

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 05.09.2024 14:17:33  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e666fab013a5d426d39e5f211eab0173e745d14a48511da58a089

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

Кафедра космического приборостроения и систем связи

УТВЕЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

« 28 » 08



**МОДЕЛИ И ТЕХНОЛОГИИ ОПТИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ**

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

Курск 2024



УДК 004.716

Составители: А. А. Гуламов

Рецензент

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

**Модели и технологии оптических транспортных сетей:** методические указания по выполнению лабораторной работы для студентов направления подготовки 11.04.02 направленность «Проектирование систем связи малых космических аппаратов» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.А. Гуламов. - Курск, 2024. – 24 с.: ил. 4, табл. 2. – 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 систем связи малых космических аппаратов» по дисциплине «Проектирование транспортных оптических систем передачи».

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

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *29.08.24.* Формат 60x841/16.

Усл. печ. л. 1,39. Уч.-изд. л. 1,26. Тираж 100 экз. Заказ. *810* . 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	- 9
2.1 Модели и технологии оптических транспортных сетей	- 9
2.2 Транспортная сеть SDH	- 10
3. Транспортная сеть ATM	- 15
4. Задание	- 17
5. Контрольные вопросы	- 18
Библиографический список	- 19
Заключение	- 20
Приложение А Форма титульного листа отчета обучающегося о выполняемой лабораторной работе	- 24



## 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  $6 \text{ м}^2$  при рядном и центральном расположении, при расположении по периметру помещения –  $4 \text{ м}^2$ . 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  $5 \text{ м}^2$ ;

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.

## **2 Краткие теоретические сведения**

### **2.1 Модели и технологии оптических транспортных сетей**

Транспортные сети строятся в соответствии с моделями (Рисунок 1), предложенными в рекомендациях МСЭ-Т:

- транспортная сеть SDH, рекомендации G.707, G.783, G.803, G.841 и др.;

- транспортная сеть АТМ (асинхронный режим передачи), рекомендации I.311, I.326, I.432, I.630 и др.;

- транспортная сеть OTN-ОТН (оптическая транспортная сеть – оптическая транспортная иерархия), рекомендации G.709, G.798, G.872, G873.1 и др.;

- транспортная сеть Ethernet EoT, рекомендации G.8010, G.8011, G.8012 и др.

Указанные модели имеют общие черты: иерархическое уровневое построение, где каждый уровень имеет самостоятельный и независимый от других уровней набор функций; наличие физического уровня, представляемого системой передачи с организацией секций; образование трактов (маршрутов) физического и виртуального происхождения; уровня взаимодействия с пользователем транспортной сети.

Ниже приводятся отдельные характеристики моделей и технологий мультиплексирования, дается их сравнительная оценка, указывается на их совместимость в мультисервисной транспортной платформе. Для достаточного понимания материала главы необходимо изучить учебную литературу [1].

## 2.2 Транспортная сеть SDH

Модель транспортной сети SDH представлена тремя самостоятельными по своей организации уровнями: уровень среды передачи; уровень трактов (маршрутов передачи информации); уровень каналов.

Уровень среды передачи (Рисунок 1) базируется преимущественно на оптоволоконных линиях (среда передачи), в которых создаются секции регенерации цифровых линейных сигналов и секции мультиплексирования цифровых данных, поддерживаемые соответствующими секционными заголовками RSOH (Regeneration Section Overhead) и MSOH (Multiplex Section Overhead). Среда передачи содержит: стекловолокна в конструкциях различных кабелей; электрооптические преобразователи на передаче и оптоэлектронные преобразователи на приеме; оптические усилители, оптические аттенюаторы и компенсаторы дисперсии; разъёмные и неразъёмные оптические соединители; линейные кодеры и декодеры; оптические модуляторы и оптические детекторы.

Секцией мультиплексирования начинается и заканчивается участок волоконно-оптической системы передачи. Секция мультиплексирования может содержать от одного до нескольких участков - секций регенерации, которые необходимы для устранения искажений линейных импульсных сигналов и восстановления их формы и мощности. Секции регенерации и мультиплексирования являются предметом проектных расчетов в интерфейсных точках подключения передачи S и приёма R, построений и технической эксплуатации. Для этого в рамках стандартизации SDH предусмотрены служебные сообщения по контролю качества передачи по битовым ошибкам, служебная связь, каналы управления и синхронизации. Секция мультиплексирования вместе с входящими в неё секциями регенерации может дублироваться с целью гарантированной защиты от повреждений.

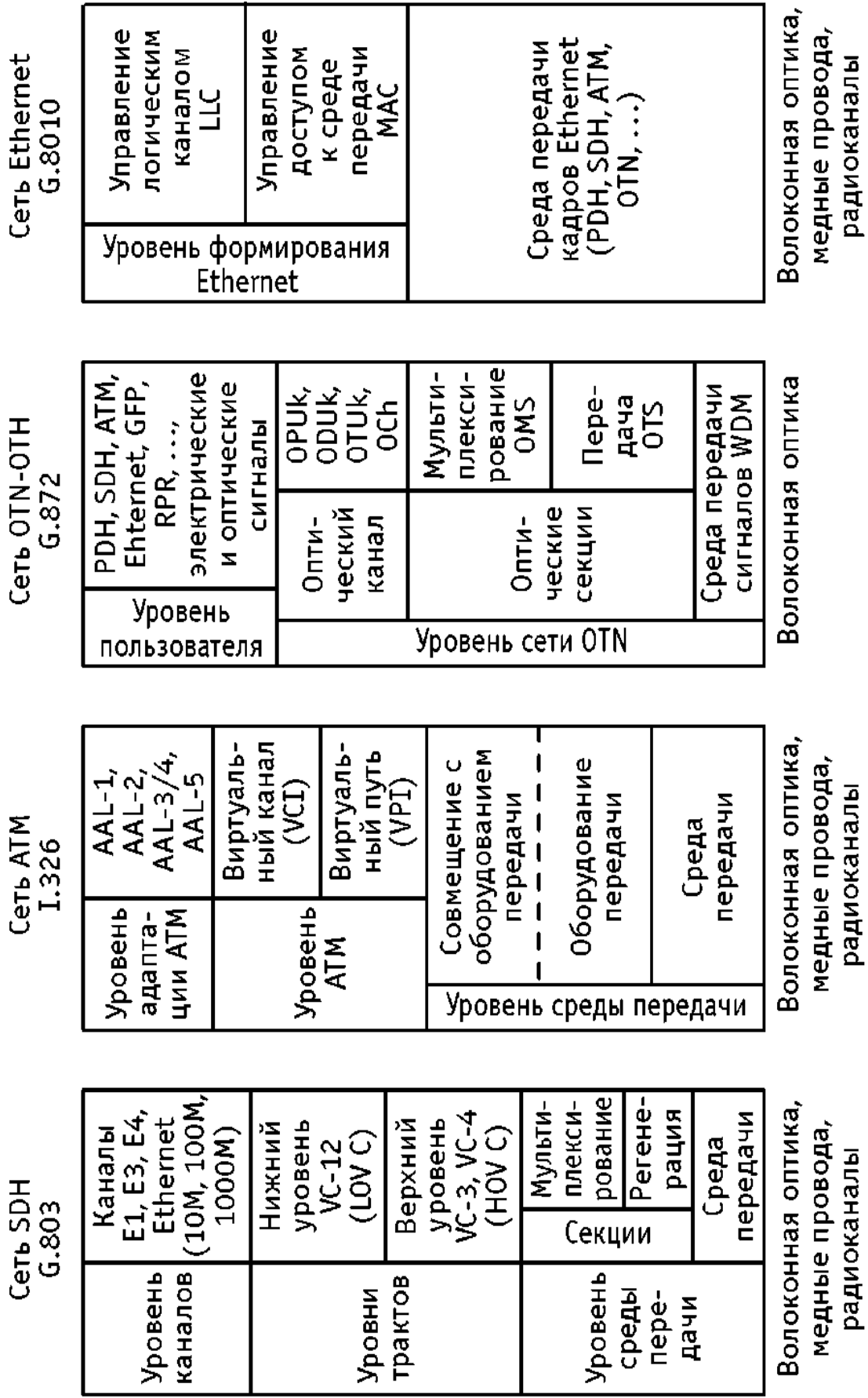


Рис.2.1. Модели транспортных сетей связи, определенные МСЭ-T



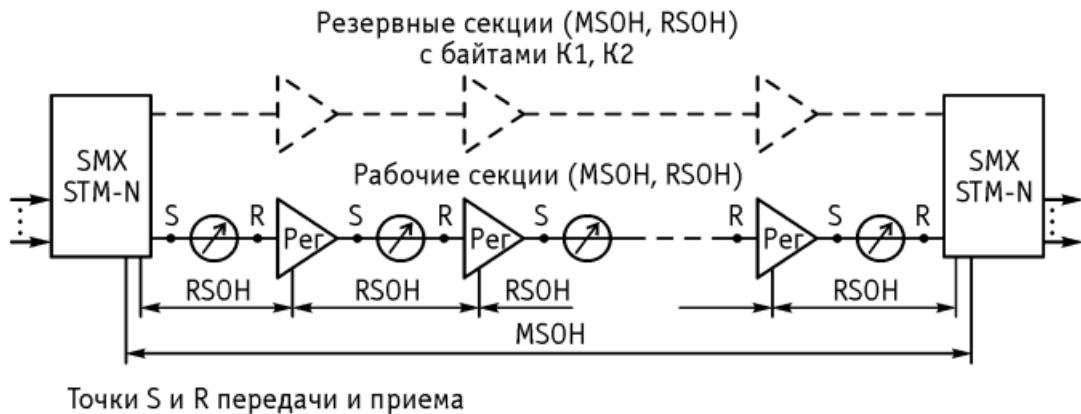


Рисунок-1 – Уровень среды передачи SDH

Для этого дублирующая (защитная) секция оснащается сигналами автоматического переключения (байты K1, K2) за интервал времени не более 50 мс. Сигналы, передаваемые через физическую среду модели сети SDH, представляют собой циклы длительностью 125 мкс, называемые синхронными транспортными модулями STM-N (Synchronous Transport Module) порядка  $N = 0, 1, 4, 16, 64, 256$ ; где порядок характеризует иерархический уровень и соответствующий скоростной режим передачи (Рисунок 2). Любая из иерархических скоростей STM-N вычисляется простой операцией умножения, например, STM-1 имеет емкость  $270 \times 9 = 2430$  байт, которая повторяется 8000 раз за 1 секунду, а число бит составит

$$2430 \text{ байт} \times 8000 \times 8 = 155520000 \text{ бит/с.}$$

Другие иерархические скорости получаются умножением  $155520000 \times N$ , т.е. на 4, 16, 64 и 256.

Уровни трактов сети SDH представлены двумя плоскостями: высокого и низкого уровней (порядков), стандартно обозначаемых в технической литературе: HOV-C (Higher Order Virtual Container) - виртуальный контейнер высшего уровня и LOV-C (Lower Order Virtual Container) – виртуальный контейнер низшего уровня.

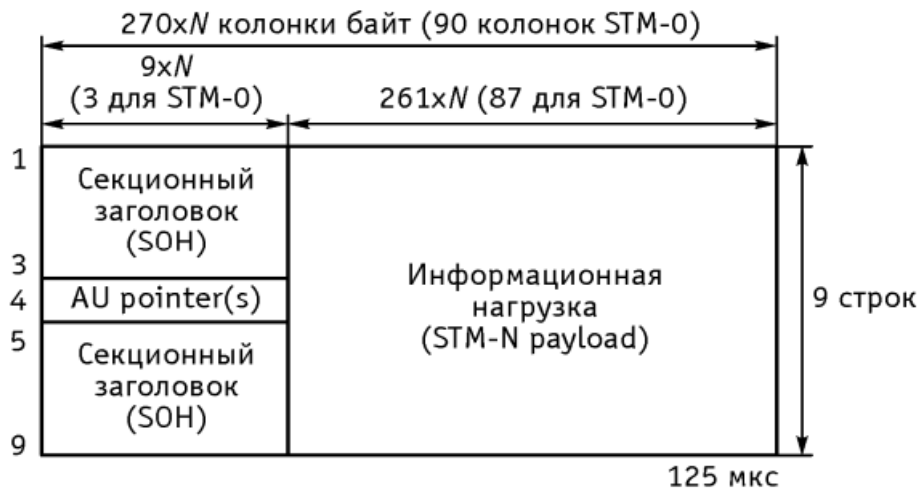


Рисунок 2 – Структура синхронного транспортного модуля STM-N

Виртуальные контейнеры высокого и низкого уровней представляют собой циклические цифровые ёмкости, предоставляемые под загрузку информационными данными с подходящими скоростями. Виртуальные контейнеры низкого порядка могут объединяться для размещения в виртуальные контейнеры высокого порядка. Понятие «виртуальности» этим цифровым блокам присвоено из-за специальных данных, называемых заголовками, в которых прописывается уникальный маршрутный идентификатор для адресного переноса каждого контейнера через транспортную сеть от источника информации до получателя, ведется контроль качества передачи из конца в конец и по отдельным участкам маршрута, вставляются сообщения о необходимости защитных переключений, вставляются сообщения о виде информационных данных, поддерживается служебная связь и т.д.

Виртуальные контейнеры могут сцепляться для переноса нестандартных информационных нагрузок (Таблица 1). Сцепки виртуальных контейнеров подразделяются на последовательные (VC-4-Xs) и виртуальные (VC-4-Xv).

Благодаря непрерывной циклической передаче виртуальных контейнеров может поддерживаться однонаправленное и двунаправленное транспортное соединение - тракт или маршрут, рассчитываемое на различную пропускную способность в интересах потребителей транспортных услуг. Эти соединения могут проходить через различные системы передачи SDH (волоконно-оптические и

радиорелейные) с различными иерархическими уровнями STM-N.

Таблица 1. Иерархия виртуальных контейнеров в SDH

VC -тип	VC - нагрузка(кбит/с)	Шаг (кбит/с)
VC-11	1 600	
VC-12	2 176	
VC-2	6 784	
VC-3	48 384	
VC-4	149 760	
VC-4-4с	599 040	
VC-4-16с	2 396 160	
VC-4-64с	9 584 640	
VC-4-256с	38 338 560	
VC-11-Xv, X = 1 до 64	1 600 to 102 400	1 600
VC-12-Xv, X = 1 до 64	2 176 to 137 088	2 176
VC-2-Xv, X = 1 до 21	6 784 to 142 464	6 784
VC-3-Xv, X = 1 до 3	48 384 to 145 152	48 384
VC-4-Xv, X = 1 до 256	149 760 to 38 338 560	149 760

Уровень каналов сети SDH обеспечивает интерфейсы для пользователей транспортной сети. Учитывая, что транспортная сеть SDH является частью первичной сети связи, на уровне каналов производится согласование с вторичными сетями (пользователями), например, с телефонными сетями через потоки цифровых данных 2.048 Мбит/с (обозначается E1), с компьютерными сетями Ethernet на скоростях передачи 10, 100 и 1000Мбит/с через сцепки виртуальных контейнеров и протоколы согласования LAPS (Link Access Procedure SDH), GFP (Generic Framing Procedure). Все процедуры формирования цифровых блоков SDH происходят с использованием единого высокостабильного тактового механизма – тактовой сетевой синхронизации (ТСС). Создание и поддержка всех соединений в сети SDH и контроль всех функций обеспечиваются системой управления, имеющей сеть выделенных каналов связи и средства протокольного взаимодействия через эти каналы.



### 3 Транспортная сеть АТМ

Модель транспортной сети АТМ представлена тремя самостоятельными по своей организации уровнями: уровень среды передачи; уровень асинхронного режима передачи АТМ; уровень адаптации АТМ.

Уровень среды передачи в транспортной сети АТМ может быть реализован согласно стандартов АТМ (I.432) любой системой передачи, например, системой PDH или системой SDH. Допускается также использование любой среды и оборудования передачи (медные провода с модемами, радиоканалы с радиочастотными модемами, атмосферные оптические каналы, волоконно-оптические системы).

Уровень АТМ разбит на подуровни виртуального канала и виртуального пути. Эти подразделения уровня АТМ обусловлены форматом представления данных, называемых ячейками и имеющими ёмкость 53 байта, которая поделена на поле заголовка (5 байт) и поле нагрузки – сегмент пользователя (48 байт). Заголовок содержит идентификаторы ячеек, принадлежащих одному соединению (Рисунок 3), виртуальному пути VPI (Virtual Path Identifier) и виртуальному каналу VCI (Virtual Circuit Identifier).

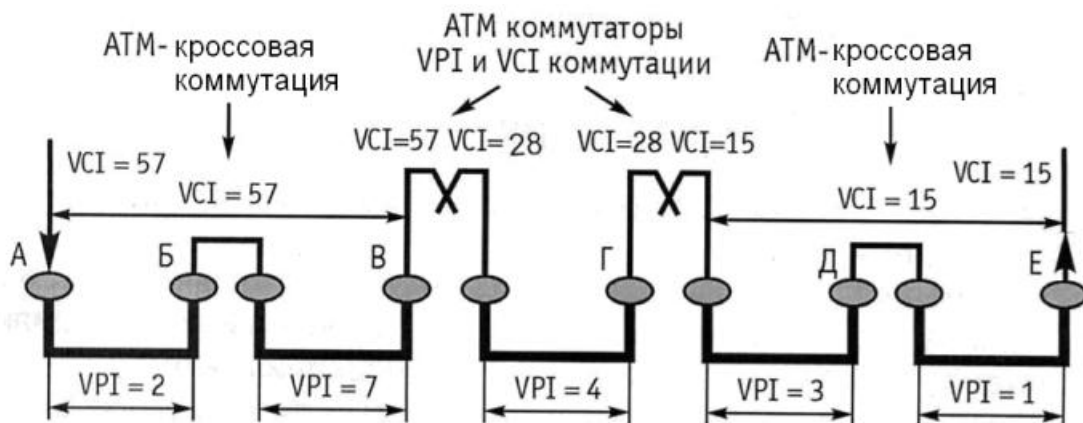


Рисунок 3 – Соединение в транспортной сети АТМ

Благодаря этим идентификаторам ячейки в общем потоке различаются при демультиплексировании и коммутации. В коммутаторах для выполнения коммутаций прописываются все идентификаторы в виде таблиц маршрутизации, по которым входящие ячей-

ки идентифицируются и транслируются на нужные выходы с последующим мультиплексированием в новые потоки участка сети. Потоки ячеек АТМ формируются случайно во времени в силу случайности поступления информационных сообщений, упакованных в сегменты. При этом потоки случайных ячеек, происходящих от различных источников, статистически мультиплексируются в общий неслучайный поток данных, согласуемый с уровнем среды передачи функциями совмещения с оборудованием передачи. В общий поток информационных ячеек могут включаться и ячейки служебного назначения, например, для управления в сети, для контроля перегрузок коммутаторов, для тестирования и т.д. На уровне среды передачи поток ячеек синхронно байт за байтом размещается в циклы передачи, например, в циклы E1, E3 PDH или в циклы виртуальных контейнеров SDH.

Уровень адаптации АТМ выполняет функции интерфейса между транспортной сетью АТМ с её виртуальными соединениями и пользователями транспортных услуг (вторичными сетями связи), например, телефонными сетями, сетями Internet, локальными сетями Ethernet и т.д. При этом различным видам трафика определены различные типы уровневой адаптации AAL (AAL-1, AAL-2, AAL-3/4, AAL-5, ATM Adaptation Level), предусматривающие формирование различных по структуре сегментов для пользовательской нагрузки. Пользовательская информация, поступающая непрерывным потоком данных или случайными во времени пакетами, приспособляется к процессу формирования сегментов, т.е. происходит согласование битовой скорости, исключаются неинформативные, т.е. пустые интервалы, формируются коды исправления ошибок для приёмной стороны и т.д. Развернутая картина формирований потока ячеек в модели транспортной сети АТМ представлена на Рисунке 4.

Принципиальное отличие моделей транспортных сетей SDH и АТМ состоит в следующем:

- транспортный ресурс сети SDH – тракт высокого или низкого порядка предоставляется в распоряжение пользователя (вторичной сети связи) постоянно, независимо от информационного потока и с фиксированной скоростью передачи, что часто является причиной низкой эффективности использования соединения, например, в

телефонии с коммутацией каналов при активности канала от 0.1 до 1.0;

- транспортные ресурсы сети АТМ – виртуальный канал или виртуальный путь, поддерживаемые коммутаторами с маршрутными таблицами каждого соединения, предоставляются в распоряжение пользователя (вторичной сети связи) только при наличии потока информационной нагрузки, т.е., когда ячейки АТМ формируются и следуют через физическую среду. В противном случае среда передачи предоставляется потокам ячеек других источников благодаря статистическому мультиплексированию на уровне АТМ. Это позволяет в несколько раз повысить эффективность использования физического соединения, например, тракта SDH.

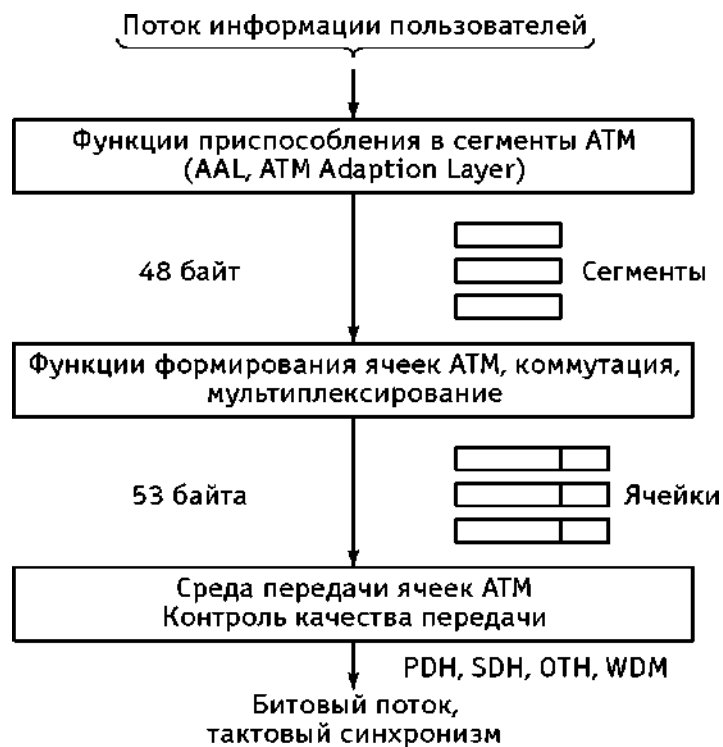


Рисунок 4 – Формирование потока ячеек транспортной сети АТМ

#### 4 Задание

Используя данные Таблицы 1 и примеры формирования STM 1 в SDH, произвести расчет необходимого количества и типа VC-контейнеров для передачи данных соответствующих варианту (таблица 2) и определить, какой тип STM будет применим в данном



примере.

Таблица 2 – Варианты заданий на практическую работу

Номер варианта	Виды нагрузки	Кол-во
1	Поток E1 = 2048 кбит\с	86
2	Поток E1 = 2048 кбит\с	63
3	Поток E1 = 2048 кбит\с	79
4	Поток E1 = 2048 кбит\с	198
5	Поток E1 = 2048 кбит\с	463
6	Поток E1 = 2048 кбит\с	65
7	Поток E1 = 2048 кбит\с	1009
8	Поток E1 = 2048 кбит\с	986
9	Поток E1 = 2048 кбит\с	532
10	Поток E1 = 2048 кбит\с	123

## 5 Контрольные вопросы

1. Сколько моделей транспортных сетей предусмотрено стандартами МСЭ-Т?
2. Что общего и различного в моделях транспортных сетей?
3. Сколько и какие уровни имеет модель сети SDH?
4. Какие основные функции присвоены уровню среды передачи в модели сети SDH?
5. Какие функции должны исполнять уровни трактов в модели сети SDH?
6. Какие каналы может поддерживать уровень каналов сети SDH?
7. Сколько и какие уровни имеет модель сети АТМ?
8. Какой из уровней модели сети АТМ обеспечивает коммутацию ячеек АТМ?
9. Чем образуются виртуальные пути и виртуальные каналы в сети АТМ?
10. Какое назначение имеет уровень адаптации в модели сети АТМ?
11. Что может использоваться в качестве среды передачи ячеек АТМ?

## 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 (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций			
		Недостаточный уровень («неудовл.»)	Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5	6
ПК-2/ Основной, завершающий.	ПК-2.1 Контролирует соблюдение утвержденных проектных решений при подготовке исполнительной документации. ПК-2.2 Уточняет проектную документацию и вносит изменения при изменении тех-	<b>Знать:</b> Отдельные методы проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов. Демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Обу-	<b>Знать:</b> Основные методы проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов. Демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Знания	<b>Знать:</b> Методы проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов. Демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2.	<b>Знать:</b> Эффективные современные методы проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов. Демонстрирует 90-100% знаний, указан-

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций			
		Недостаточный уровень («неудовл.»)	Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5	6
	<p>нических решений. ПК-2.3 Разрабатывает исполнительную документацию в составе группы соисполнителей-смежников.</p>	<p>чающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятельно.</p> <p><b>Уметь:</b> Применять отдельные методы проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов.</p>	<p>обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки.</p> <p><b>Уметь:</b> Применять основные методы проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов. В целом сформированные, но вызы-</p>	<p>Обучающийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности.</p> <p><b>Уметь:</b> Применять методы проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов. Сформированные и самостоятельно</p>	<p>ных в таблице 1.3 для ПК-2. Знания обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями.</p> <p><b>Уметь:</b> Применять эффективные современные методы проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структу-</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			
		Недостаточный уровень («неудовл.»)	Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5	6
		<p>Демонстрирует менее 60% умений, установленных в таблице 1.3 для ПК-2.</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками применения отдельных методов проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов.</p> <p>Навыки, указанные в таблице 1.3 для</p>	<p>вающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками применения основных методов проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов.</p> <p>Навыки, ука-</p>	<p>применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками применения методов проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов.</p> <p>Навыки, указанные в таблице 1.3 для ПК-2,</p>	<p>рированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов.</p> <p>Хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками применения эффективных современных методов проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых уз-</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			
		Недостаточный уровень («неудовл.»)	Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5	6
		ПК-2, не развиты	занные в таблице 1.3 для ПК-2, развиты на элементарном уровне.	хорошо развиты.	лов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов. Навыки, указанные в таблице 1.3 для ПК-2, хорошо развиты.



**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/

Курск 20\_\_\_\_\_