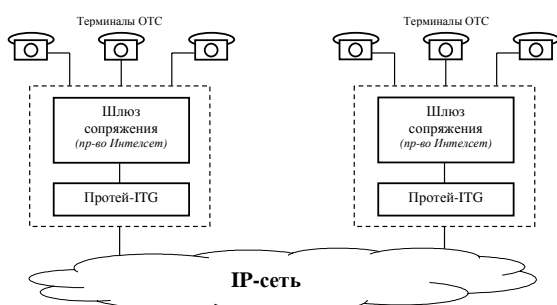


Рисунок 3. - Схема первого этапа

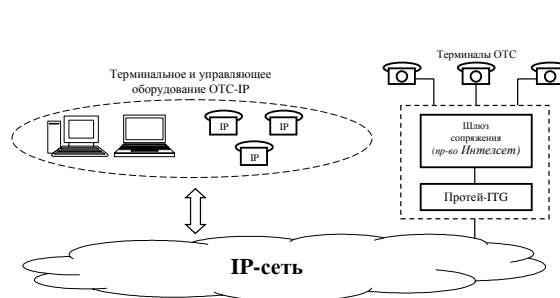


Рисунок 4. - Схема второго этапа

8 Оборудование для реализации ОТС-IP

Ниже приведены предложения ООО «Интелсет-ТСС» и НТЦ «Протей» по основным типам оборудования, обеспечивающего реализацию ОТС-IP.

Шлюз сопряжений с нетиповым оборудованием. Функции сопряжения с оборудованием существующей сети ОТС выполняет шлюз разработки ООО «Интелсет-ТСС» (модификация цифровой системы диспетчерской связи «ДСС» с адаптированным для реализации функций шлюза аппаратно-программным обеспечением).

Оборудование шлюза обеспечивает взаимодействие с линиями связи и оборудованием следующих типов:

- межстанционной связи;
- перегонной связи;
- громкоговорящего оповещения;
- парковых переговорных устройств;
- с поездными радиостанциями.

Подключение к IP-шлюзу обеспечивается по цифровой соединительной линии (сигнализация EDSS1).

Мультисервисный Железнодорожный Коммутатор (МЖК). Реализует функции сервера конференц-связи, маршрутизации вызовов, функции SIP-прокси, SIP-регистратора, IP-УПАТС. Реализуется на базе мультисервисного коммутатора доступа («Протей-МКД»). МЖК при необходимости может резервироваться. С использованием МЖК может быть организовано обеспечение широкого набора дополнительных услуг в соответствии с идеологией разделения функций между уровнями NGN.

Мультисервисный абонентский концентратор («Протей-МАК»).

Мультисервисный абонентский концентратор «Протей-МАК» используется в качестве коммутационного оборудования, обеспечивающего предоставление услуг общетехнологической связи. Мультисервисный абонентский концентратор представляет собой оборудование доступа нового поколения и обеспечивает предоставление абонентам услуг интегрированного широкополосного доступа.

Терминальное оборудование. Оборудование НТЦ «Протей» обеспечивает подключение аналоговых телефонных аппаратов (ТА), персональных компьютеров и стандартных IP-телефонов.

Оборудование ООО «Интелсет-ТСС» обеспечивает подключение аналоговых ТА, ISDN терминалов (U-интерфейс).

На начальном этапе внедрения оборудования предусматривается использование в сети ОТС в качестве терминалов диспетчеров и операторов ISDN терминалов (пультов оперативной связи) ООО «Интелсет-ТСС».

В качестве терминалов станций общетехнологической связи могут использоваться любые стандартные аналоговые и IP терминалы.

После разработки специализированного SIP-терминала диспетчерской связи предусматривается замена ISDN терминалов на IP терминалы.

Заключение

Предлагаемые технические решения обеспечивают поэтапную реализацию в сети ОТС-IP функций пакетной коммутации с учетом готовности на каждом из этапов оборудования и инфраструктуры сети к переходу к IP-технологии с сохранением принятых режимов работы должностных лиц и требований к повышенной надежности функционирования сети.

Изложенные выше решения НТЦ «Протей» и ООО «Интелсет-ТСС» будут использованы при оснащении оборудованием опытного участка сети ОАО «РЖД» Санкт-Петербург – Луга на Октябрьской железной дороге.