

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 21.09.2025 22:50:21

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d476173e5f1c11eabbf73e943d6a4851fda56d089

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)**

Кафедра космического приборостроения и систем связи



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

02 2018 г.

## **ВИДЫ СЕРВИСОВ И ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ**

Методические указания  
по выполнению практической работы  
для студентов, обучающихся по направлению подготовки  
11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»  
по дисциплине «Проектирование транспортных оптических систем  
передачи»

Курск 2018

УДК 004.716

Составители: А. А. Гуламов, Е. С. Маклаков

Рецензент

Доктор технических наук, старший научный сотрудник,  
профессор кафедры КПиСС *В.Г. Андронов*

**Виды сервисов и источники информационной нагрузки:**  
методические указания по выполнению практической работы /  
Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.А. Гуламов, Е. С. Маклаков. - Курск,  
2018. – 14 с.: ил. 1, табл. 2. – Библиогр.: с. 14.

Методические указания по выполнению практической работы содержат теоретические сведения о видах сервисов, используемых в транспортных оптических сетях и видах и типах информационной нагрузки сетей, а также задания для выполнения работы и перечень вопросов для самопроверки изучаемого материала.

Полученные знания в результате выполнения работы дают возможность сформировать целостную картину информационного взаимодействия в современных телекоммуникационных системах доступа. Данное методическое указание направлено на формирование у студентов следующих профессиональных компетенций: ПК-5.

Методические указания соответствуют требованиям рабочей программы дисциплины «Проектирование оптических систем доступа», утверждённой методическими комиссиями по направлению подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Проектирование транспортных оптических систем передачи» очной и заочной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 14.02.18. Формат 60x84/16.

Усл. печ. л. 0,81. Уч.-изд. л. 0,74. Тираж 100 экз. Заказ. 997. Бесплатно

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

## Содержание

1 Цели работы.....	4
2 Краткие теоретические сведения.....	4
3 Безопасность оптических транспортных сетей.....	10
4 Задание на практическую работу.....	12
5 Контрольные вопросы.....	13
6 Список рекомендуемой литературы для подготовки к практическому занятию.....	14

## 1 Цели работы

- изучение типов и видов применяемых сервисов в транспортных сетях;
- освоение методики расчёта информационной нагрузки в транспортных сетях.

## 2 Краткие теоретические сведения

### 2.1 Виды сервисов

В первую очередь при разработке проекта необходимо определиться с тем, какие виды услуг будет поддерживать сеть, оценить соотношение различных видов трафика на текущий момент и спрогнозировать ситуацию на ближайшую перспективу. Традиционными задачами, решаемыми при проектировании транспортных сетей относительно услуг, являются:

- передача традиционного трафика телефонии и услуг интегрированных цифровых сетей ISDN (Integrated Services Digital Network);
- передача трафика данных Интернет (для частных лиц и/или компаний);
- передача трафика данных корпоративных сетей (объединение локальных вычислительных сетей), построенных на технологиях Ethernet, ATM и других;
- передача трафика IP - телефонии (для частных лиц и/или в корпоративной сети);
- передача трафика IP-TV (Internet Protocol-Television), но это не телевидение через Интернет, а только использование протокола IP; суть IP-TV сводится к уменьшению потерь от нелегальных подключений в кабельных сетях; главным достоинством IP-TV является интерактивность видеослужб и наличие широкого дополнительных сервисов (VoD - Video-on-Demand, TVoIP - Television over IP, Video Telephony, Information Portals и т.д.);
- передача трафика «Internet Television», где главный принцип состоит в том, каждый правообладатель имеет полноценную возможность размещать свое видео в сети и создавать свой телевизионный канал Интернет;
- передача видеотрафика относительно невысокого качества на скорости до 384 кбит/с (видеоконференции, видеотелефо-

ния, видеонаблюдение, видеотрансляции с серверов и т.д.);

- передача видеотрафика от студий телевидения и кабельного телевидения (телевизионное вещание - Broadcast и видео по запросу VoD, от серверов) с высокими скоростями и в различных форматах сжатия (DVB-C, Digital Video Broadcasting Cable, MPEG-2, MPEG-4, Motion Pictures Experts Group);

- поддержка передачи телевидения стандартов DOCSIS (Data over Cable Service Interface Specification): американского, европейского и международных, со скоростными режимами до 52Мбит/с;

- развитие сети хранения данных SAN (Storage Area Network), ставшей основой формирования концепции «World Wide Storage Area Network» (WWSAN), т.е. всемирной сети хранения данных, которая обеспечит высокоскоростной доступ и хранение данных, распределенных по всему миру;

- развитие виртуальных частных сетей VPN (Virtual Private Network).

Существующие сегодня тенденции к объединению в единый пакет услуг Triple Play (три в одном: аудио, видео и передача данных) большинства из перечисленных сервисов обусловлены реальным и прогнозируемым спросом рынка, и также конкурентной борьбой между провайдерами услуг. Так операторы сетей кабельного телевидения и традиционные телефонные операторы активно предлагают своим абонентам доступ в Интернет, а крупные провайдеры Интернет организуют альтернативные сети IP-телефонии, IP-телевидения и т.д.

## 2.2 Источники нагрузки и требуемые ресурсы транспортной сети

Традиционными источниками нагрузки для транспортных сетей принято считать сети с телефонным трафиком, сети ISDN, локальные компьютерные сети, системы передачи PDH и т.д. Требуемые ресурсы транспортных сетей для этого контента и других представлены в Таблице 1.

Сеть хранения SAN консолидирует ресурсы внешней памяти и аккумулирует весь обмен данными между серверами и системами хранения, обеспечивает повышение производительности ввода/вывода, упрощает управление ресурсами хранения, позволяет

использовать их с большей эффективностью, дает дополнительные гарантии надежности хранения. Для реализации эффективного обмена данными в SAN необходимо использование технологий IP/Ethernet/WDM, ESCON (Enterprise Systems Connection – соединение учрежденческих систем), FICON (Fiber CONnection – волоконное соединение для передачи данных) и др.

Видео по требованию (VoD) легко может перейти в разряд услуг, называемых термином «killer application» – поглотитель приложений. Однако для успешного внедрения этой услуги, требуются сети, позволяющие передавать огромное количество цифровой информации (видео в формате MPEG) от видеосервера к абоненту (10-ки и 100-ни одновременных подключений). Эта задача требует применения новых технических решений, позволяющих максимально эффективно и недорого использовать транспортные сети. Для реализации рентабельной VoD-сети следует использовать передовые технологии: GigabitEthernet, MPEG-over-IP и WDM.

Виртуальные частные сети (VPN) создаются в интересах отдельных компаний средствами маршрутизации пакетов в общей транспортной среде на основе протоколов IP, MPLS, например, это сети малых предприятий SOHO (Small Office-Home Office), в которые объединяются территориально разнесённые офисы. Также это сети банков, промышленных предприятий, межвузовские сети, сети телемедицинских услуг и т.д.

Таблица 1. Виды нагрузки и требуемые ресурсы транспортных сетей

Виды нагрузки и скорости		Ресурсы оптических транспортных сетей					
Пользовательская сеть	Скорость Мбит/с	SDH-CCAT		SDH-VCAT		OTN ODU1	OTN ODU2, ODU3, ODU4
		Ресурс	Эффект использования	Ресурс	Эффект использования		
Телефонная сеть ISDN	2,048	VC-12	94%	VC-12	94%	-	-
PDH, E3	34,368	VC-3	70%	VC-3	70%	-	-
PDH, E4	139,264	VC-4	93%	VC-4	93%	-	-
10BASE-FL	10,0	VC-3	30%	VC-12-5v	89%	-	-
100BASE-FX	100,0	VC-4	65%	VC-3-2v	100%	-	-
1000 BASE LX кодирование 8B/10B	1250	VC-4-16c	40%	VC-4-7v	96%	40%	ODU2 11%

10GBASE-LW	9953	VC-4-64c	100%	VC-4-64c	100%	-	ODU2-100%
100GBASE-FX	100000	-	-	-	-	-	ODU4 100%
ESCON	200	VC-4-4c	32%	VC-4-2v	67%	8%	ODU2 2%
3xESCON	600	VC-4-4c	96%	VC-4-3v	89%	25%	ODU2 6%
FICON	1062	VC-4-16c	42%	VC-4-8v	89%	42%	ODU2 10%
HDTV	1485	VC-4-16c	60%	VC-4-10v	100%	60%	15%
SDG STM-16	2488	-	-	VC-4-17v	94%	100%	25%
SDG STM-64	9953	-	-	VC-4-68v	<100%	-	100%
ATM STM-1	155,520	VC-4	100%	VC-4	100%	-	-
ATM STM-4	622,080	VC-4-4c	100%	VC-4-4v	100%	-	-

Нагрузки мультисервисных транспортных сетей могут моделироваться и рассчитываться с определённой точностью, что может служить основанием для определения физических ресурсов в виде ёмкости цифровых трактов, числа волновых каналов, виртуальных каналов и трактов [1, 3].

Пример конструкции устройства для концентрации нагрузки оптической транспортной сети приведен на Рисунке 1.

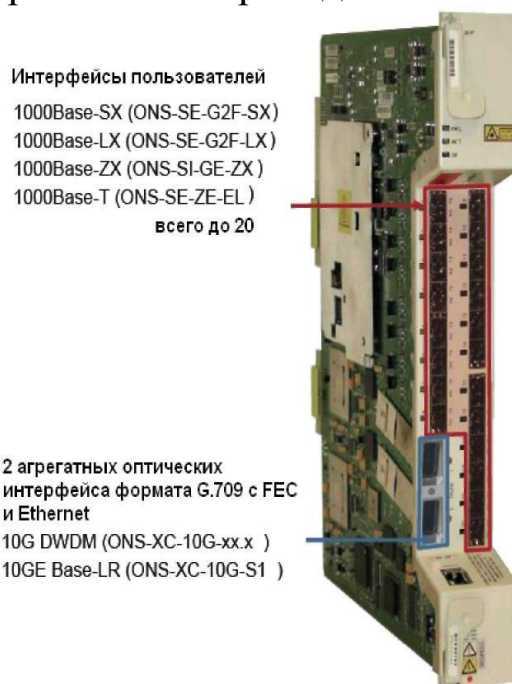


Рисунок 1 – Блок концентрации нагрузки Cisco GE XPonder для оптической сети Ethernet

Подобные блоки входят в состав коммуникационных платформ, например, VSP9000 Nortel с производительностью 27Тбит/с при размещении в одном шасси до 24 потоков 10Гбит/с.

### 2.3. Технологии сжатия сигналов

Технологии сжатия сигналов широко используются при цифровой передаче звуковых (аудио) и видеосигналов и при их записи на различные носители [2].

Процедура сжатия видео данных заключается в слиянии похожих пикселей, расположенных в пределах одного кадра, или рядом в соседних кадрах. Схожие визуальные структуры в разных кадрах выделяются с помощью анализа и сливаются в пределах определенного числа кадров в группы изображений GOP (Group of Pictures). При сжатии аудио сигналов удаляются паузы. Пиксель (pixel) - наименьший элемент цифрового изображения в растровой графике. Имеет квадратную форму. "Pixel" - составное слово из слов "picture" (изображение) и "element" (элемент).

MPEG - общее наименование технологической платформы, созданной Международной Организацией по Стандартизации ISO (International Standards Organisation) и Международной Электротехнической Комиссией ИЕС (International Electrotechnical Commission). Последняя разработала ряд стандартов для кодирования исходных аудио и видеосигналов, которые и получили общее наименование стандартов MPEG (Motion Pictures Experts Group - Группа Экспертов по Движущимся Изображениям). Группа MPEG занимается стандартизацией технологий сжатия цифровой аудио и видео информации. Стандарты MPEG формируются на основе общей базовой структуры, допускающей достаточно большую свободу конфигураций, и имеют несколько уровней. Каждый уровень описывает определенные характеристики, и при этом не обязательно включает в себя номер версии.

Стандарт MPEG-2 охватывает технологии, реализованные в любом DVD-плеере и во всех системах цифрового телевидения. Платформы цифрового телевидения высокой четкости используют MPEG-2 формата MPHL (Main Profile at High Level - основной профиль на высоком уровне) при следующих скоростях передачи: 15 Мбит/с в формате 720p50 (720 строк, p, progressive – прогрессивный формат записи, 50 кадров в секунду) и 19 Мбит/с в формате



1080i25 (1080 строк, i, interlaced – запись через строку, 25 кадров в секунду). Стандарт MPEG-2 предназначен для обработки видеоизображения, соизмеримого по качеству с телевизионным изображением, при пропускной способности системы передачи данных в пределах от 3 до 19 Мбит/с. В телевидении используют и большие потоки до 50 Мбит/с. На технологию MPEG-2 переходят многие телеканалы. Сигнал, сжатый в соответствии с этим стандартом, транслируется через телевизионные спутники и наземные сети, используется для архивации больших объёмов видеоматериала. Стандарт MPEG-3 был предназначен для использования в системах телевидения высокой чёткости HDTV (High-Defenition Television) со скоростью потока данных 20-40 Мбит/с, но позже стал частью стандарта MPEG-2 и отдельно теперь не упоминается. Формат MP3, который иногда путают с MPEG-3, предназначен только для сжатия аудиосигнала и полное название MP3 обозначает MPEG Audio Layer 3.

MPEG-4 - новый стандарт для сжатия любой мультимедийной информации. При передаче сигналов HDTV, используется схема сжатия MPEG-4/H.264, известная как AVC (Advanced Video Coding). В качестве технологического формата стандарт MPEG4 включает различные мультимедийные платформы и будет использоваться в Интернете и в мобильных телефонах. Переход со стандарта MPEG2 на более экономичный стандарт MPEG4 позволит высвободить до 30% ресурсов транспортировки. Скорость передачи HDTV-сигналов будет составлять в этом случае всего 3-10 Мбит/с.

Для передачи оцифрованных речевых сигналов используются различные виды модуляции: импульсно-кодовая ИКМ (стандарт G.711, полоса частот сигнала около 3кГц) на скорости передачи 64кбит/с; адаптивная дифференциальная импульсная АДИКМ (стандарты G.721, G.726) на скорости передачи 16 и 32кбит/с. Также применяется кодирование с линейным предсказанием LPC (Linear Predictive Coding, стандарты G.723, G.728, G.729) на скорости передачи 2.8кбит/с, 4.8кбит/с, 8кбит/с с приемлемым качеством речи. Для передачи оцифрованной речи с повышенным качеством в полосе частот до 7кГц используется АДИКМ стандарта G.722, где предусмотрена скорость 64 кбит/с.

### 3 Безопасность оптических транспортных сетей

Безопасность транспортных сетей относительно недавно стала предметом пристального внимания разработчиков стандартов и аппаратуры. Проблемы безопасности сетей связи рассмотрены в ряде рекомендаций МСЭ-Т. В этих рекомендациях классифицируются возможные угрозы для передачи информации и методы снижения или исключения их неблагоприятных последствий. Изучение этих рекомендаций и некоторых других документов позволяет ответить на ряд сложных вопросов.

Что должен представлять разработчик проекта мультисервисной оптической транспортной сети с точки зрения её защищённости от злонамеренных вмешательств в функционирование сети и в передаваемую информацию? Какие меры необходимо предусмотреть для защиты соединений пользователей транспортной сети? Как избегать длительных простоев в случае повреждения отдельных видов оборудования и линий связи? Как оперативно произвести реконфигурацию транспортной сети под запросы пользователей? И так далее.

Ответы на эти и многие другие вопросы относительно безопасности проектируемой сети не уместятся в рамках ограниченного по объёму учебного пособия. Поэтому следует обратиться к руководящим документам отрасли [19] и международным стандартам [16].

В рекомендации МСЭ-Т X.805 определены восемь параметров безопасности и возможные угрозы.

1. Управление доступом как параметр безопасности обеспечивает защиту от несанкционированного использования ресурсов сети. Управление доступом гарантирует, что только уполномоченный персонал или уполномоченные устройства будут допущены к сетевым элементам, хранимой информации, информационным потокам, услугам и приложениям.

2. Аутентификация как параметр безопасности служит для подтверждения идентичности объектов связи. Аутентификация гарантирует достоверность заявленной идентичности объектов, участвующих в связи (например, физического лица, устройства, услуги или применения), а также гарантирует, что объект не пытается выдать себя за другой объект или воспроизвести несанкционированным образом предыдущее сообщение.

3. Сохранность информации как параметр безопасности обеспечивает средства для предотвращения отрицания физическим лицом или объектом факта совершения им конкретного действия в отношении данных посредством предъявления имеющегося доказательства различных действий, связанных с сетью (таких как доказательство обязательства, намерения или совершения; доказательство происхождения данных, доказательство права собственности, доказательство использования источника). Этот параметр обеспечивает наличие доказательств, которые могут быть предъявлены третьему лицу и использоваться в подтверждение того, что произошло какое-либо событие или совершено какое-либо действие.

4. Конфиденциальность данных как параметр безопасности обеспечивает защиту данных от несанкционированного раскрытия. Этот параметр гарантирует, что содержание данных не будет понято неуполномоченными объектами. Для обеспечения конфиденциальности данных используются, как правило, такие методы, как шифрование, списки управления доступом и право на доступ к файлу.

5. Безопасность связи как параметр безопасности гарантирует, что информация передается только между уполномоченными конечными точками (информация не изменяет направления и не перехватывается при передаче между этими конечными точками).

6. Целостность данных как параметр безопасности обеспечивает правильность и точность данных. Данные защищены от несанкционированного изменения, удаления, создания и дублирования, а также обеспечивается указание на такие несанкционированные операции.

7. Готовность как параметр безопасности обеспечивает, что вследствие влияющих на сеть событий не возникнет отказа в санкционированном доступе к элементам сети, хранимой информации, потокам данных, услугам и приложениям. В эту категорию включены варианты восстановления после аварий.

8. Секретность как параметр безопасности предусматривает защиту информации, которая могла бы быть получена на основе наблюдения за сетевыми операциями. Примерами такой информации являются веб-сайты, которые посетил пользователь, географическое расположение пользователя, IP-адреса в сети поставщика услуг.

Угрозы бывают случайными или умышленными и могут быть активными или пассивными. Случайная угроза – это угроза без какого-либо преднамеренного умысла, как, например, ошибка в системе или программе, или физический сбой оборудования, случайное повреждение линии. Умышленная угроза – это угроза, которая реализуется неким объектом, совершающим преднамеренное действие, например, террористический акт. Если реализуется умышленная угроза, она называется атакой. Активная угроза – это угроза, которая приводит к некоторому изменению состояния, такому как изменение данных или разрушение оборудования. Пассивная угроза не приводит к изменению состояния. Примером пассивной угрозы является перехват информации. Уязвимость защиты представляет собой результат ошибки или дефекта, которыми можно воспользоваться с целью нарушения системы или содержащейся в ней информации (рекомендация МСЭ-Т X.800). Уязвимость позволяет реализовать угрозу.

С точки зрения построения транспортных сетей предметом внимания проектировщика, прежде всего, должны быть проблемы защиты аппаратуры и линейных сооружений от возможных угроз повреждений физических и разрушений конфигурируемых соединений. К возможностям защиты относится решение по построению секций мультиплексирования с защитой 1+1, 1:n и m:n, построение схем защиты соединений в однонаправленном и двунаправленном кольцах (MS-SPRing, SNCP), в линейных и смешанных конфигурациях, и т.д. Для решения задач защиты необходимо изучить рекомендации МСЭ-Т: G.805, G.808.1, G.841, G.842, G.873.1, I.630, G.8031, G.813. Кроме того, необходимо изучить документацию на проектируемое оборудование. Указанные рекомендации охватывают все известных технологий транспортных сетей (SDH, ATM, OTN, Ethernet, T-MPLS). Также необходимо учесть возможности средств управления транспортными сетями, изложенными в рекомендациях МСЭ-Т серии M (M.3010, M.3100 и т.д.) и в соответствующей технической документации производителей.

#### 4 Задание на практическую работу

В соответствии с таблицей 2 по вышеприведенной методике, используя Таблицу 1 осуществить расчёт требуемой скорости пере-

дачи данных транспортной сети SDH-CCAT и SDH-VCAT и на основании полученных данных сделать выводы о эффективности использования того или иного типа транспортной сети связи.

Таблица 2 – Варианты заданий на практическую работу

Номер варианта	Виды нагрузки	Кол-во необходимых ресурсов для каждого вида
1	Телефонная сеть ISDN 10BASE-FL SDG STM-16	2
2	PDH, E3 10BASE-FL ESCON	1
3	ATM STM-1 3xESCON 1000 BASE LX кодирование 8B/10B	3
4	Телефонная сеть ISDN FICON 100GBASE-FX	2
5	ATM STM-4 SDG STM-64 PDH, E4	3
6	HDTV 100BASE-FX FICON	3
7	Телефонная сеть ISDN 3xESCON 100BASE-FX	1
8	ATM STM-1 PDH, E4 10GBASE-LW	1
9	HDTV 1000 BASE LX кодирование 8B/10B PDH, E3	2
10	ATM STM-4 ATM STM-1 100BASE-FX	1

## 5 Контрольные вопросы

1. Какие виды услуг электросвязи должны поддерживать оптические транспортные сети?
2. Что обозначает Triple Play?

3. Что признано считать традиционными источниками нагрузки транспортных сетей?
4. Какое назначение имеет сеть SAN?
5. С какой целью создаются сети VPN?
6. Что следует понимать под ресурсом транспортной сети?

6 Список рекомендуемой литературы для подготовки к практическому занятию

- 1) Ершов В.А., Кузнецов Н.А. Мультисервисные телекоммуникационные сети.-М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.-432с.
- 2) Синепол В.С., Цикин И.А. Системы компьютерной видеоконференцсвязи.-М.: ООО «Мобильные коммуникации», 1999. - 166с.
- 3) Телекоммуникационные системы и сети. Том 3. Мультисервисные сети./Величко В.В, Субботин Е.А., Шувалов В.П., Ярославцев А.Ф./ Учебное пособие УМО.-М.: Горячая линия - Телеком, 2005.-592с.