

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 05.09.2024 14:16:03
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668ab013a5d426d39e5f1211ea0b173e745df4a4851fda5b0d089

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

Кафедра космического приборостроения и систем связи

УТВЕЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
«08» 08 2024 г.
(ЮЗГУ)



ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ OTN-OTN. ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ ETHERNET

Методические указания по выполнению лабораторной работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.04.02 «Информационные технологии и системы связи» направленность «Проектирование устройств, систем и сетей телекоммуникаций» по дисциплине «Проектирование транспортных оптических систем передачи»

УДК 004.716

Составители: А. А. Гуламов

Рецензент

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

Транспортная сеть OTN-OTN. Транспортная сеть Ethernet: методические указания по выполнению лабораторной работы для студентов направления подготовки 11.04.02 направленность «Проектирование устройств, систем и сетей телекоммуникаций» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.А. Гуламов. - Курск, 2024. – 26 с.: ил.5, табл. 1. – Библиогр.: с. 19.

Методические указания по выполнению лабораторной работы содержат теоретические сведения о моделях и технологиях применяемых для построения оптических транспортных сетей, а также задания для выполнения работы и перечень вопросов для самопроверки изучаемого материала.

Методические указания соответствуют учебному плану обучающихся по направлению подготовки 11.04.02 «Информационные технологии и системы связи» направленность «Проектирование устройств, систем и сетей телекоммуникаций» по дисциплине «Проектирование транспортных оптических систем передачи».

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.04.02 «Информационные технологии и системы связи» направленность «Проектирование устройств, систем и сетей телекоммуникаций» по дисциплине «Проектирование транспортных оптических систем передачи».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *28.08* . Формат 60x841/16.

Усл. печ. л. 1,51 .Уч.-изд. л. 1,36. Тираж 100 экз. Заказ. *494* . Бесплатно

Юго-Западный государственный университет.

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

Содержание

Инструкция по технике безопасности	- 4
1. Цель работы	- 9
2. Краткие теоретические сведения. Транспортная сеть OTN-OTN	- 9
3 Транспортная сеть Ethernet	- 12
4. Отображение моделей и технологий транспортных сетей в оптических мультисервисных транспортных платформах	- 15
5. Задание	- 17
6. Контрольные вопросы	- 18
Библиографический список	- 19
Заключение	- 20
Приложение А Форма титульного листа отчета обучающегося о выполняемой лабораторной работе	- 26

ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Общие положения

Настоящая инструкция предназначена для студентов и работников, выполняющих работы на персональном компьютере и на сетевом оборудовании (коммутаторы, маршрутизаторы, межсетевые экраны и т.д.).

К выполнению работ допускаются лица:

- не моложе 16 лет;
- прошедшие медицинский осмотр;
- прошедшие вводный инструктаж по охране труда, а также инструктаж по охране труда на рабочем месте;
- прошедшие обучение безопасным приемам труда на рабочем месте по выполняемой работе.

Работник обязан:

- выполнять правила внутреннего трудового распорядка, установленные в положениях и инструкциях, утвержденных ректором ЮЗГУ, или его заместителями;
- выполнять требования настоящей инструкции;
- сообщать руководителю работ о неисправностях, при которых невозможно безопасное производство работ;
- не допускать присутствия на рабочем месте посторонних лиц;
- уметь оказывать первую помощь и при необходимости оказывать ее пострадавшим при несчастных случаях на производстве, по возможности сохранив обстановку на месте происшествия без изменения и сообщив о случившемся руководителю;
- выполнять требования противопожарной безопасности не разводиться открытый огонь без специального на то разрешения руководителя работ;
- периодически проходить медицинский осмотр в сроки, предусмотренные для данной профессии.

Работник должен знать опасные и вредные производственные факторы, присутствующие на данном рабочем месте:

- возможность травмирования электрическим током при отсутствии или неисправности заземляющих устройств;

- вредное воздействие монитора компьютера при его неправильной установке или неисправности;
- возможность возникновения заболеваний при неправильном расположении монитора, клавиатуры, стула и стола;
- вредное воздействие паров, газов и аэрозолей, выделяющихся при работе копировальной и печатающей оргтехники в непроветриваемых помещениях.

Работник при выполнении любой работы должен обладать здоровым чувством опасности и руководствоваться здравым смыслом. При отсутствии данных качеств он к самостоятельной работе не допускается.

Требования охраны труда перед началом работы

Перед началом работы работник обязан:

- получить от руководителя работ инструктаж о безопасных методах, приемах и последовательности выполнения производственного задания;
- привести в порядок одежду, застегнуть на все пуговицы, чтобы не было свисающих концов, уложить волосы, чтобы они не закрывали лицо и глаза;
- привести рабочее место в безопасное состояние;
- запрещается носить обувь на чрезмерно высоких каблуках;

Перед включением компьютера или сетевого оборудования убедиться в исправности электрических проводов, штепсельных вилок и розеток. Вилки и розетки должны соответствовать Евро-стандарту. Отличительной особенностью этих вилок и розеток является наличие третьего провода, обеспечивающего заземление компьютера или другого прибора. При отсутствии третьего заземляющего провода заземление должно быть выполнено обычным способом с применением заземляющего проводника и контура заземления;

Убедиться, что корпус включаемого оборудования не поврежден, что на нем не находятся предметы, бумага и т.п. Вентиляционные отверстия в корпусе включаемого оборудования не должны быть закрыты занавесками, завалены бумагой, заклеены липкой лентой или перекрыты каким-либо другим способом.

Требования охраны труда во время работы

Запрещается во время работы пить какие-либо напитки, принимать пищу;

Запрещается ставить на рабочий стол любые жидкости в любой таре (упаковке или в чашках);

Помещения для эксплуатации компьютеров, сетевого оборудования должны иметь естественное и искусственное освещение, естественную вентиляцию и соответствовать требованиям действующих норм и правил. Запрещается размещать рабочие места вблизи силовых электрических кабелей и вводов трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе и отрицательно влияющие на здоровье операторов;

Окна в помещениях, где установлены компьютеры должны быть ориентированы на север и северо-восток. Оконные проемы оборудуются регулируемыми устройствами типа жалюзи или занавесками;

Площадь на одно рабочее место пользователей компьютера должна составлять не менее 6 м^2 при рядном и центральном расположении, при расположении по периметру помещения – 4 м^2 . При использовании компьютера без вспомогательных устройств (принтер, сканер и т.п.) с продолжительностью работы менее четырех часов в день допускается минимальная площадь на одно рабочее место 5 м^2 ;

Полимерные материалы, используемые для внутренней отделки интерьера помещений с ПК, должны подвергаться санитарно-эпидемиологической экспертизе. Поверхность пола должна обладать антистатическими свойствами, быть ровной. В помещениях ежедневно проводится влажная уборка. Запрещается использование удлинительных устройств, фильтров, тройников и т.п., не имеющих специальных заземляющих контактов;

Экран видеомонитора должен находиться от глаз оператора на расстоянии 600-700 мм, минимально допустимое расстояние 500 мм;

Продолжительность непрерывной работы с ПК должна быть не более 2 часов.

Требования охраны труда по окончании работы

По окончании работы работник обязан выполнить следующее:

- привести в порядок рабочее место;
- убрать инструмент и приспособления в специально отведенные для него места хранения;
- обо всех замеченных неисправностях и отклонениях от нормального состояния сообщить руководителю работ;
- привести рабочее место в соответствие с требованиями пожарной безопасности.

Действие при аварии, пожаре, травме

В случае возникновения аварии или ситуации, в которой возможно возникновение аварии немедленно прекратить работу, предпринять меры к собственной безопасности и безопасности других рабочих, сообщить о случившемся руководителю работ.

В случае возникновения пожара немедленно прекратить работу, сообщить в пожарную часть по телефону 01, своему руководителю работ и приступить к тушению огня имеющимися средствами.

В случае получения травмы обратиться в медпункт, сохранить по возможности место травмирования в том состоянии, в котором оно было на момент травмирования, доложить своему руководителю работ лично или через товарищей по работе.

Ответственность за нарушение инструкции

Каждый работник ЮЗГУ в зависимости от тяжести последствий несет дисциплинарную, административную или уголовную ответственность за несоблюдение настоящей инструкции, а также прочих положений и инструкций, утвержденных ректором ЮЗГУ или его заместителями.

Руководители подразделений, заведующий кафедрой, начальники отделов и служб несут ответственность за действия своих подчиненных, которые привели или могли привести к авариям и травмам согласно действующему в РФ законодательству в зависимости от тяжести последствий в дисциплинарном, административ-

ном или уголовном порядке.

Администрация ЮЗГУ вправе взыскать с виновных убытки, понесенные предприятием в результате ликвидации аварии, при возмещении ущерба работникам по временной или постоянной утрате трудоспособности в соответствии с действующим законодательством.

1 Цель работы

Изучение моделей и технологий применяемых для построения оптических транспортных сетей.

Освоение методики расчёта необходимой ёмкости и типа транспортной сети типа OTN-OTN.

2 Краткие теоретические сведения. Транспортная сеть OTN-OTN

Модель транспортной сети OTN-OTN представлена двумя самостоятельными по своей организации уровнями: уровень сети OTN и уровень пользователя.

Уровень сети OTN состоит из трёх физически и логически связанных подуровней (рис.2.6): среды передачи сигналов с разделением по длине волны WDM; оптических секций ретрансляции OTS (Optical Transmission Section) и мультиплексирования OMS (Optical Multiplex Section); оптических каналов OCh (Optical Channel) с нагрузкой в виде оптических транспортных блоков OTUk (Optical Transport Unit k) с включением в них блоков данных оптических каналов ODUk (Optical Data Unit k), которые, в свою очередь, включают блоки полезной нагрузки оптических каналов OPUk (Optical Channel Payload Unit k). Индекс k соответствует иерархической ступени OTN ($k=1,2,3,4$) и указывает на циклы различные по длительности и скорости передачи.

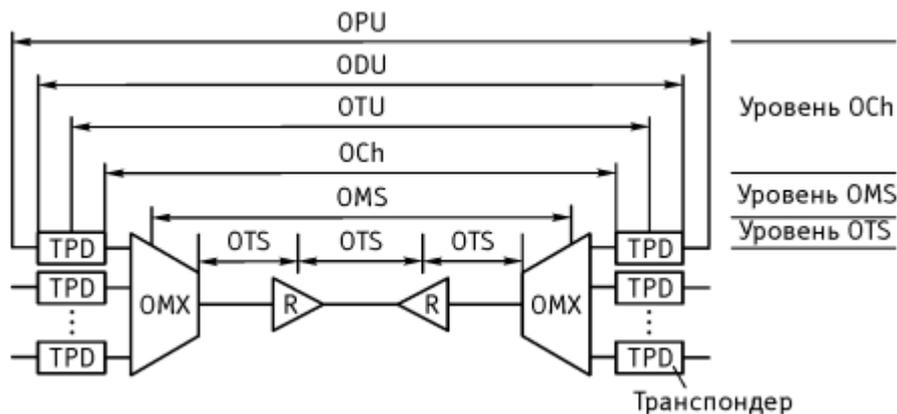


Рисунок 1 – Соединение в транспортной сети OTN

Оптические секции базируются на ресурсах одномодовых во-

локонных световодов со стандартными характеристиками и огромной полосой частот передачи, которая достигает примерно от 30 до 60ТГц в диапазоне волн 1260-1675нм для различных типов волокон. Этот диапазон используется в режиме WDM. При этом число волновых каналов может реализовываться от 2-4 OCh до нескольких сотен OCh, объединяемых мультиплексорами (OMX) в оптические волновые (транспортные) модули OTM (Optical Transport Module) ёмкостью до 16 OCh в каждом. Т.о. среда передачи в этой модели транспортной сети позволяет достигать скоростей передачи порядка 10 Тбит/с и более при скорости передачи в каждом из волновых каналов от 2.5 до 40Гбит/с, а в перспективе 120Гбит/с (OTU4).

Оптические секции ретрансляции OTS организуются внутри оптической секции мультиплексирования OMS для компенсации потерь оптической мощности в стекловолокне и компенсации дисперсионных искажений. Эти функции обеспечивают линейные оптические примесные волоконные усилители с эквалайзерами (обозначено на Рисунке 1 R), рамановские оптические усилители и компенсаторы хроматической и поляризационной дисперсии, а в перспективе полностью оптические регенераторы 2R и 3R и волновые конверторы.

В оптической секции мультиплексирования формируются, передаются, обслуживаются и расформируются отдельные оптические каналы, оптические волновые модули OTM с числом каналов до 16 (называемые также оптическими транспортными модулями), группы оптических модулей. Каждый оптический модуль может иметь отдельный оптический сервисный канал, в который включаются служебные данные для каждого OCh. Кроме того, в секции оптического мультиплексирования создаётся сервисный оптический канал для обслуживания всей секции и отдельных участков – секций ретрансляции OTS. Секция OMS может иметь гарантированную защиту благодаря дублированию передачи в альтернативной кабельной линии с соответствующими секциями ретрансляции. Нормированное время защитного переключения составляет 50 мс.

Оптический канал OCh в оптической сети образуется транспондерными блоками (TPD) и выполняет функции регенерации цифрового сигнала типа 3R, т.е. восстанавливает амплитуду им-

пульсов (1R), их форму (2R) и устраняет накопленные фазовые дрожания (3R) (Рисунок 2). Также производится оптическая модуляция и детектирование, контроль качества передачи цифровых данных в блоках OTUk и ODUk, и т.д.

Уровень сети OTN может поддерживать полностью оптическую сеть с оптической коммутацией, маршрутизацией, конвертацией оптических волн и защитой соединений.

Уровень пользователя оптической транспортной сети OTN-OTN выполняет функции интерфейса между транспортной сетью и сетями пользователей транспортных услуг, к которым относятся сети SDH, ATM, Ethernet и др. Для эффективного согласования между сетями применяются различные протокольные решения по размещению данных пользователей в оптических каналах.

Это протоколы: общей процедуры формирования кадра GFP; протокол защищаемого пакетного кольца или пакетного кольца с самовосстановлением RPR (Resilient Packet Ring) и др. Протоколы позволяют согласовать циклическую передачу данных в оптических каналах со случайной во времени передачей пакетов данных различной емкости от пользователей, например, пакеты IP, MPLS или Ethernet.

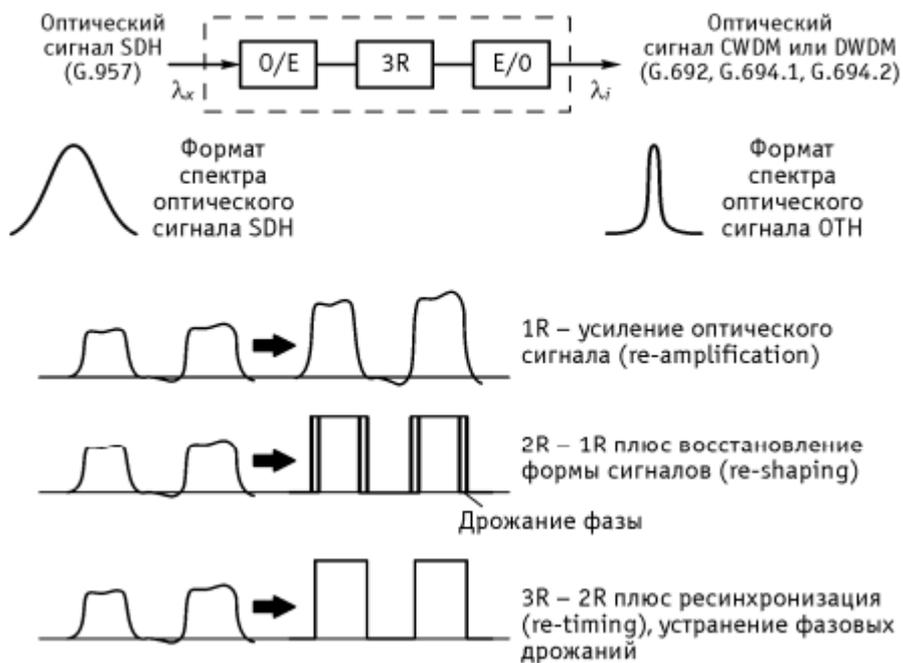


Рисунок 2 – Принцип 3R регенерации в транспондере

Если сравнить три рассмотренные модели транспортных сетей, то можно отметить, что наибольший транспортный ресурс может обеспечить только модель сети OTN-OTN. При этом она поддерживает трансляцию данных сетей SDH и ATM. Очевидно, что модель сети OTN-OTN предназначена для глобального масштаба, т.е. магистральных сетей связи с большим объёмом трафика и для сетей связи крупных городов-мегаполисов с развитой телекоммуникационной инфраструктурой.

3 Транспортная сеть Ethernet

Среди моделей транспортных оптических сетей модель транспортной сети Ethernet самая последняя по стандартизации МСЭ-Т. Однако эта модель по своему происхождению намного старше по возрасту, ей более 30 лет. Она была разработана для взаимодействия по обмену файлами (пакетами или кадрами данных) между компьютерами в локальной сети при использовании медных проводов, конверторов сигналов и протокола передачи данных с контролем коллизий, т.е. состояний, когда по одной паре проводов одновременно начинали передачу два и более компьютеров. В таком качестве эти сети используются и сегодня на коротких дистанциях, как правило, не превышающих 100 или 200 метров. Появление быстродействующих пакетных коммутаторов и волоконной оптики позволило резко увеличить скорости передачи пакетов (от 10Мбит/с до 100, 1000Мбит/с, 10 и 100Гбит/с) и дистанцию передачи до десятков метров и до сотен километров. Модель транспортной сети Ethernet состоит из двух уровней: уровень среды передачи кадров Ethernet и уровень формирования кадров (пакетов) Ethernet.

Уровень среды передачи Ethernet может быть реализован на базе медных проводов, волоконных световодов, радиоканалов и атмосферных оптических каналов с использованием соответствующих конверторов сигналов (приёмопередатчиков), что характерно для локальных и городских сетей связи и это наиболее экономичное решение относительно других моделей транспортных сетей (Рисунок 3).

Кадры Ethernet EoT содержат сообщения о типе нагрузки,

протокольные метки доступа в подсеть SNAP (Sub-Network Access Protocol), данные контроля логического канала LLC (Logical Link Control) с адаптированными пользовательскими сигналами, метками длины поля пользовательской нагрузки в кадре и типом кадра Ethernet. Транспортировка кадров Ethernet EoT может осуществляться с наблюдением транспортного тракта из конца в конец ETRP (Ethernet end-to-end path) и сегментным мониторингом ETHS (Segment monitoring). Большинство вариантов транспортировки (EoT) уже стандартизированы для интерфейсов PDH, SDH, OTN, ATM (EoP, EoS, EoO, EoA). Однако перенос кадров Ethernet через сети с протоколами MPLS (EoM) и RPR (EoR) еще находятся в стадии разработки стандартов. При организации связи на большие расстояния (более 100км) уровень среды передачи может быть представлен транспортными сетями SDH, ATM и OTN. В этом случае решение по транспортной сети не отличается от других моделей дешевизной. В сети Ethernet поддерживается тактовый синхронизм. Также возможна реализация функций защитных переключений на резервный путь передачи за интервал времени до 50 мс.

Уровень формирования кадров (пакетов) Ethernet состоит из двух подуровней: управления логическим каналом LLC (Logical Link Control) и управления доступом к среде передачи MAC (Medium Access Control). Эти подуровни протокольные, т.е. их функции предписаны определенными алгоритмами для процессоров, которые формируют кадры с информационными данными и служебными сообщениями. Кадры с информационными данными создаются и отправляются случайно во времени, т.е. в зависимости от потока информационной нагрузки, или в потоковом режиме, когда нагрузка поступает непрерывно. Мультиплексирование кадров, управление их потоком, коммутация их в узлах, наблюдение соединений по потоку кадров из конца в конец или по участкам сети – всё это исполняет уровень формирования кадров. Также он обеспечивает интерфейс с источниками информационных данных (вторичными сетями, например, сетями IP, MPLS и т. д.).

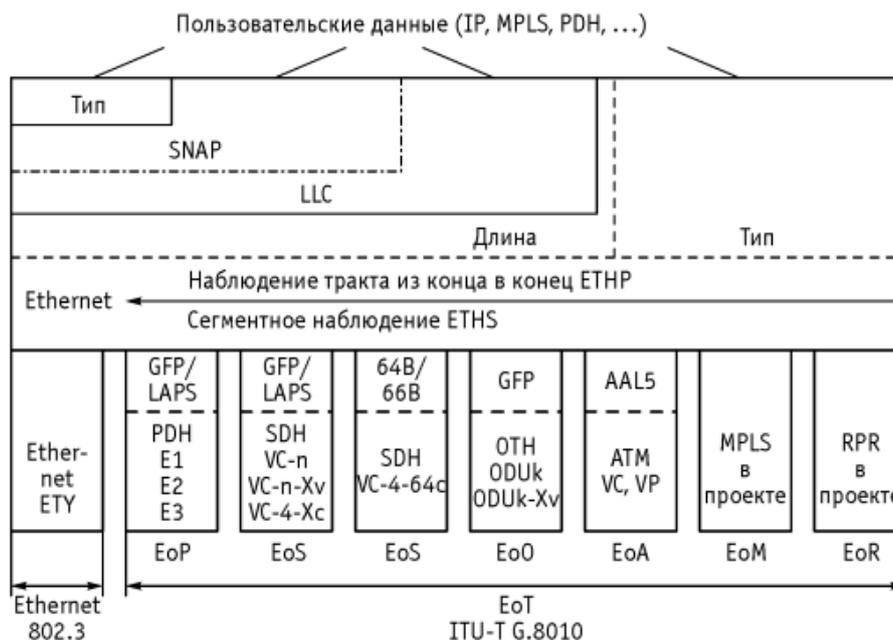


Рисунок 3 – Структуры интерфейсов транспортной сети Ethernet

Схемы мультиплексирования Ethernet различаются степенями мультиплексирования. Общая схема мультиплексирования представлена на Рисунке 4.

Одноступенчатая схема мультиплексирования кадра Ethernet предусматривает объединение до 4096 кадров Ethernet в общий логический путь транспортной сети. Для этого каждый мультиплексируемый кадр получает свою метку пользователя (C-Tag, Customer - Tag), содержащую идентификатор локальной сети, где находится пользователь.

Двухступенчатая схема мультиплексирования предполагает возможность объединения уже мультиплексированной нагрузки на первой ступени с метками C-Tag в количестве M , где число M однозначно не регламентировано. Также кадры Ethernet могут содержать метки провайдеров услуг (S-Tag, Service provider Tag). Такая двухступенчатая схема может обеспечить переход не только к виртуальным локальным сетям, но и создавать мосты между магистралями провайдеров услуг. Это функции сетей РВВ/РВТ [99].

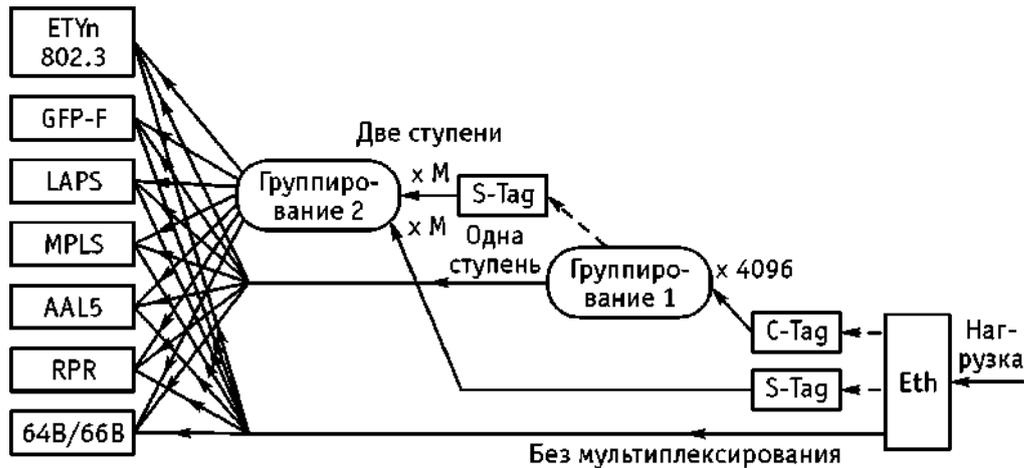


Рисунок 4 – Общая схема мультиплексирования Ethernet

Логическим и своеобразным конкурентным решением развитию модели транспортной сети Ethernet стала модель транспортной сети с пакетной передачей и коммутацией по меткам T-MPLS (Transport Multi Protocol Label Switching – транспортная многопротокольная коммутация по меткам). Решения по этой технологии представлены рядом рекомендаций МСЭ-Т: G.8110 – архитектура уровней сети MPLS; G.8110.1 – применение MPLS в транспортной сети; G.8112 – интерфейс между узлами сети MPLS; G.8121 – функции оборудования MPLS; Y.1720 (G.8131) – защитные переключения в сети MPLS; Y.1711 – механизмы обслуживания и эксплуатации в сети MPLS.

Разработка этой модели нацелена на повышение эффективности использования ресурсов магистральных и внутризоновых оптических транспортных сетей с технологиями циклической цифровой передачи: PDH, SDH и OTN.

4 Отображение моделей и технологий транспортных сетей в оптических мультисервисных транспортных платформах

Современное развитие транспортных сетей связи происходит через интеграцию всех функциональных возможностей, заложенных в модели и технологии транспортных сетей, что привело к созданию универсальных мультисервисных транспортных платформ с электрическими и оптическими интерфейсами, электрической и оптической коммутацией каналов и пакетов. Это обеспечило предоставление любых видов транспортных услуг, включая услуги авто-

матически коммутируемых оптических сетей с сигнальными протоколами на основе общей многопротокольной коммутации по меткам GMPLS (Generalized Multi Protocol Label Switching).

Развитие широкополосных пакетно-ориентированных услуг и приложений стимулировало разработку новых сетевых решений, получивших название POT, Packet-Optical Transport.

На Рисунке 5 представлено отображение рассмотренных моделей и технологий мультиплексирования в общей архитектуре мультисервисной транспортной платформы MSTP (Multi-Service Transport Platform), где указаны возможные источники информационной нагрузки, протоколы согласования и сочетание транспортных технологий. Представление современных транспортных решений в виде платформы привело к созданию ещё одного класса оборудования – мультисервисных платформ предоставления услуг MSPP (Multi-Service Provisioning Platform) и коммутации MSSP (Multi-Service Switching Platform). Эти платформы являются ключевыми элементами транспортных сетей и представляют предмет изучения в учебном пособии. Обозначения источников информационной нагрузки на Рисунке 5:

- PDH, Plesiochronous Digital Hierarchy – плезиохронная цифровая иерархия (иерархические скорости 2.048, 8.448, 34.368 и 139.264 Мбит/с);
- N-ISDN, Narrowband Integrated Services Digital Network – узкополосная цифровая сеть с интеграцией служб (У-ЦСИС);
- IPX, Internet Packet eXchange – межсетевой обмен пакетами;
- SANs, Storage Area Networks – сети хранения данных (серверы услуг, базы данных);
- iSCSI, internet Small Computer System Interface – протокол для установления взаимодействия и управления системами хранения данных, серверами и клиентами;
- HDTV, High-definition television – цифровое телевидение высокой четкости;
- ESCON, Enterprise Systems Connection – соединение учреждений систем (с базами данных, серверами);
- FICON, Fiber CONnection – волоконное соединение для передачи данных;
- PPP, Point-to-Point Protocol – протокол «точка-точка»;

HDLC, High-level Data Link Control – высокоуровневый протокол управления на уровне звена передачи данных.

Протоколы PPP, RPR, HDLC, GFP в транспортных сетях выполняют функции согласования информационных данных от источников нагрузки с транспортными структурами с целью повышения эффективности использования ресурсов этих структур, например, виртуальных контейнеров в сети SDH или оптических каналов в сети OTN, или физических ресурсов кадров передачи сети Ethernet.

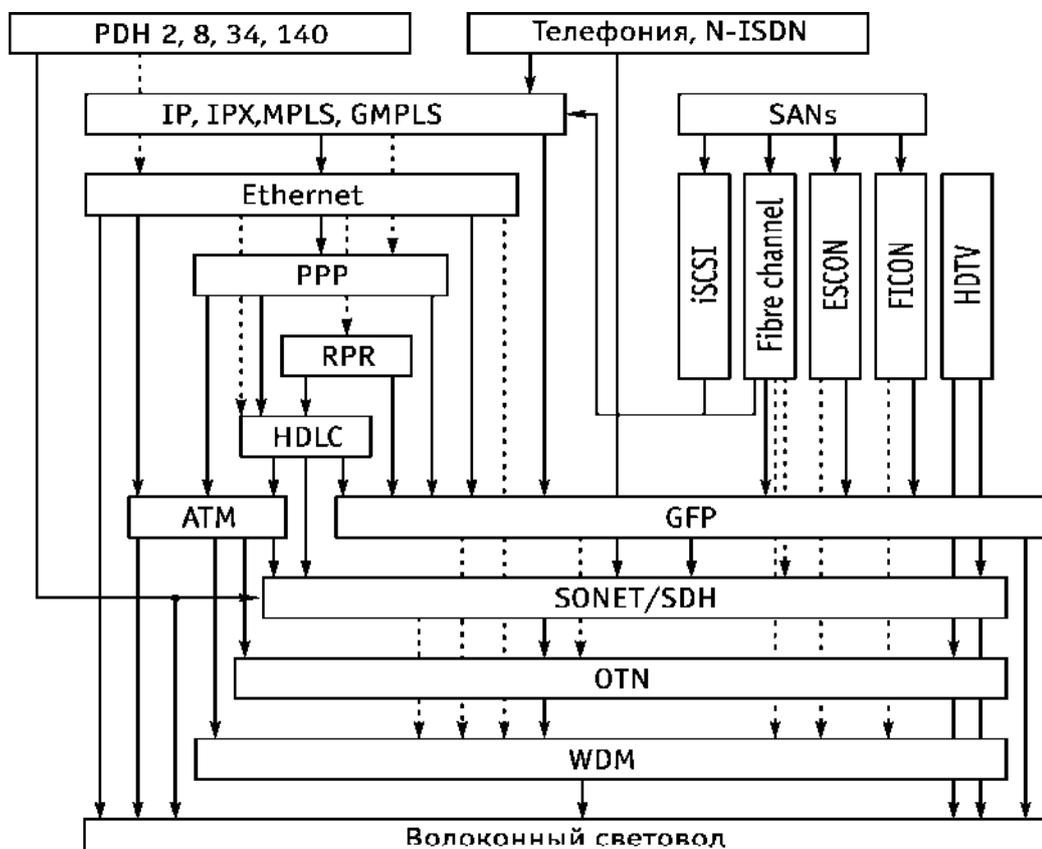


Рисунок 5 – Обобщенная архитектура оптической мультисервисной транспортной платформы

5 Задание

Определить пропускную способность транспортной сети OTN-OTN исходя из данных таблицы 1 и вышеизложенного материала

Таблица 1 – Варианты заданий на лабораторную работу

Номер варианта	Пропускная способность каждого ОСН, Гбит/с	Кол-во ОСН
1	2,5	2
2	16	4
3	6	6
4	8	8
5	11	10
6	5	12
7	7,5	14
8	10	16
9	15	4
10	25	8

6 Контрольные вопросы

1. Сколько и какие уровни имеет модель сети OTN-OTN?
2. Какие функции определены уровню пользователя в модели сети OTN?
3. Какие функции определены уровню оптического канала в модели сети OTN?
4. Почему стандарт локальной компьютерной сети Ethernet стал основой стандарта транспортной сети?
5. Сколько и какие уровни имеет модель сети Ethernet?
6. Какие функции выполняет уровень среды передачи сети Ethernet?
7. Какие функции выполняет уровень формирования кадров сети Ethernet?
8. Что может входить в оптическую мультисервисную транспортную платформу?
9. Какие функции выполняют протоколы PPP, RPR, HDLC, GFP в транспортной сети?

Библиографический список

1. Фокин, В. Г. Оптические системы с терабитными и петабитными скоростями передачи : учебное пособие / В. Г. Фокин, Р. З. Ибрагимов. – Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. – 156 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=694669> (дата обращения 16.11.2023). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.
2. Современные информационные каналы и системы связи : учебник / В. А. Майстренко, А. А. Соловьев, М. Ю. Пляскин, А. И. Тихонов. - Омск : Издательство ОмГТУ, 2017. - 452 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493441> (дата обращения 16.11.2023) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.
3. Складов, О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи : учебное пособие / О. К. Складов. – Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. – 266 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117684> (дата обращения 27.10.2023). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.
4. Фокин, В. Г. Гибкие транспортные сети : учебное пособие / В. Г. Фокин, Р. З. Ибрагимов. – 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2022. – 272 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=695042> (дата обращения 26.10.2023). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.
5. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей : учебное пособие / Е. Б. Алексеев [и др.] ; под ред. В. Н. Гордиенко и М. С. Тверецкого. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2014. - 391 с. - Текст : непосредственный.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам выполнения лабораторных работ студент формирует следующие компетенции:

Код компетенции/ этап <i>(указывается на- звание этапа из п.7.1)</i>	Показатели оце- нивания компе- тенций <i>(индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)</i>	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень <i>(«удовлетво- рительно»)</i>	Продвинутый уровень <i>(хорошо»)</i>	Высокий уровень <i>(«отлично»)</i>
1	2	3	4	5
ПК-9/ основ- ной, за- вершаю- щий.	<p>ПК-9.1. Применяет методы измерения показателей качества работы закрепленного оборудования, с учетом конструктивных особенностей, принципиальных и функциональных схем.</p> <p>ПК-9.2. Решает задачи по организации и контролю проведения измерений и проверке качества работы оборудования, планово-профилактических и ремонтно-восстановительных работ.</p> <p>ПК-9.3. Контролирует выпол-</p>	<p>Знать: Основные методы проектирования, монтажа и эксплуатации систем, сетей и устройств инфокоммуникаций, а также направляющих сред передачи информации.</p> <p>Уметь: Применять основные методы проектирования, монтажа и эксплуатации систем, сетей и устройств инфокоммуникаций, а также направляющих сред передачи ин-</p>	<p>Знать: Применяемые методы проектирования, монтажа и эксплуатации систем, сетей и устройств инфокоммуникаций, а также направляющих сред передачи информации.</p> <p>Уметь: Применять методы проектирования, монтажа и эксплуатации систем, сетей и устройств инфокоммуникаций, а также направляющих сред переда-</p>	<p>Знать: Современные эффективные методы выполнения проектирования, монтажа и эксплуатации систем, сетей и устройств инфокоммуникаций, а также направляющих сред пе- редачи ин- формации.</p> <p>Уметь: Применять современные эффективные методы проектирования, монтажа и эксплуатации систем, сетей и устройств инфокомму-</p>

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
	няемые работы по синтезу радиоэлектронного средства, опираясь на научную методологию разработки приемопередающих инфокоммуникационных устройств и каналов связи (направляющих средств передачи).	формации. Владеть: Навыками применения основных методов проектирования, монтажа и эксплуатации систем, сетей и устройств инфокоммуникаций, а также направляющих сред передачи информации.	чи информации. Владеть: Навыками применения методов проектирования, монтажа и эксплуатации систем, сетей и устройств инфокоммуникаций, а также направляющих сред передачи информации.	никаций, а также направляющих сред передачи информации. Владеть Навыками применения современных эффективных методов проектирования, монтажа и эксплуатации систем, сетей и устройств инфокоммуникаций, а также направляющих сред передачи информации.
ПК-10/ завершающий.	ПК-10.1. Определяет назначение и принцип действия измерительных приборов, порядок их периодической поверки,	Знать: Основные методы эксплуатации оборудования, проведения измерений и проверки.	Знать: Методы эксплуатации оборудования, проведения измерений и проверки.	Знать: Эффективные современные методы эксплуатации оборудования, проведения измерений

Код компетенции/ этап (указывается на- звание этапа из п.7.1)	Показатели оце- нивания компе- тенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетво- рительно»)	Продвинутый уровень (хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
	<p>процессы техни- ческого обслу- живания, а также правила техниче- ской эксплуата- ции оборудова- ния, каналов пе- редачи, норма- тивные требова- ния, определяю- щие порядок разработки тех- нической доку- ментации по экс- плуатации обо- рудования. ПК-10.2. Кон- тролирует про- ведение измере- ний и проверку качества работы оборудования для последующе- го принятия управленческих решений в стан- дартных и не- стандартных си- туациях, несет за них ответствен- ность. ПК-10.3. Анали- зирует показате-</p>	<p>Уметь: Применять основные ме- тоды эксплуата- ции оборудо- вания, про- ведения изме- рений и про- верки. Владеть: Навыками применения основных ме- тодов экс- плуатации оборудования, проведения измерений и проверки.</p>	<p>Уметь: Применять методы экс- плуатации оборудова- ния, проведе- ния измере- ний и про- верки. Владеть: Навыками применения методов экс- плуатации оборудова- ния, проведе- ния измере- ний и про- верки.</p>	<p>ний и про- верки. Уметь: Применять эффективные современные методы экс- плуатации оборудова- ния, проведе- ния измере- ний и про- верки. Владеть: Навыками применения эффективных современных методов экс- плуатации оборудова- ния, проведе- ния измере- ний и про- верки.</p>

Код компетенции/ этап <i>(указывается на- звание этапа из п.7.1)</i>	Показатели оце- нивания компе- тенций <i>(индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)</i>	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень <i>(«удовлетво- рительно»)</i>	Продвинутый уровень <i>(хорошо»)</i>	Высокий уровень <i>(«отлично»)</i>
1	2	3	4	5
	ли качества ра- боты, для регла- ментации прове- дения профилак- тических, ре- монтно- восстановитель- ных работ инфо- коммуникацион- ного оборудова- ния.			
ПК-11/ завер- шающий.	ПК-11.1. Приме- няет методы оценки парамет- ров работы сети, программно- технические средства диагно- стики и монито- ринга. ПК-11.2. Выпол- няет работы по отслеживанию состояния сети, определяя необ- ходимые пара- метры монито- ринга и анализи- руя их значения. ПК-11.3. Форми- рует исходные данные для осу- ществления	Знать: Основные ме- тоды расчета по проектиро- ванию сетей, сооружений и средств инфо- коммуникаций в соответствии с техническим заданием с использовани- ем стандарт- ных методов, приемов и средств авто- матизации. Уметь: Применять основные ме- тоды расчета по проектиро-	Знать: Методы рас- чета по про- ектированию сетей, соору- жений и средств инфо- коммуни- каций в со- ответствии с техническим заданием с использова- нием стан- дартных ме- тодов, прие- мов и средств авто- матизации. Уметь: Применять методы рас-	Знать: Эффективные современные методы рас- чета по про- ектированию сетей, соору- жений и средств инфо- коммуни- каций в со- ответствии с техническим заданием с использова- нием стан- дартных ме- тодов, прие- мов и средств авто- матизации. Уметь:

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
	предварительных расчетов и последующего мониторинга состояния сетей с помощью автоматизированных средств мониторинга параметров инфокоммуникационных сетей.	ванию сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации. Владеть: Навыками применения основных методов расчета по проектированию сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации.	чета по проектированию сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации. Владеть: Навыками применения методов расчета по проектированию сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием стан-	Применять эффективные методы расчета по проектированию сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации. Владеть: Навыками применения эффективных методов расчета по проектированию сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с

Код компетенции/ этап <i>(указывается на- звание этапа из п.7.1)</i>	Показатели оце- нивания компе- тенций <i>(индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)</i>	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень <i>(«удовлетво- рительно»)</i>	Продвинутой уровень <i>(хорошо»)</i>	Высокий уровень <i>(«отлично»)</i>
1	2	3	4	5
			дартных ме- тодов, прие- мов и средств авто- матизации.	техническим заданием с использова- нием стан- дартных ме- тодов, прие- мов и средств авто- матизации.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Форма титульного листа отчета, обучающегося о выполненной лабораторной работе**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет»

Кафедра космического приборостроения и систем связи

ОТЧЕТ

о выполненной лабораторной работе по дисциплине

«Проектирование оптических сетей доступа»

на тему «_____»

Выполнил

(подпись)

/Фамилия, инициалы/

Проверил

(подпись)

/Фамилия, инициалы/