

УДК 621.396.664

М. Ж. ЖУАТ, А. А. САДЫКОВ

ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОРГАНОВ

(Представлена академиком НАН РК М.О. Отелбаевым)

Рассмотрены технологии и концептуальные модели построения телекоммуникационной инфраструктуры Государственных органов.

В настоящее время Государственные органы (ГО) Республики Казахстан (РК) начинают испытывать потребность в построении телекоммуникационной инфраструктуры (ТИ), способной удовлетворять насущным и будущим требованиям своих пользователей. ГО, чьи филиалы находятся в областях РК, нуждаются в объединении локальных сетей районов и центрального офиса Акимата в единую IP-сеть на основе технологии конвергенции и интеграции услуг для предоставления пользователям доступа к ресурсам центральной информационной системы, а также для оперативного документооборота.

Под конвергенцией подразумевается процесс объединения (например, объединение IP-сетей и ATM-сетей по технологии Multiprotocol Label Switching (MPLS), взаимодействие сетей передачи данных с оптической сетью на базе технологии Generalized Multiprotocol Label Switching (GMPLS), взаимодействие сети телекоммуникаций общего пользования (СТОП) с сетями пакетной коммутации на основе программного коммутатора Softswitch) всех направлений современных телекоммуникаций и информационной индустрии. Конвергенция сетей позволяет получить однородную телекоммуникационную инфраструктуру для различных услуг.

Под интеграцией услуг понимается процесс предоставления различных услуг на основе единой универсальной технологии. При единой транспортной технологии обмен информацией внутри сети происходит путем инкапсуляции всех видов трафика (голос, видео, данные) в единый сетевой протокол.

В связи с этим возникает проблема проектирования реальных телекоммуникационных сетей и их фрагментов для построения ТИ ГО с учетом всех особенностей технологии конвергенции и мультисервисных услуг. Целью данной работы

является анализ некоторых известных на сегодняшний день моделей корпоративных мультисервисных сетей для оценки предлагаемых методов проектирования.

Предлагается следующая технология проектирования ТИ ГО:

- разработка базовых структур на основе понятий малого, среднего и крупного регионального оператора связи (МОС, СОС и КОС), который определяет размер сети и соответствующую вычислительную и телекоммуникационную инфраструктуру;

- построение корпоративной сети регионального оператора путем привязки шаблона к специальным условиям и требованиям оператора по расширяемости, масштабируемости, управляемости;

- определение существующей и планируемой нагрузки, как со стороны сотрудников оператора, так и иных потребителей для оценки вычислительной мощности сети, достоверности передачи и пропускной способности каналов передачи;

- моделирование и расчет технических и экономических показателей качества функционирования ТИ ГО полученного варианта транспортной сети - вероятностно-временных характеристик, надежности, экономических показателей работы оператора;

- сравнение рассчитанных показателей с допустимыми и в случае неблагоприятных отклонений проведение перепроектирования.

Рассмотрим следующие сетевые шаблоны:

- базовая структура транспортной сети МОС на основе технологии спутниковой связи (ТСС) (рис. 1);

- базовая структура транспортной сети МОС на основе ВОЛС (рис. 2);

- базовая структура транспортной сети СОС на основе ВОЛС (рис. 3);

Рис. 1. Базовая структура транспортной сети малого оператора связи (сетевой шаблон) на основе технологии спутниковой связи

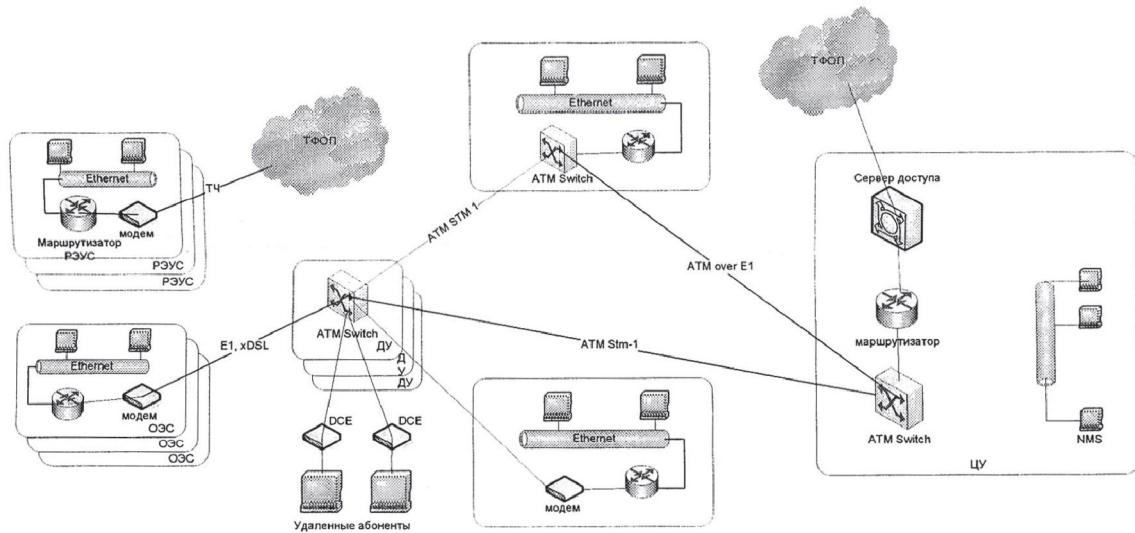
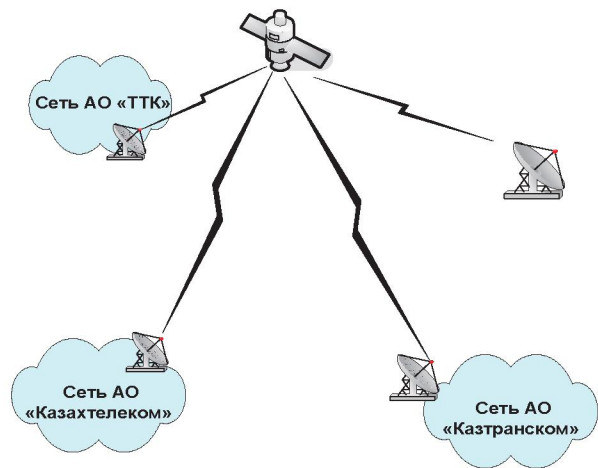


Рис. 2. Базовая структура транспортной сети малого оператора связи (сетевой шаблон) на основе оптоволоконной технологии

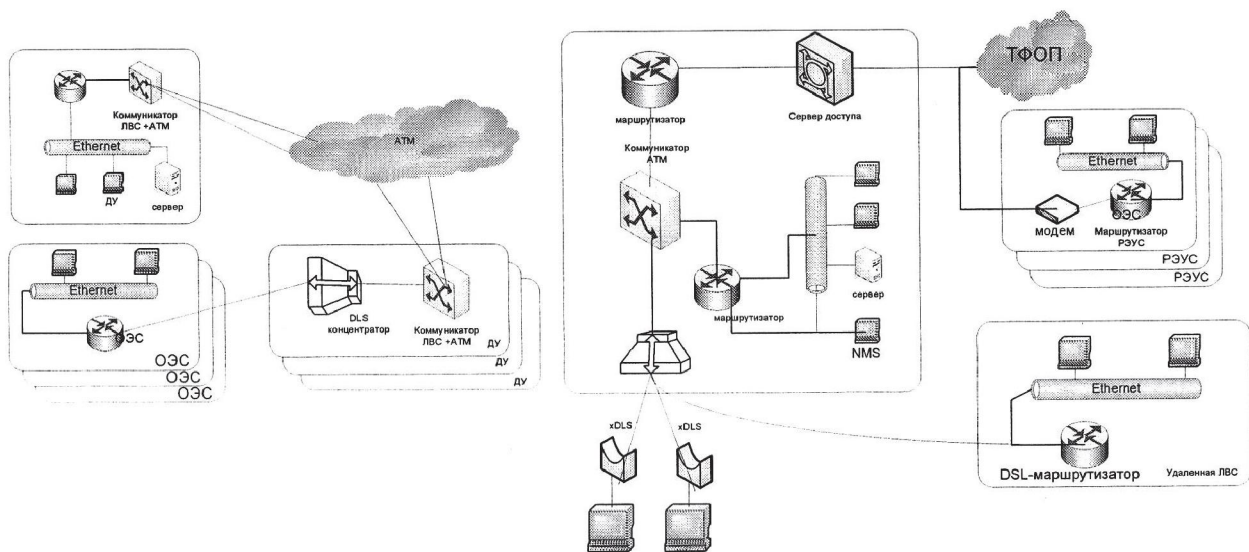


Рис. 3. Базовая структура транспортной сети среднего оператора связи (сетевой шаблон)

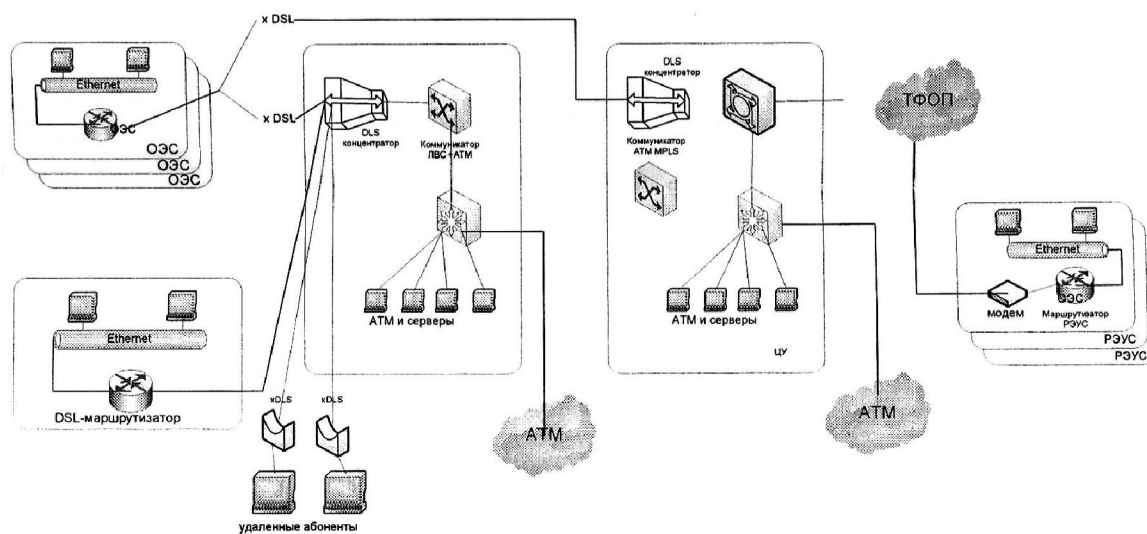


Рис. 4. Базовая структура транспортной сети крупного оператора связи (сетевой шаблон)

- базовая структура транспортной сети КОС на основе ВОЛС (рис. 4).

Базовая топологическая структура (сетевой шаблон) [1] транспортной сети для сети МОС включает районную сеть. Основу информационной сети (ИС) составляет центральный (ЦУ) и четыре дополнительных (ДУ) узла. В центре информационной сети строится ATM по топологии «облако», через него связываются между собой ЦУ и ДУ.

Для ИС выделяются отдельные каналные интервалы цифровых потоков. Локальная вычислительная сеть (ЛВС) центрального узла содержит 20 рабочих мест (РМ) и 3 сервера. Помимо этого существует еще одна ЛВС подразделения оператора связи на 10 РМ, расположенная на дополнительном узле информационной сети. 15 отделений связи (ОС) равномерно подключаются к узлам ИС двухпроводными абонентскими линиями. В каждом ОС содержится по одному-двум РМ.

На сети также расположен сервис-центр, содержащий 6–8 РМ, объединенных ЛВС. Расстояние между ОС, сервис-центром и узлами ИС не превышает 4 км. По области расположены 15 районных узлов связи (РУС), подключенных по радиальной схеме к областному центру каналами тональной частоты (ТЧ). При этом 10 РУС имеют по 5 РМ, а 5 РУС – по 2 РМ.

Для построения информационной сети МОС в качестве транспортной сети используются существующие каналы STM-1, E1, Nx64 кбит/с и ТЧ. Центральный узел связан с дополнительными

каналами STM-1, организованными с использованием ТСС или ВОЛС (рис. 1, 2).

ТСС применяется только в следующих случаях [3], когда имеются мало населенные районы, удаленные районы от сети телекоммуникаций АО «Казхателекома», АО «Транстелекома», АО «Казтранскома» и других частных телекоммуникационных компаний, труднодоступные районы (горные, сейсмоопасные), где невозможно прокладки волоконно-оптических кабелей и районы с недостаточно развитой телекоммуникационной инфраструктурой.

Имеются также связи между дополнительными узлами на основе каналов E1, которые обеспечивают отказоустойчивость информационной сети. На ЦУ также устанавливается сервер удаленного доступа для концентрации ТЧ каналов, приходящих из РУЭС.

Предполагается, что в пределах города все абоненты смогут получить доступ к информационной сети по физическим линиям, а абоненты из области – по каналам ТЧ.

В качестве основной технологии для организации удаленного доступа по физическим линиям предлагается использовать технологию xDSL, а для передачи данных – ATM. При этом обеспечивается поддержка протоколов Frame Relay (FR) и X.25. Это сделано для того, чтобы обеспечить подключение к информационной сети абонентов существующих сетей X.25.

Чтобы поддерживать протоколы более высокого уровня, такие как IP, и предоставлять

абонентам услуги по доступу в сеть Интернет, на центральном и всех дополнительных узлах устанавливаются маршрутизаторы. Они должны поддерживать протоколы маршрутизации RIP и OSPF. Маршрутизатор центрального узла, кроме этого должен поддерживать протокол BGP. Через маршрутизаторы также осуществляется подключение ЛВС центрального и дополнительных узлов и сервис-центра.

Базовая топологическая структура (сетевой шаблон) информационно-транспортной сети для СОС включает городскую и областную сети. Численность обслуживаемого населения от 200 до 800 тыс. человек. Емкость сети – до 200 тыс. номеров. Основу ИС составляет центральный и 6-7 дополнительных узлов. Транспортная сеть имеет свободные ресурсы в виде 2-3 цифровых потоков E1, а также четырех оптических волокон.

ЛВС центрального узла содержит 100 РМ и 5-6 серверов; ЛВС основных функциональных подразделений оператора располагаются на трех узлах ИС, содержат по 40-50 РМ и 1-2 сервера. К сети подключаются 25 ОЭС, включающие 1-2 РМ и три сервис-центра с локальными сетями на 6-8 РМ. В области помимо областного центра находятся город областного подчинения и 25 районных центров. В городе расположен городской узел связи (ГУС). Основными параметрами сети являются: численность населения 200 тыс. чел.; емкость 50-60 тыс. номеров; ЛВС ЦУ содержит 30 РМ и 2 сервера; помимо ЦУ на сети имеются три дополнительных узла; 10 ОЭС.

ГУС подключен к областному центру цифровым потоком E1, в котором существуют свободные ресурсы в виде нескольких канальных интервалов (Fractional E1). 15 РУС по 5 РМ подключены к областному центру цифровыми потоками (FE1), а 10 по 2 РМ – каналами ТЧ. Все узлы подключаются к областному центру по радиальной схеме (см. рис. 3).

Для построения информационной сети СОС в качестве транспортной сети используются ВОЛС (темное волокно) с пропускной способностью OC-3c/STM-1c или OC-12c/STM-4c [2]. Для связи с вышестоящими узлами применяются каналы OC-48c/STM-16c или OC-12c/STM-4c, организованные на свободных оптических волокнах. Транспортная сеть имеет топологию «кольцо». Центральный узел ИС связан с дополнительными узлами цифровыми потоками OC-3c/STM-1c

или OC-12c/STM-4c. Имеются также связи между дополнительными узлами на основе потоков OC-3c/STM-1c или OC-12c/STM-4c. Данная топология обеспечивает отказоустойчивость информационной сети. На центральном узле также устанавливается сервер удаленного доступа для концентрации ТЧ-каналов, приходящих из РУС.

Город областного подчинения и часть районных отделений связи подключаются к центральному узлу по каналам пх64 кбит/с. Предполагается, что в пределах города все абоненты смогут получить доступ к ИС по физическим линиям. В качестве основной технологии для организации «последней мили» до абонентов предлагается использовать технологию xDSL, а для данных – ATM. В данном случае основное отличие заключается в числе каналов и скорости связи с операторами верхнего уровня, для чего предлагается использовать ATM по каналам OC-48c/STM-16c или OC-12c/STM-4c. Также обеспечивается возможность подключения абонентов сетей X.25 и FR по технологии FR to ATM Interworking.

На центральном и дополнительных узлах помимо ATM-коммутатора устанавливается сервер доступа по каналам ТЧ и концентраторы доступа по каналам xDSL. К этим концентраторам по физическим линиям с использованием технологии xDSL подключаются абоненты к сети как по ATM, Frame Relay, так и по IP.

Чтобы поддерживать протоколы более высокого уровня (такие как IP) и предоставлять абонентам услуги по доступу в сеть Интернет, на центральном и на некоторых дополнительных узлах устанавливаются маршрутизаторы, поддерживающие протоколы маршрутизации RIP и OSPF. Основным маршрутизатором центрального узла, кроме этих протоколов, должен также поддерживать протокол BGP.

В отличие от МОС на ЦУ СОС используются два маршрутизатора. Основным осуществляет всю маршрутизацию IP-трафика ИС, а через добавочный подключается ЛВС центрального узла.

Базовая топологическая структура (сетевой шаблон) транспортной сети для КОС включает городскую и областную сети. Численность обслуживаемого населения – 1000 тыс. человек и более. Емкость сети – 300 тыс. номеров и выше. Основу ИС составляют ЦУ и 12 ДУ. Транспортная сеть имеет свободные ресурсы в виде 3-4 цифровых потоков E1 системы SDH, а также свободные

Таблица 1

Виды трафика	Пиковая скорость V_p , бит/с	Число вызовов в ЧНН $\lambda_{с.аб}$	Нагрузка в ЧНН $\rho_{с.аб}$	Пачечность $K_{аб}$	Период между сеансами T_c , с	Длительность сеанса τ_c , с	Средняя скорость V_m , бит/с	Категория услуг	Класс службы трафика	AAI	$L_{яп}$	$K_я$	Интенсивность $\lambda_{р.аб}$, яч./с	Интенсивность $\lambda_{м.аб}$, яч./с
<i>Телефония. Передача речевых сообщений</i>														
Квартирный сектор	64К	3,6	0,1	1	1000	100	64К	CBR	A	1	47	1,02	170	170
Деловой сектор	64К	14,4	0,4	1	250	100	64К	CBR	A	1	47	1,02	170	170
Мини-АТС	64К	21,6	0,6	1	166	100	64К	CBR	A	1	47	1,02	170	170
IP-телефония	20К	14,4	0,4	2	250	100	10К	rt-VBR	B	2	45	1,06	55	27,5
<i>Передача видеосообщений</i>														
Неподвижное изображение	14,4К	12	0,2	1	300	60	14,4К	rt-VBR	B	2	45	1,06	39,7	39,7
Телефакс	64К	0,6	0,01	1	6000	60	64К	nrt-VBR	B	2	45	1,06	176	176
Факс цветной	2М	0,6	0,02	1	6000	120	2М	nrt-VBR	B	2	45	1,06	5,5К	5,5К
Видеотелефон H.261	64К	0,72	0,02	1	5000	100	64К	CBR	A	1	47	1,02	170	170
Видеотелефон H.262	2М	0,72	0,02	5	5000	100	400К	CBR	A	1	47	1,02	5,3К	1,5К
Видеоконференции	5М	0,6	0,1	5	6000	600	1М	CBR	A	1	47	1,02	13,8К	2,7К
В формате MPEG-1	1,5М	1,5	0,5	5	2400	1200	300К	rt-VBR	B	2	45	1,06	4,1К	820
В формате MPEG-2 с качеством VCR	4М	2	0,5	1	1800	900	4М	rt-VBR	B	2	45	1,06	1К	1К
В формате MPEG-2 с качеством TV	10М	1	0,5	5	3600	1800	2М	rt-VBR	B	2	45	1,06	27,6К	5,5К
Телевидение высокой четкости	100М	0,5	0,5	5	7200	3600	20М	rt-VBR	B	2	45	1,06	2,76	550К
<i>Передача данных</i>														
Телекс	50	2	0,05	1	1800	90	50	UBR	C	5	48	1,0	0,13	0,13
Телетекст	240	0,2	0,01	1	18 000	180	240	UBR	C	5	48	1,0	0,62	0,62
Интерактивный обмен данными	64К	36	0,3	100	100	30	640	rt-VBR	B	3/4	44	1,09	181	1,81
Передача файлов	2М	18	0,05	1	200	10	2М	nrt-VBR	B	3/4	44	1,09	5,7К	5,7К
Передача больших массивов данных	10М	0,3	0,01	1	12 000	120	ЮМ	nrt-VBR	B	3/4	44	1,09	28,3К	28,3К
Поиск документов	64К	3	0,25	200	1200	300	320	UBR	C	3/4	44	1,09	181	0,91

оптические волокна в существующем оптическом кабеле. ЛВС центрального узла содержит 200 РМ и 6-7 серверов. ЛВС функциональных подразделений оператора располагаются на пяти дополнительных узлах ИС. Данные ЛВС содержат по 40-50 РМ и 1-2 сервера. К сети подключаются 40 ОС и 10 сервис-центров. В области помимо областного центра находятся 3 города областного подчинения и 35 районных центров. Сети городов областного подчинения аналогичны сетям среднего оператора. 20 РУС по 5 РМ подключены к областному центру цифровыми потоками, а 15 РУС по 2 РМ – каналами ТЧ.

В качестве транспортной сети для построения ИС КОС используются ВОЛС. Центральный узел соединен с дополнительными по ВОЛС. При этом каждый из ДУ должен быть связан как минимум с двумя другими дополнительными узлами или с одним из ДУ и ЦУ. ОС и сервис-центры подключены к центральному или дополнительным узлам потоками Е1. Города областного подчинения и часть районных ОС подключены потоками Е3, Е1 или по 64 кбит/с. Оставшиеся районные ОС подключаются по каналам ТЧ. В центре ИС КОС строится АТМ по топологии «облако», через него связываются между собой ЦУ и ДУ.

Отделения электросвязи подключаются с использованием технологий ADSL или HDSL тем же способом, что и обычные удаленные абоненты.

ЛВС центрального узла КОС отличается от ЛВС СОС только наличием маршрутизирующего коммутатора, который может осуществлять маршрутизацию между различными виртуальными подсетями.

Отличительной особенностью выше перечисленных транспортных сетей является **возможность одновременной и независимой пере-**

дачи сообщений различного типа. При этом различают **три основных типа передачи сообщений: передача речевых сообщений, передача видеосообщений, передача данных.** Каждому типу передаваемых сообщений соответствуют характерные для него виды трафика.

Однако теоретические исследования на основе теории телетрафика характеристики выше перечисленных транспортных сетей, представленные в табл. 1, все же позволяют провести ориентировочный расчет технических и экономических показателей качества функционирования ТИГО полученного варианта транспортной сети – вероятностно-временных характеристик, надежности, экономических показателей работы оператора.

В трафике любой сети можно выделить две основные части: **полезный трафик**, несущий информационные сообщения, и **служебный трафик**, обеспечивающий целостное функционирование сети. Полезный трафик может иметь различный характер, например, быть потоком битов телефонных сообщений, пакетов электронной почты, видеовещания, HTTP-пакетов, передающих Web-страницы, и т. п. Если передачу потоков разных приложений обеспечивает одна и та же сеть с едиными протоколами и законами управления, то ее называют **мультисервисной**. В таких сетях особое значение приобретает анализ основных параметров **качества обслуживания (QoS)**: надежность доставки, задержка, флуктуации задержки и скорость передачи, по отношению к каждому потоку. Дело в том, что в зависимости от типа приложения, использующего конкретный поток для своего взаимодействия через сеть, требуются разные параметры QoS. В табл. 2 приведены несколько типичных примеров приложений с оценкой требований к различным параметрам QoS для них.

Таблица 2. Характеристики приложений

Приложение	Надежность	Задержка	Флуктуации	Скорость
Электронная почта	Высокие	Низкие	Низкие	Низкие
Передача файлов	Высокие	Низкие	Низкие	Средние
Web-доступ	Высокие	Средние	Низкие	Средние
Удаленный доступ	Высокие	Средние	Средние	Низкие
Аудио по заказу	Низкие	Низкие	Высокие	Средние
Видео по заказу	Низкие	Низкие	Высокие	Высокие
Телефония	Низкие	Высокие	Высокие	Низкие
Видеоконференции	Низкие	Высокие	Высокие	Высокие

При анализе каждый из параметров QoS может быть охарактеризован значением некоторой оцениваемой величины. Для надежности доставки обычно используется вероятность потерь или блокировки пакетов, для задержки – среднее время пребывания пакета в системе, анализ флуктуации чаще всего сводят к оцениванию дисперсии времени ожидания пакетов в буфере. Анализ пропускной способности ведется обычно как определение максимального значения параметра входного потока, при котором обеспечивается допустимое значение других параметров QoS.

Таким образом, в ситуации технологий конвергенции единая мультисервисная среда обеспечивает предоставление всех услуг объединяемых сетей. При этом операторы ТИ ГО получают возможность расширять как номенклатуру, так и качество предоставляемых услуг, проникая в прежде закрытые для себя смежные области телекоммуникационной отрасли (АО «Казахтелеком», АО «Транстелеком» и АО «Казтранс-

ком») Республики Казахстан. Эта возможность позволяет создавать и принципиально новые услуги, стоящие на стыке или являющиеся комбинацией традиционных технологий передачи голоса, данных и видео, поэтому новый подход построения ТИ ГО позволяет предоставлять расширенный набор услуг с различным соотношением цена/качество.

ЛИТЕРАТУРА

1. Садыков А.А. Принципы построения цифровой телекоммуникационной системы ОТС на сети ВОЛС // Магистраль. 2002. №3. С. 18-22.
2. Садыков А.А. Строительство ВОЛС транзитных коридоров трансазиатской железной дороги // Магистраль. 2002. №4. С. 21-25.
3. Садыков А.А. Технология спутниковой связи на железнодорожном транспорте // Магистраль. 2002. №6. С. 9-15.

Резюме

Мемлекеттік органдардың телекоммуникациялық инфрақұрылымы құрылуының технологиялары қарастырылған.

Поступила 2.12.07г.