

# Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>1. УСЛУГИ И СЕРВИСЫ СОВРЕМЕННЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ</b> .....	6
1.1. Влияние степени развития телекоммуникационных сетей на уровень развития экономики страны .....	6
1.2. Основные тренды развития телекоммуникаций в России .....	7
1.3. Становление цифрового домохозяйства .....	8
1.4. Оценка распределения трафика между фиксированными и мобильными сетями .....	9
1.5. Цели Минкомсвязи России, направленные на повышение качества жизни в России (2012–2018 г.) .....	10
1.6. Общие требования к системам телекоммуникаций ..	11
1.7. Комплексные инфокоммуникационные услуги для органов государственной власти, местного самоуправления, корпораций .....	12
1.8. Цели ПАО «Ростелеком» .....	13
Резюме .....	14
Литература .....	15
<b>2. ЭВОЛЮЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА</b> .....	16
2.1. Мотивация операторов на реконструкцию сетей ....	16
2.2. Оптимизация затрат .....	16
2.3. Сокращение расходов на управление сложной структурой сети .....	17
2.4. Роль Broadband Forum в эволюции архитектуры сетей широкополосного доступа .....	18
Резюме .....	20
Литература .....	21
<b>3. АРХИТЕКТУРА МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА</b> .....	22
3.1. Основные компоненты архитектуры .....	22
3.2. Пример взаимодействия компонентов архитектуры при предоставлении услуги широкополосного доступа в Интернет .....	25

3.3. Точка предоставления услуг .....	27
3.4. Использование VLAN для организации сервисов ...	29
3.4.1. Модель сервисной VLAN .....	29
3.4.2. Клиентские VLAN .....	31
3.5. Протоколы доступа к сети .....	36
3.6. Обобщенные требования к сервисной модели доступа для подключения квартирных клиентов и к механиз- мам их выполнения .....	39
Резюме .....	41
Литература .....	42
<b>4. АРХИТЕКТУРА IPTV .....</b>	<b>43</b>
4.1. Типы вещания .....	43
4.2. Достоинства и недостатки мультикастовой передачи в сети IPTV .....	45
4.3. Сетевая архитектура для доставки видеосервисов ..	46
4.4. Компоненты сети IPTV .....	47
4.5. Требования к инфраструктуре для доставки сервисов IPTV .....	51
4.6. Гибкая модель доставки сервисов .....	53
4.7. Безопасность сетевой инфраструктуры .....	53
4.8. Технические рекомендации Broadband Forum по раз- вертыванию IPTV .....	54
Резюме .....	55
Литература .....	56
<b>5. КОНВЕРГЕНЦИЯ ФИКСИРОВАННОЙ И МО- ВИЛЬНОЙ СВЯЗИ .....</b>	<b>57</b>
5.1. Понятие конвергенции в телекоммуникациях .....	57
5.2. Промышленная конвергенция .....	58
5.3. Конвергенция устройств .....	59
5.4. Сетевая конвергенция .....	60
5.5. Конвергенция услуг .....	62
5.6. Конвергенция приложений .....	64
5.7. Подключение мобильных абонентов через Wi-Fi и FAP .....	65
5.8. Разгрузка трафика мобильных данных через точки доступа Wi-Fi и FAP 104 .....	67
5.9. Управление клиентской базой .....	69
5.10. Одновременный мультидоступ .....	70
5.11. Политика контроля и управления ресурсами .....	71
5.12. Представление о полной конвергенции .....	72

5.13. Примеры использования межсетевого взаимодействия стационарной связи следующего поколения и беспроводного доступа 3GPP .....	73
Резюме.....	74
Литература .....	74
<b>6. ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПАО «РОСТЕЛЕКОМ» .....</b>	<b>75</b>
6.1. Основные компоненты и требования к ним .....	75
6.1.1. Граничный маршрутизатор на стороне провайдера (PE-маршрутизатор) .....	75
6.1.2. Маршрутизатор провайдера (P-маршрутизатор) .....	80
6.1.3. Граничные Интернет-маршрутизаторы .....	84
6.1.4. Сервер удалённого широкополосного доступа ...	87
6.2. Принципы управления трафиком (TE) и обеспечения отказоустойчивости .....	95
6.2.1. Управление трафиком .....	95
6.2.2. Живучесть .....	99
6.3. Обеспечение качества услуг .....	104
6.3.1. Целевые нормативы качества услуг QoS на сетях передачи данных .....	104
6.3.2. Три принципа разработки .....	105
6.3.3. Классы обслуживания .....	105
6.4. Протоколы .....	107
6.4.1. Протоколы внутреннего шлюза.....	108
6.4.2. Протоколы Внешнего шлюза и схема AC.....	112
6.5. Точки присутствия магистральной сети IP/MPLS ..	113
6.5.1. Гео-резервируемые точки присутствия .....	113
6.5.2. Точки присутствия без гео-резервации .....	116
Резюме .....	118
Литература .....	118
<b>7. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ РЕГИОНАЛЬНЫХ ФИЛИАЛОВ В ПАО «РОСТЕЛЕКОМ» .....</b>	<b>119</b>
7.1. Целевая архитектура сети .....	119
7.2. Задачи сетей передачи данных региональных филиалов .....	120
7.3. Сервисы сети РСПД .....	121
7.4. Архитектура сети РСПД .....	123
7.4.1. Транспортный уровень .....	123
7.4.2.Packetная сеть .....	124

7.5. Механизм предоставления сервисов B2B/G абонентам .....	127
7.6. Способ распределения S-Vlan меток .....	128
7.7. Механизм предоставления сервиса транспорта трафика мобильной сети (mobile backhaul) .....	129
7.8. Доставка трафика IPTV .....	131
7.9. Организация присоединения сети РСПД к магистральной сети.....	131
7.10. Управление сетью РСПД .....	132
7.11. Резервирование трафика в сети РСПД .....	134
7.12. Перспективная архитектура и технологии на сети РСПД .....	136
Резюме .....	138
Литература .....	138
<b>8. ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА РАСШИРЕНИЯ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ IP/MPLS ОАО «РОСТЕЛЕКОМ» .....</b>	<b>139</b>
8.1. Принципы построения и развития магистральной сети передачи данных ОАО «Ростелеком» .....	139
8.1.1. Общая структура сети .....	139
8.1.2. Типовые схемы узлов .....	143
8.1.3. Типы устройств сервисного уровня и их предназначение .....	145
8.1.4. Принципы масштабирования Сети .....	146
8.1.5. Используемые каналы и интерфейсы .....	149
8.2. Маршрутизация в магистральной сети .....	152
8.2.1. Принципы внутренней маршрутизации .....	152
8.2.2. Использование протокола BGP .....	155
8.2.3. Использование MPLS 2 .....	161
8.2.4. Меры по обеспечению высокой доступности сети .....	163
8.2.5. Маршрутизация IP Multicast трафика .....	165
8.3. Стыковка магистральной и региональной сети .....	167
8.3.1. Общая схема взаимодействия .....	168
8.3.2. Политика безопасности .....	171
8.3.3. Предоставление услуги L3 VPN .....	172
8.3.4. Предоставление услуги доступа в Интернет .....	176
8.3.5. Предоставление услуги MPLS транзита через СПД РТК.....	181
8.3.6. Обеспечение подключения к СОРМ .....	183
8.4. Целевая модель QoS .....	185
8.4.1. Магистральная сеть .....	185

8.4.2. Сервисная граница .....	186
8.4.3. Сеть агрегации и доступа .....	187
8.4.4. Арендованные каналы связи .....	187
Резюме .....	187
Литература .....	188
<b>9. МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ .....</b>	<b>189</b>
9.1. Практические возможности системного анализа ....	189
9.1.1. Особенности планирования развития МСПД в условиях постоянного роста трафика .....	190
9.1.2. Что интересует лиц, ответственных за развитие и эксплуатацию мультисервисной сети? .....	190
9.1.3. Ожидаемые результаты от моделирования и сис- темного анализа .....	191
9.2. Расчет характеристик сети и уровней загрузки кана- лов при передаче по кольцевой магистрали ассимет- ричного трафика .....	193
9.3. Исследование накопления задержек при передаче па- кета по транспортной сети с кольцевой топологией .	196
9.4. Исследование влияния на характеристики сети места отказа каналов .....	200
9.5. Расчет характеристик и системный анализ транспорт- ных сетей, построенных на базе систем спектрально- го уплотнения .....	207
9.5.1. Представление магистрали в виде сети массового обслуживания .....	207
9.5.2. Пример расчета характеристик магистрали транс- портной сети на базе системы спектрального уплотне- ния при использовании нескольких классов обслужива- ния .....	210
9.6. Расчет характеристик на участке узел доступа — узел агрегации при переходе на резервные каналы .....	212
9.7. Задействование потенциала отраслевой науки .....	214
9.8. Замечания, комментарии, пояснения .....	215
Литература .....	216
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>217</b>
Термины, определения и сокращения .....	219