

В.Г.Фокин. Оптические мультисервисные сети: Практикум. – Новосибирск: ГОУ ВПО «СибГУТИ», 2011.- 25с.

Практикум предназначен для самостоятельной работы студентов заочной и заочной ускоренной форм обучения по специальности: 210404 – «Многоканальные телекоммуникационные системы».

В практикуме представлены: программа обучения по дисциплине «Оптические мультисервисные сети»; контрольные задания с вопросами, индивидуальными задачами и методическими указаниями по порядку решения, список учебной литературы, приложение с примером расчета элементов мультисервисной сети.

Кафедра МЭС и ОС

Табл. –15 , список лит. – 23 наимен.

Рецензент: Н.В. Носкова

Утверждено редакционно-издательским советом СибГУТИ в качестве практикума.

© Сибирский государственный университет
телекоммуникаций и информатики, 2011

Оглавление

Программа дисциплины «Оптические мультисервисные сети».....	4
Введение.....	4
Программа.....	5
Контрольные задания и методические указания к решению задач.....	7
1 Определения и архитектура телекоммуникаций.....	7
2 Транспортные сети.....	9
3 Тактовая сетевая синхронизация.....	11
4 Сети доступа.....	13
5 Мультисервисные сети.....	15
Заключение	17
Приложение.....	18
Список литературы.....	22

Программа дисциплины «Оптические мультисервисные сети»

Введение

Возрастающие потребности в услугах электросвязи подталкивают операторов сетей связи к развитию телекоммуникаций с применением всё более совершенных технологий: SDH, ATM, IP, MPLS, Ethernet, T-MPLS, PBB/PBT, OTN. Это в свою очередь обуславливает запрос на подготовленных специалистов для обслуживания современных средств и систем связи.

В настоящее время ощущается недостаток учебно-методической литературы по перспективным технологиям телекоммуникаций. Это особенно сказывается на качестве подготовки студентов-заочников, которые очень часто оторваны от технических библиотек и имеют ограниченные возможности по приобретению учебной литературы, но сталкиваются с новой техникой и готовы изучать её самостоятельно.

Предлагаемая программа дисциплины «Оптические мультисервисные сети» и контрольные задания должны способствовать повышению качества подготовки специалистов по заочной форме обучения. Программа представлена в 5 разделах, которыми охвачены важнейшие направления развития сетей связи: транспортные сети; сети синхронизации; сети доступа; мультисервисные сети. Задания представлены комплексом контрольных вопросов и задачами с индивидуальными данными. Каждый раздел программы дисциплины «Оптические мультисервисные сети» и каждое задание имеют ссылки на учебную литературу.

Для выполнения заданий необходимо изучить рекомендуемую литературу, конспект лекций и письменно ответить на поставленные вопросы. Ответы необходимо формулировать кратко и по существу вопроса. При решении задач необходимо руководствоваться методическими указаниями, конспектами и ссылками на литературу. Расчётные соотношения в задачах необходимо выражать в единой системе единиц: метр, Герц, секунда, дБ, дБ/км и т.п.

Обратите внимание! При решении задач с №1 по №5 необходимо учитывать временные коэффициенты, которые соответствуют году выполнения задания (табл. В1).

Таблица В1. Поправочные коэффициенты к задачам

Год выполнения	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Временной коэффициент, Ψ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Программа дисциплины

1 Определения и архитектура телекоммуникаций

- 1.1 Основные определения и классификация сетей связи
- 1.2 Организации по стандартизации и стандарты сетей связи
- 1.3 Общая архитектура телекоммуникаций (плоскость компонентов, плоскость систем передачи, плоскость транспортировки, плоскость коммутационных услуг, плоскость доступа, плоскость пользовательских услуг).

2 Транспортные сети

- 2.1 Модель и технология транспортной сети SDH
- 2.2 Модель и технология транспортной сети ATM
- 2.3 Модель и технология транспортной сети OTN-OTN
- 2.4 Модель и технология транспортной сети Ethernet
- 2.5 Технологические согласования транспортных сетей
- 2.6 Оптические мультисервисные транспортные платформы
- 2.7 Автоматически коммутируемые оптические транспортные сети ASON/ASTN
- 2.8 Сетевые элементы транспортных сетей
- 2.9 Функциональное построение оборудования, электрические и оптические интерфейсы сетевых элементов
- 2.10 Структуры транспортных сетей
- 2.11 Защита соединений в транспортных сетях
- 2.12 Управление транспортными сетями

3 Тактовая сетевая синхронизация

- 3.1 Проблемы стабилизации тактовой сетевой синхронизации
- 3.2 Нормирование проскальзываний
- 3.3 Фазовые дрожания и их нормирование относительно проскальзывания
- 3.4 Источники синхросигналов
- 3.5 Распределение тактового синхронизма
- 3.6 Принципы и методы восстановления сети тактовой синхронизации
- 3.7 Аудит сети синхронизации
- 3.8 Функция ретайминга в транспортной сети
- 3.9 Правила проектирования сети синхронизации
- 3.10 Управление сетью синхронизации

4 Сети доступа

- 4.1 Модель, определения и архитектура сети доступа
- 4.2 Системы проводного доступа
- 4.3 Системы беспроводного доступа
- 4.4 Интерфейсы сети доступа

- 4.5 Управление сетью доступа
- 4.6 Оборудование и платформы доступа
- 4.7 Терминалы пользователей
- 4.8 Оценка качества услуг электросвязи

5 Мультисервисные сети

5.1 Цифровые сети с интеграцией служб (узкополосная цифровая сеть с интеграцией услуг (N-ISDN), каналы узкополосной ЦСИС, услуги узкополосной ЦСИС и условия их функционирования, протокольная структура N-ISDN, системы сигнализации в ISDN, примеры использования N-ISDN)

5.2 Широкополосная цифровая сеть с интеграцией услуг (служб) (Физический уровень, уровень ATM, уровень AAL для AAL1-5, сигнальный адаптационный уровень S-AAL, основные функции сигнализации B-ISDN, адресация в B-ISDN, маршрутизация в сети ATM, пользовательские возможности, ориентированные на соединение, пользовательские возможности, не ориентированные на соединение, общие принципы управления в B-ISDN, эталонные конфигурации и доступ в B-ISDN)

5.3 Компьютерные сети (основные понятия о технологии IP, технология Ethernet - происхождение и развитие)

5.4 Методика оценки производительности коммутаторов мультисервисных сетей и пропускной способности трактов с пакетной передачей

Таблица рекомендуемых информационных источников по разделам программы

Раздел программы	Подраздел программы	Литература
1 Определения и архитектура телекоммуникаций	1.1	1, 2, 14
	1.2	1, 14
	1.3	1, 21
2 Транспортные сети	2.1	1, 2, 23
	2.2	1, 2, 9, 10
	2.3	1, 2
	2.4	1, 2, 23
	2.5	1, 2, 13, 23
	2.6	2
	2.7	1
	2.8	1
	2.9	1, 2
	2.10	1, 2
	2.11	1, 2
	2.12	1, 2, 4, 16, 17, 23

3 Тактовая сетевая синхронизация	3.1	1, 2, 3, 15
	3.2	1, 2, 3, 15
	3.3	1, 2, 3, 15
	3.4	1, 2, 3, 15
	3.5	1, 2, 3, 15
	3.6	1, 2, 3, 15
	3.7	1, 2, 3, 15
	3.8	1, 2, 3, 15
	3.9	1, 2, 3, 15
	3.10	1, 2, 3
4 Сети доступа	4.1	6
	4.2	5, 6, 18, 22
	4.3	6, 11, 19
	4.4	6, 7, 20
	4.5	4, 6, 16, 17
	4.6	6
	4.7	5, 6, 7, 12
	4.8	6
5 Мультисервисные сети	5.1	5, 7, 8, 9, 12
	5.2	5, 6, 9
	5.3	12, 23
	5.4	9, 10, 21

Контрольные задания и методические указания к решению задач

1 Определения и архитектура телекоммуникаций

Изучите конспект, учебную литературу и ответьте письменно на следующие вопросы:

1. Что такое сеть связи?
2. Что представляет собой ЕСЭ Российской Федерации?
3. Чем различаются первичные сети (магистральная, внутризональная, местная)?
4. Чем образуется сеть транспортная?
5. Что представляет собой сеть доступа?
6. Какие сети электросвязи называют мультисервисными?
7. Какие международные организации внесли наибольший вклад в развитие стандартов электросвязи?
8. Какие функции отображает плоскость компонентов общей архитектуры телекоммуникаций?
9. Какие функции отображает плоскость систем передачи общей архитектуры телекоммуникаций?
10. Какие функции отображает плоскость транспортировки общей архитектуры телекоммуникаций?

11. Какие функции отображает плоскость доступа общей архитектуры телекоммуникаций?
12. Какие функции отображает плоскость пользовательских услуг общей архитектуры телекоммуникаций?

Задача №1

Определить эквивалентное количество цифровых трактов E1 для организации узкополосных услуг электросвязи по вариантам табл. 1.1 и 1.2. Сгруппировать эти услуги по трактам E1.

Таблица 1.1 Требуемые услуги

Услуги	Предпоследняя цифра номера студ. билета									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Телефония	150	120	55	225	240	135	300	60	85	72
Базовый доступ ISDN, 2B+D	10	20	15	25	30	5	17	24	34	40
Передача данных в канале H12, т.е. 30B+D	2	1	5	3	6	7	9	8	10	12
Передача данных V.35	20	2	15	10	24	8	4	22	6	13
Видеоконференция H0, 384кбит/с	4	8	5	10	3	6	2	7	1	9
Модем 56кбит/с	20	10	5	12	15	25	8	4	16	27

Таблица 1.2 Параметр управления полосой телефонного канала

Управление полосой телефонного канала	Последняя цифра номера студ. билета									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Коэффициент сжатия телефонного сообщения (умножить на Ψ)	1:2	1:4	1:8	1:16	1:20	1:3	1:5	1:7	1:10	1:12

Методические указания к решению задачи №1

1. Считать структуру E1 составленной из 30 информационных канальных интервалов (КИ), одного КИ синхронизации и одного КИ сигнализации [в режиме выделенных каналов сигнализации (ВСК) или общего канала сигнализации (ОКС)].

2. При организации телефонных каналов возможно использование процедур сжатия речи (G.723, G.727, G.729). В решении задачи необходимо учесть коэффициент сжатия речевых сообщений. Например, если задано число услуг телефонии 10, коэффициент сжатия 3, то считать число канальных интервалов для телефонии 4. Т.е. округление в большую сторону.

3. При определении канальных интервалов E1 для базового доступа 2B+D необходимо учесть, что для 2B требуется 2 КИ, а канал D может быть общим для всех 2B в каждом E1. Например, 32(2B+D) потребуют использование 3E1, где полностью загружаются по 15(2B+D) 2E1 и в третьем E1 загружаются 4КИ, т.е. 2(2B) и один D.

4. При организации видеоконференции на скорости 384кбит/с в E1 может быть образовано до 5 каналов H0, т.е. 6B каналов. Для видеосвязи используется канал H12 на скорости 30B+D, т.е. 1920кбит/с + 64кбит/с.

5. Для организации передачи данных 56кбит/с, 64кбит/с, V.35 использовать один КИ, обозначаемый E0.

6. По результатам решения задачи сформулировать выводы.

2 Транспортные сети

Изучите конспект, учебную литературу и ответьте письменно на следующие вопросы.

1. На чем базируется разработка моделей транспортных сетей?
2. Какие модели транспортных сетей существуют в настоящее время?
3. Чем образована модель транспортной сети SDH?
4. Чем образована модель транспортной сети ATM?
5. Чем образована модель транспортной сети OTN?
6. Чем образована модель транспортной сети EoT?
7. В чём сущность технологии мультиплексирования SDH?
8. В чём сущность технологии мультиплексирования ATM?
9. В чём сущность технологии мультиплексирования OTN-OTN?
10. В чём сущность технологии мультиплексирования Ethernet?
11. Какие технологии согласования предусмотрены для транспортных сетей?
12. Чем принципиально отличаются циклы SDH STM-N ($N=0,1,...,256$) от циклов OTN OTU-k ($k=1, 2, 3$)?
13. Чем принципиально отличаются пакеты ATM от пакетов Ethernet?
14. Какие разновидности пакетов Ethernet могут использоваться в транспортной сети?
15. Какие протоколы используются для согласования сетей Ethernet с сетями SDH и OTN-OTN?
16. Что относится к понятию ASON?
17. Что следует понимать под сетевым элементом транспортной сети?
18. Какие разновидности сетевых элементов (СЭ) различают в транспортных сетях?
19. Чем отличаются СЭ с исполнением в виде «мини» и «универсал»?
20. Что представляют собой мультисервисные транспортные платформы?
21. Какие функции выполняют оптические усилители и линейные регенераторы?
22. Какие функции выполняют терминальные мультиплексоры и мультиплексоры ввода/вывода?

23. Что входит в понятие «цветной интерфейс»?
24. Какие достоинства можно выделить для ROADM?
25. В чем смысл функциональных структур оборудования SDH, ATM, OTN-OTN, Ethernet?
26. Какие разновидности интерфейсов имеет аппаратура транспортных сетей?
27. Чем отличаются оптические интерфейсы стандартов G.692, G.695, G.696, G.698?
28. Какие конфигурации транспортных сетей наиболее устойчивы к повреждениям?
29. Чем обеспечиваются функции защитных переключений в оптической сети?
30. Какие функции управления реализуют в транспортной сети?

Задача №2

Разработать схему организации связи мультисервисной транспортной сети по исходным данным, приведенным в табл. 2.1 и 2.2. Выбрать технологию для построения транспортной сети (SDH или OTN-WDM). Выбрать и объяснить эффективную схему защиты соединений секций мультиплексирования, трактов и оптических каналов. Выполнить схему организации связи с отметкой рабочих и защитных соединений. Схему организации связи изобразить, используя обозначения на рисунках из учебной литературы и конспекта лекций.

Таблица 2.1 Параметры оптической транспортной сети

Параметры	Предпоследняя цифра номера студ. билета									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Конфигурация транспортной сети из 4-х узлов	ЛЦ	К	Яч	К	ЛЦ	Яч	ЛЦ	К	Яч	К
Эквивалентное число STM-N на всех участках сети	4	6	5	10	17	8	14	7	20	18

Таблица 2.2 Параметры линии

Параметры	Последняя цифра номера студ. билета									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Уровень STM-N, N=....	1	4	16	64	256	1	4	16	64	256
Число свободных оптических волокон (умножить на Ψ)	4	6	8	16	12	10	18	20	24	22

Методические указания к решению задачи №2

1. Линейная цепь транспортной сети будет состоять из 3-х секций мультиплексирования и четырех узлов. Для резервирования секций мультиплексирования по схемам 1+1 или 1:1 необходимо учитывать на резерв по 2 волокна на каждую систему передачи из волокон резервного оптического кабеля. Если волокон в резервном кабеле недостаточно, то необходимо использовать режим WDM (в вариантах CWDM или DWDM) с транспондерами OTN для мультиплексирования заданных потоков STM-N на разных длинах волн в одной паре волокон и предусмотреть пару волокон на каждой секции OMS для защиты 1+1. Выбор режима WDM зависит от числа каналов и дальности передачи (до 16 каналов CWDM, более 16 каналов DWDM). В указанной задаче дистанция передачи во внимание не принимается.

2. Кольцевая транспортная сеть будет содержать четыре секции мультиплексирования, которые объединяют четыре узла в сеть. На каждой секции возможно использование режима WDM (в вариантах CWDM или DWDM), если недостаточно числа волокон оптического кабеля для организации заданного числа STM-N. При этом для защиты соединений в сети достаточно использовать SNCP или MSPRing для SDH секций без дополнительных волокон защиты. *Необходимо объяснить различие SNCP и MSPRing.*

3. Ячеистая транспортная сеть будет состоять из четырех узлов, связанных каждый с каждым. Узлы должны представлять собой либо узловые коммутаторы SDH, либо узловые оптические кроссовые коммутаторы OXC (PXC), которые оснащаются рабочими и резервными интерфейсами по всем межузловым связям. *Способ защиты соединений 1+1 всех 6 секций мультиплексирования. На каждой секции возможно использование режима WDM (в вариантах CWDM или DWDM).*

4. Необходимо учесть, что STM-1 можно мультиплексировать в STM-4, 16, 64, 256, и также STM-4 в STM-16, 64, 256 и т.д.

5. При изображении оптических (OADM, ROADM, OXC, терминальных) мультиплексоров необходимо не забывать и указанные в задании мультиплексоры SDH (терминальные, ввода/вывода).

6. *По результатам решения задачи сформулировать выводы.*

3 Тактовая сетевая синхронизация

Изучите конспект, учебную литературу и ответьте письменно на следующие вопросы.

1. В чем состоят проблемы тактовой сетевой синхронизации?
2. Что называют проскальзыванием?
3. Какую классификацию имеют проскальзывания?
4. Что используется для нормирования проскальзываний?
5. От чего зависит число проскальзываний в сутки?
6. Каким должно быть относительное значение $\Delta f/f$ для одного проскальзывания за 70 суток на стыке двух систем с собственными тактовыми генераторами?
7. Как сократить число проскальзываний до минимума?

8. Почему образуется джиттер?
9. Почему образуется вандер?
10. Какие источники синхросигналов используются в сетях связи?
11. Какие разновидности сетей синхронизации могут быть реализованы?
12. Что называют плезиохронным режимом сети ТСС?
13. По каким правилам распределяются тактовые синхросигналы в сетях связи?
14. Что обозначают в сетевых элементах с точки зрения синхронизации линии T0, T1, T2, T3, T4?
15. Сколько предусмотрено классов присоединения к сети ТСС?
16. Чем отличаются классы присоединения к ТСС?
17. Какое назначение имеет маркер показателя качества в байте S1 заголовка STM-N?
18. По каким признакам происходит назначение показателей качества и приоритетов синхросигналов?
19. Какие правила используются при восстановлении синхронизма в сети ТСС?
20. С какой целью проводят аудит ТСС?
21. Какое назначение имеет ретайминг в сети синхронизации?
22. Что предписывают правила проектирования ТСС?
23. Что является объектами управления в ТСС?

Задача №3

Определить изменение физической длины линейного пути и относительное изменение скорости передачи цифрового сигнала на приёме (нестабильность поступления синхросигнала) при изменении температуры среды, окружающей кабель. Длина линии и её тип заданы в табл. 3.1 и 3.2. Считать, что температура изменяется на $\Delta t^{\circ}\text{C}$ за время более 1 часа.

Таблица 3.1 Параметры линии

Параметры	Предпоследняя цифра номера студ. билета									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тип линии	ов	ме	ов	ме	ов	ме	ов	ме	ов	ме
Изменение температуры $\Delta t^{\circ}\text{C}$	27	19	22	24	14	11	23	17	28	15
Коэффициент температурного расширения, $\text{Кт, } 1/\text{град C}$	$2,8 \times 10^{-4}$	$6,4 \times 10^{-6}$	3×10^{-4}	16×10^{-6}	$2,2 \times 10^{-4}$	15×10^{-6}	$2,6 \times 10^{-4}$	$15,9 \times 10^{-6}$	$3,2 \times 10^{-4}$	$16,2 \times 10^{-6}$
Скорость передачи В, Мбит/с	2,048	8,448	34,368	139,264	155,052	622	2488	51	125	100

Примечание: ме – медная линия; ов – оптоволоконная линия

Таблица 3.2 Длина линии

Параметр	Последняя цифра номера студ. билета									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Длина линии, L, км (умножить на Ψ)	350	654	1268	799	2088	3155	853	1036	2279	998

Методические указания к решению задачи №3

При решении задачи необходимо учесть следующие расчётные соотношения: изменение длины пути $\Delta L = L \times \text{Кт} \times \Delta t^{\circ}\text{C}$; изменение скорости передачи $\Delta B = B \times \Delta L / V$, где V скорость распространения электромагнитной волны в электрической или оптической линии ($V_{\text{ме}} = 47300 \text{ км/с}$, $V_{\text{ов}} = C/n_1$, $n_1 = 1,463$; $C \approx 3 \times 10^8 \text{ м/с}$); нестабильность битовой скорости за 1 час

$\Delta R = \Delta B / 3600 \text{ [бит/с]}$; относительная нестабильность цифрового сигнала на приёме $A = \Delta R / B$.

По результатам решения задачи сформулировать выводы.

4 Сети доступа

Изучите конспект, учебную литературу и ответьте письменно на следующие вопросы.

1. Какие виды услуг должны поддерживать сети доступа?
2. Что входит в протокольную модель сети доступа?
3. Какие составляющие входят в общую структуру сети доступа?
4. Какие системы проводного доступа имеют наибольшее распространение?
5. Какие недостатки имеют медные кабели?
6. Что такое СКК?
7. Что обеспечивает СКК в сети доступа?
8. Какие коаксиальные кабели можно рекомендовать для построения сети доступа?
9. В чем достоинства технологии xDSL?
10. Чем отличаются технологии ADSL2+ от VDSL?
11. Какие виды аналоговой и цифровой модуляции используются в xDSL?
12. Сколько проводов требуется для линии ADSL2+?
13. Какие волоконные световоды могут быть рекомендованы для сетей доступа?
14. Какие возможности заложены в PON для организации широкополосного доступа?
15. Чем отличаются технологии APON и BPON, EPON и GPON?
16. Что необходимо для реализации проводной сети доступа на базе сети кабельного телевидения HFC?
17. Сколько поколений технологий беспроводного доступа использовалось на сетях связи?
18. Что такое сеть радиодоступа?

19. Что входит в состав сети радиодоступа?
20. Что следует понимать под системой радиодоступа?
21. Что представляет собой базовая станция сети радиодоступа?
22. Чем отличается зона покрытия от зоны обслуживания радиодоступа?
23. Какие стандарты радиодоступа получили наибольшее распространение?
24. Какие возможности имеет WiMAX?
25. От чего зависит дистанция оптического доступа в атмосфере?
26. Какие интерфейсы используются в сети доступа?
27. Какие интерфейсы обеспечивают широкополосный доступ?
28. Какие функции управления реализуются в сети доступа?
29. Что должно быть в пользовательских терминалах, подключаемых в сети доступа?
30. Какими показателями может оцениваться качество услуг в электросвязи?

Задача №4

Определить максимальную дальность связи в сети доступа PON по условиям, представленным в табл. 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1 Характеристики передачи

Параметр		Предпоследняя цифра номера студ. билета									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Уровни передачи на волнах (плюс 10lgΨ)	1,31мкм	-5	-4	-6	-7	-2	-3	-8	-5	-1	-6
	1,49мкм	-6	-6	-6	-5	-3	-5	-4	-4	-4	-1
	1,55мкм	0	+2	-1	+3	-2	0	-4	+3	+2	+1
Чувствительность приёмника на волнах	1,31мкм	-36	-32	-38	-30	-34	-39	-31	-33	-35	-37
	1,49мкм	-29	-27	-31	-28	-26	-25	-24	-23	-22	-21
	1,55мкм	-26	-28	-25	-29	-21	-24	-30	-31	-28	-19
Затухание волокна α на волнах	1,31мкм	0,4	0,5	0,55	0,44	0,36	0,38	0,39	0,34	0,31	0,41
	1,49мкм	0,26	0,27	0,28	0,29	0,24	0,26	0,28	0,23	0,26	0,28
	1,55мкм	0,19	0,2	0,21	0,22	0,21	0,19	0,2	0,23	0,21	0,23
Затухание 4-х разъёмных соединителей		1,1	0,56	1,24	1,53	3,3	2,05	2,3	2,1	1,8	0,92

Примечание: уровни передачи указаны в дБм; затухание в дБ.

Таблица 4.2 Число отводов PON

Параметр	Последняя цифра номера студ. билета									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Число отводов от узла PON, n	8	44	52	64	18	10	128	16	24	32

Методические указания к решению задачи №4

1. Деление мощности сигнала в узле ветвления PON считать равномерным и равным $P_i = P_{вх}/n$, где n число отводов (в формулу подставлять мощность, но не уровень мощности!).
2. Необходимо для каждой длины волны определить энергетический потенциал
 $\Xi = P_{пер} - P_{пр}$, например, уровни передачи и приёма соответственно равны $P_{пер}=0\text{дБм}$, $P_{пр}=-31\text{дБм}$,
 $\Xi = 0 - (-31) = 31\text{дБм}$.
3. Выбрать наименьший из трёх энергетических потенциалов и определить допустимую дальность передачи с учетом затухания в разветвителе, в оптоволокне, в разъёмных соединителях и дисперсионных потерь:
 $L = (\Xi - \text{Аразв} - \text{Аразъёмов} - \text{Адисп})/\alpha$,
 где $\text{Аразв} \geq 10\lg P_{вх}/P_i$.
4. Дисперсионные потери считать равными 1дБ.
5. По результатам решения задачи сформулировать выводы.

5 Мультисервисные сети

Изучите конспект, учебную литературу и ответьте письменно на следующие вопросы.

1. Почему в сетях связи появилась необходимость в интеграции услуг?
2. Какие элементы выделяются в топологии цифровой сети ISDN?
3. Что обозначают эталонные точки ISDN?
4. С какой целью применяется линейное кодирование 2B1Q в ISDN?
5. Как устроен цикл 2B+D?
6. Какие каналы могут быть организованы в ISDN?
7. Какие услуги обеспечивает сеть ISDN?
8. Какие элементы входят в структуры эталонных моделей доступа ISDN?
9. Какими уровнями представлена протокольная структура ISDN?
10. С какой целью используется LAPD в ISDN?
11. Какие системы сигнализации необходимы для работы ISDN?
12. Чем отличаются DSS-1 и ОКС 7?
13. Как организована нумерация в ISDN?
14. Почему ATM используется в качестве основы Ш-ЦСИС?
15. Чем характеризуется модель B-ISDN на основе ATM?
16. Какие функции выполняет физический уровень B-ISDN?
17. Какие функции выполняет уровень ATM в B-ISDN?
18. Какие функции выполняет уровень AAL в B-ISDN?
19. Чем отличаются AAL1, AAL2, AAL3/4, AAL5 друг от друга?
20. Что обеспечивает S-AAL?
21. Какие каналы сигнализации используются в B-ISDN?
22. Что представляет собой PNNI?
23. Как организуется адресация в B-ISDN?
24. Какой смысл имеет маршрутизация в сети ATM?
25. Какие услуги обеспечивает B-ISDN?
26. Какое назначение имеет управление в B-ISDN?
27. Каким образом может быть организован доступ в B-ISDN?

28. Какое значение для мультисервисных сетей имеет протокол IP?
29. Какая технология компьютерных сетей получила наибольшее распространение и по каким причинам?
30. В каком направлении идет развитие мультисервисных сетей связи?

Задача №5

Определить требуемую скорость передачи и производительность узлов пакетной коммутации на участке оптической мультисервисной сети с заданными характеристиками виртуальных каналов услуг в табл. 5.1 и 5.2.

Выбрать подходящий оптический интерфейс между узлами сети, руководствуясь расстоянием между узлами, типом оптического волокна, предлагаемой технологией формирования пакетов и физического уровня.

Таблица 5.1 Каналы услуг и их количество по варианту (номеру пароля)

Услуга	Предпоследняя цифра номера студ. билета									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Телефония	650 КС	340 ДС	70 УАТС	500 КС	90 ДС	250 УАТС	300 КС	350 ДС	80 УАТС	790 КС
Факс	36 ДС	40 УАТС	90 УАТС	60 КС	28 КС	25 УАТС	30 КС	46 УАТС	10 УАТС	80 КС
Передача файлов	15 ДС	20 УАТС	25 УАТС	30 ДС	10 ДС	35 УАТС	40 ДС	50 УАТС	60 УАТС	70 ДС
Видео телефония	32 ДС	43 КС	54 УАТС	65 ДС	73 КС	86 УАТС	29 ДС	18 УАТС	49 УАТС	91 КС
Поиск видео (VoD)	10 КС	20 ДС	25 УАТС	30 ЦС	35 КС	40 УАТС	45 ДС	50 УАТС	55 ЦС	60 КС
Поиск документов	60 ДС	55 УАТС	50 КС	45 ЦС	40 ДС	35 УАТС	30 КС	25 ЦС	20 УАТС	10 КС
Данные по требованию	80 ДС	90 УАТС	100 УАТС	110 ДС	49 ДС	120 УАТС	79 ДС	89 ДС	130 УАТС	150 ДС

В табл. 5.1 обозначено: КС – квартирный сектор; ДС – деловой сектор; ЦС – центр служб; УАТС – учрежденческая АТС.

Таблица 5.2 Расстояния, волокна и типы транспортных технологий

Межузловое взаимодействие	Последняя цифра номера студ. билета									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Расстояние между узлами, км (умножить на Ψ)	12	28	40	60	80	120	140	200	250	300
Тип оптического волокна	G.652	G.652	G.652	G.652	G.652	G.655	G.655	G.655	G.655	G.655
Технология формирования пакетов	Eth	Eth	ATM	ATM	ATM	ATM	Eth VPN	Eth VPN	Eth VPN PBB	Eth VPN PBB
Технология транспорта на физическом уровне и рекомендуемые интерфейсы	Eth IEEE 802.3	CW DM G.695	SDH G.957 G.691	SDH G.957 G.691	SDH G.957 G.691	SDH G.957 G.691	OTH G.696 G.698 G.959	OTH G.696 G.698 G.959	OTH G.696 G.698 G.959	OTH G.696 G.698 G.959

Методические указания к решению задачи №5

1. Внимательно изучить приложение! В нем обратить внимание на пример определения производительности узла и пропускной способности межузлового соединения.
2. На основе теории и примера произвести расчет по варианту. Все исходные данные, формулы и промежуточные вычисления записать. Обратить внимание на длину информационного пакета ATM (48 байт), Ethernet (1518 байт), Ethernet VPN с идентификатором C-Tag (1524 байт), Ethernet VPN PBB с идентификаторами C-Tag и S-Tag (1528 байт). Расчеты произвести для вероятности потери пакета 10^{-3} .
3. Используя полученные при расчете значения скорости передачи между узлами с обоснованием выбрать [2] в соответствующей транспортной технологии подходящий (по скорости передачи и дистанции) оптический интерфейс. Допускается использование нескольких интерфейсов. Привести технические характеристики интерфейсов.
4. По результатам решения задачи сформулировать выводы.

Заключение

Представленный практикум по дисциплине «Оптические мультисервисные сети» следует рассматривать минимально достаточным для выполнения контрольного задания. Однако он не вмещает весь спектр развивающихся сетевых технологий. По этой причине рекомендуется студентам, обучающимся по заочной форме, активно использовать ресурсы поисковых систем Интернета по интересующим темам и направлениям. При этом необходимо точно выбирать ключевые слова на русском или английском языках. Например, «Транспортные сети SDH», «Сети доступа FTTx» и т.д.

Автор желает успешного освоения учебного материала дисциплины и не менее успешного выполнения контрольных заданий и сдачи экзаменов.