

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»  
(СибГУТИ)

Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге  
(УрТИСИ СибГУТИ)



Утверждаю  
Директор УрТИСИ СибГУТИ  
Е.А. Минина  
2022 г.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине «Многоканальные телекоммуникационные системы»  
для основной профессиональной образовательной программы по направлению  
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»  
направленность (профиль) – Транспортные сети и системы связи  
квалификация – бакалавр  
форма обучения – очная, заочная  
год начала подготовки (по учебному плану) – 2022

**Приложение 1 к рабочей программе**  
**по дисциплине «Многоканальные телекоммуникационные системы»**  
Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»  
(СибГУТИ)  
Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге  
(УрТИСИ СибГУТИ)

Утверждаю  
Директор УрТИСИ СибГУТИ  
\_\_\_\_\_ Е.А. Минина  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине **«Многоканальные телекоммуникационные системы»**  
для основной профессиональной образовательной программы по направлению  
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»  
направленность (профиль) – Транспортные сети и системы связи  
квалификация – бакалавр  
форма обучения – очная, заочная  
год начала подготовки (по учебному плану) – 2022

Екатеринбург 2022

# 1. Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Этап	Предшествующие этапы (с указанием дисциплин)
<p><b>ПК-1</b> Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных</p>	<p><b>ПК-1.1 Знает:</b>                      Принципы построения многоканальных систем связи, процессы организации каналов и трактов в многоканальных системах связи; термины и определения (канал связи, тракт передачи, линейный тракт, регенерационный участок, система передачи, линейный код); характеристики и параметры многоканальных систем передач.</p> <p><b>ПК-1.2 Умеет:</b>                      Применять методику расчета длины регенерационного участка; разрабатывать схемы организации связи систем связи; осуществлять расчеты параметров многоканальных систем передач; осуществлять расчеты линейного и нелинейного кодирования, генераторного оборудования, скорости цифровых потоков.</p> <p><b>ПК-1.3 Владеет:</b>                      Методами расчета длины регенерационного участка; навыками разработки схем организации связи, инструментами (навыками) решения задач расчета линейного и нелинейного кодирования, генераторного оборудования, скорости цифровых потоков.</p>	<p>5</p>	<p>Основы теории цепей (1 сем., 1 этап)                      Основы теории электромагнитных полей и волн (3 сем., 2 этап)                      Введение во операционную систему UNIX волн (3 сем., 2 этап)                      Пакеты прикладных программ волн (3 сем., 2 этап)                      Языки программирования волн (3 сем., 2 этап)                      Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей волн (3 сем., 2 этап)                      Теория связи волн (4 сем., 3 этап)                      Основы оптической связи (4 сем., 3 этап)                      Схемотехника телекоммуникационных устройств (4 сем., 3 этап)                      Вычислительная техника и информационные технологии (4 сем., 3 этап)                      Микропроцессорная техника в системах связи (4 сем., 3 этап)                      Оптоэлектроника и нанофотоника (5 сем., 4 этап)                      Направляющие системы электросвязи (5 сем., 4 этап)                      Сети связи и системы коммутации (5 сем., 4 этап)</p>

Форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине: зачет, экзамен.

## 2. Показатели, критерии и шкалы оценивания компетенций

2.1 Показателем оценивания компетенций на этапе их формирования при изучении дисциплины является уровень их освоения.

Шкала оценивания	Результаты обучения	Дескрипторы уровней освоения компетенций
<b>ПК-1</b> Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных		
Низкий (пороговый) уровень	<b>ПК-1.1 Знает:</b> Принципы построения многоканальных систем связи, процессы организации каналов и трактов в многоканальных системах связи; термины и определения (канал связи, тракт передачи, линейный тракт, регенерационный участок, система передачи, линейный код); характеристики и параметры многоканальных систем передач.	Слабо знает принципы построения многоканальных систем связи; слабо знает термины и определения (канал связи, тракт передачи, линейный тракт, регенерационный участок, система передачи, линейный код); слабо знает характеристики и параметры многоканальных систем передач. С помощью преподавателя знает как составить отчет по лабораторным и практическим работам, как вести конспект лекций.
Средний уровень		Частично знает принципы построения многоканальных систем связи; Частично знает термины и определения (канал связи, тракт передачи, линейный тракт, регенерационный участок, система передачи, линейный код), но не знает характеристики и параметры многоканальных систем передач. Средне знает как составить отчет по лабораторным и практическим работам, как вести конспект лекций.
Высокий уровень		Знает принципы построения многоканальных систем связи, процессы организации каналов и трактов в многоканальных системах связи; знает термины и определения (канал связи, тракт передачи, линейный тракт, регенерационный участок, система передачи, линейный код); знает характеристики и параметры многоканальных систем передач. Знает как составить отчет по лабораторным и практическим работам, как вести конспект лекций.
Низкий (пороговый) уровень	<b>ПК-1.2 Умеет:</b> Применять методику расчета длины регенерационного участка; разрабатывать схемы организации связи систем связи; осуществлять расчеты параметров многоканальных систем передач; осуществлять расчеты линейного и нелинейного кодирования, генераторного оборудования, скорости цифровых потоков.	Слабо умеет применять методику расчета длины регенерационного участка; слабо умеет разрабатывать схемы организации связи систем связи; слабо умеет осуществлять расчеты параметров многоканальных систем передач; слабо умеет осуществлять расчеты линейного и нелинейного кодирования, генераторного оборудования, скорости цифровых потоков. Слабо умеет самостоятельно выполнять расчеты КП, оформить

		<p>пояснительную записку. При помощи преподавателя умеет производить расчеты в лабораторно-практических работах, делать выводы.</p>
Средний уровень		<p>При помощи преподавателя умеет применять методику расчета длины регенерационного участка; слабо умеет разрабатывать схемы организации связи систем связи; умеет осуществлять расчеты параметров многоканальных систем передач; умеет осуществлять расчеты линейного и нелинейного кодирования, генераторного оборудования, скорости цифровых потоков. Слабо умеет самостоятельно выполнять расчеты КП, оформить пояснительную записку. При помощи преподавателя умеет производить расчеты в лабораторно-практических работах, делать выводы.</p>
Высокий уровень		<p>Умеет применять методику расчета длины регенерационного участка; умеет разрабатывать схемы организации связи систем связи; умеет осуществлять расчеты параметров многоканальных систем передач; умеет осуществлять расчеты линейного и нелинейного кодирования, генераторного оборудования, скорости цифровых потоков. Умеет самостоятельно выполнять расчеты КП, оформить пояснительную записку. Умеет самостоятельно производить расчеты в лабораторно-практических работах, делать выводы.</p>
Низкий (пороговый) уровень	<p><b>ПК-1.3 Владеет:</b>  Методами расчета длины регенерационного участка; навыками разработки схем организации связи, инструментами (навыками) решения задач расчета линейного и нелинейного кодирования, генераторного оборудования, скорости цифровых потоков.</p>	<p>Слабо владеет методами расчета длины регенерационного участка; навыками разработки схем организации связи, инструментами (навыками) решения задач расчета линейного и нелинейного кодирования, генераторного оборудования, скорости цифровых потоков.</p>
Средний уровень		<p>Частично владеет методами расчета длины регенерационного участка; навыками разработки схем организации связи, инструментами (навыками) решения задач расчета линейного и нелинейного кодирования, генераторного оборудования, скорости цифровых потоков.</p>
Высокий уровень		<p>Владеет методами расчета длины регенерационного участка; навыками разработки схем организации связи, инструментами (навыками) решения</p>

		задач расчета линейного и нелинейного кодирования, генераторного оборудования, скорости цифровых потоков.
--	--	---

2.2 Таблица соответствия результатов промежуточной аттестации по дисциплине уровню этапа формирования компетенций

Форма контроля	Шкала оценивания	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения компетенции
Зачёт	Зачёт	ПК-1.1	низкий
		ПК-1.2	низкий
		ПК-1.3	низкий
Экзамен	удовлетворительно	ПК-1.1	низкий
		ПК-1.2	средний
		ПК-1.3	низкий
	хорошо	ПК-1.1	низкий
		ПК-1.2	средний
		ПК-1.3	средний
	отлично	ПК-1.1	средний
		ПК-1.2	высокий
		ПК-1.3	высокий
Курсовое проектирование	удовлетворительно	ПК-1.1	низкий
		ПК-1.2	средний
		ПК-1.3	низкий
	хорошо	ПК-1.1	средний
		ПК-1.2	средний
		ПК-1.3	высокий
	отлично	ПК-1.1	высокий
		ПК-1.2	высокий
		ПК-1.3	высокий

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Процесс оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлен в таблицах по формам обучения:

Тип занятия	Тема (раздел)	Оценочные средства
<b>ПК-1</b> Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных		
Лекция	Все разделы дисциплины	Дискуссия Экзамен
Лабораторная работа	Исследование принципов построения МТС с ЧРК Исследование принципов построения МТС с ВРК Исследование кодеков с нелинейной шкалой квантования Введение в SDH Формирование STM-1 из потоков E1 Цикловая синхронизация Исследование работы регенератора ЦСП Линейные коды ЦСП	Лабораторная работа Защита лабораторной работы
Практическое занятие	Расчет уровня требуемого потока $E_p$ . Выбор оборудования и кабеля связи. Расчет длины участка регенерации ЦСП с ИКМ Расчет диаграммы уровней ЦСП с ИКМ Расчет защищенности ЦСП с ИКМ Выбор оптимальной структуры сети SDH Расчет уровня мультиплексорного оборудования SDH Формирование сети управления SDH Построение тактовой синхронизации сети SDH заданной архитектуры	Индивидуальные задания
Самостоятельная работа	Все разделы дисциплины	Курсовое проектирование Лабораторные работы Индивидуальные задания Экзамен Зачет ДКР

### 4. Типовые контрольные задания

Представить один пример задания по каждому типу оценочных средств для каждой компетенции, формируемой данной дисциплиной.

**ПК-1** Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных

#### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ

#### Определение уровня мультиплексорного оборудования

##### 1 Цель работы:

1.1 Изучить методику расчета уровня мультиплексорного оборудования.

1.2 Получить навыки в определении типов и числа трибных интерфейсных блоков мультиплексорного оборудования SDH.

## 2 Подготовка к работе:

2.1 Изучить теоретический материал, относящийся к данной работе по литературе и конспекту лекций.

2.2 Подготовить бланк отчета с ответами на контрольные вопросы. В отчете отразить задание, исходные данные, шаблон для построения графиков зависимостей, шаблоны таблиц (при необходимости, см. задание).

## 3 Задание:

3.1 По исходным данным таблицы 1 рассчитать уровень мультиплексора для топологии «двунаправленное кольцо» со 100% резервированием или шинной топологии. Тип топологии указывается преподавателем.

Таблица 1 – Варианты заданий

Вариант	Число населенных пунктов	Число потоков E1 между населенными пунктами
1	2	3
1	A, B, C, D, E, F	A↔B – 15 E1 A↔C – 20 E1 A↔D – 30 E1 A↔E – 17 E1 A↔F – 10 E1 B↔C – 21 E1 B↔D – 21 E1 B↔E – 63 E1 B↔F – 17 E1 D↔E – 7 E1 D↔F – 7 E1 E↔F – 10 E1
2	A, B, C, D	A↔B – 40 E1 A↔C – 32 E1 A↔D – 16 E1 B↔C – 20 E1 B↔D – 38 E1 C↔D – 16 E1
3	A, B, C, D, E, F	A↔B – 15 E1 A↔C – 10 E1 A↔D – 25 E1 A↔E – 10 E1 A↔F – 10 E1 B↔C – 30 E1 B↔D – 10 E1 B↔E – 40 E1 B↔F – 10 E1 C↔D – 10 E1 C↔E – 22 E1 C↔F – 10 E1 E↔F – 10 E1 D↔E – 10 E1 D↔F – 10 E1
4	A, B, C, D, E	A↔B – 63 E1 A↔C – 21 E1 A↔D – 12 E1 A↔E – 21 E1



		$B \leftrightarrow C - 5 E1$ $B \leftrightarrow D - 10 E1$ $B \leftrightarrow E - 10 E1$ $C \leftrightarrow D - 42 E1$ $C \leftrightarrow E - 42 E1$ $D \leftrightarrow E - 21 E1$
5	A, B, C, D, E, F	$A \leftrightarrow B - 10 E1$ $A \leftrightarrow C - 10 E1$ $A \leftrightarrow D - 10 E1$ $A \leftrightarrow E - 10 E1$ $A \leftrightarrow F - 70 E1$ $B \leftrightarrow C - 10 E1$ $B \leftrightarrow D - 30 E1$ $B \leftrightarrow E - 10 E1$ $B \leftrightarrow F - 80 E1$ $C \leftrightarrow D - 10 E1$ $C \leftrightarrow E - 10 E1$ $C \leftrightarrow F - 10 E1$ $E \leftrightarrow F - 10 E1$
6	A, B, C, D, E	$A \leftrightarrow B - 21 E1$ $A \leftrightarrow C - 22 E1$ $A \leftrightarrow D - 21 E1$ $A \leftrightarrow E - 21 E1$ $B \leftrightarrow C - 63 E1$ $B \leftrightarrow D - 10 E1$ $B \leftrightarrow E - 84 E1$ $C \leftrightarrow D - 10 E1$ $C \leftrightarrow E - 10 E1$ $D \leftrightarrow E - 10 E1$
7	A, B, C, D, E	$A \leftrightarrow B - 100 E1$ $A \leftrightarrow C - 33 E1$ $A \leftrightarrow D - 21 E1$ $A \leftrightarrow E - 41 E1$ $B \leftrightarrow C - 63 E1$ $B \leftrightarrow D - 21 E1$ $B \leftrightarrow E - 20 E1$ $C \leftrightarrow D - 63 E1$ $C \leftrightarrow E - 63 E1$ $D \leftrightarrow E - 30 E1$
8	A, B, C, D, E	$A \leftrightarrow B - 42 E1$ $A \leftrightarrow C - 21 E1$ $A \leftrightarrow D - 88 E1$ $A \leftrightarrow E - 21 E1$ $B \leftrightarrow C - 21 E1$ $B \leftrightarrow D - 21 E1$ $B \leftrightarrow E - 11 E1$ $C \leftrightarrow D - 20 E1$ $C \leftrightarrow E - 21 E1$ $D \leftrightarrow E - 21 E1$

9	A, B, C, D, E	$A \leftrightarrow B - 50 \text{ E1}$ $A \leftrightarrow C - 42 \text{ E1}$ $A \leftrightarrow D - 42 \text{ E1}$ $A \leftrightarrow E - 42 \text{ E1}$ $B \leftrightarrow C - 21 \text{ E1}$ $B \leftrightarrow D - 17 \text{ E1}$ $D \leftrightarrow E - 7 \text{ E1}$ $C \leftrightarrow D - 7 \text{ E1}$ $C \leftrightarrow E - 15 \text{ E1}$ $D \leftrightarrow E - 7 \text{ E1}$
10	A, B, C, D	$A \leftrightarrow B - 44 \text{ E1}$ $A \leftrightarrow C - 16 \text{ E1}$ $A \leftrightarrow D - 56 \text{ E1}$ $B \leftrightarrow C - 16 \text{ E1}$ $B \leftrightarrow D - 16 \text{ E1}$ $C \leftrightarrow D - 20 \text{ E1}$

#### 4 Методические указания:

Для определения уровня STM используются следующие исходные данные: структура сети с указанием местоположения мультиплексоров, количество цифровых потоков E1 между различными узлами сети, метод защиты синхронных потоков.

На основании этого строится матрица кратчайших путей и ребер. Она включает перечень взаимодействующих узлов сети, количество цифровых потоков, перечень участков сети которые используются для создания основных и резервных путей.

Для защиты используются специально заложенные “емкости” между узлами. В кольцевой и ячеистой топологии под “емкостью” понимаются дублирующие свободные соединения, то есть тракты (потоки). В остальных топологиях дублируются мультиплексорные секции (агрегатные платы оборудования и волокна кабеля).

Рассмотрим пример 1 составления матрицы. Пусть известны: структура сети (рисунок 1), распределение потоков E1 между пунктами сети (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение потоков E1 между пунктами сети

	A	B	C
A	X	15	20
B	15	X	25
C	20	25	X
Итого	35	40	45

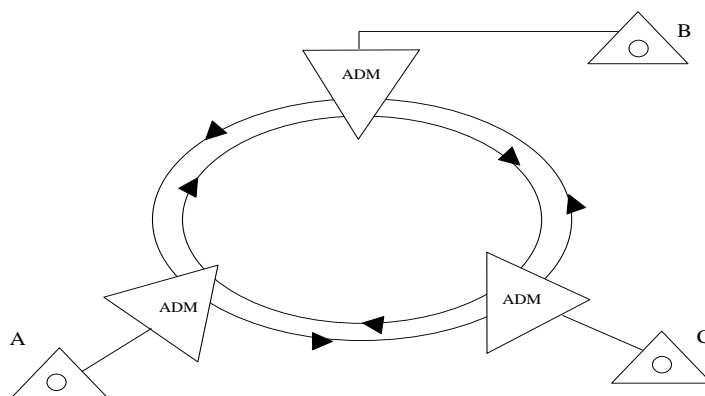


Рисунок 1 – Структура кольцевой сети

Таблица 3 – Матрица кратчайших путей и ребер

Исход. стан-ции	Вход Стан-ции	Кол-во Е1	Путь передачи	Участки сети					
				А-В	В-А	В-С	С-В	С-А	А-С
А	В	15	Основной	15					
		15	Резервный				15		15
	С	20	Основной						20
		20	Резервный	20		20			
В	А	15	Основной		15				
		15	Резервный			15		15	
	С	25	Основной			25			
		25	Резервный		25				25
С	А	20	Основной					20	
		20	Резервный		20		20		
	В	25	Основной				25		
		25	Резервный	25				25	
Суммарное число потоков Е1 по сети				60	60	60	60	60	60

После заполнения матрицы определяется суммарное число трактов Е1 для каждого участка сети (Стреб). В примере Стреб=60.

С учетом коэффициента запаса на развитие сети (Кр) необходимое число цифровых потоков должно удовлетворять следующему условию:  $S_n \geq K_p \cdot \text{Стреб}$ . Рекомендуется коэффициент развития  $K_p = 1,4 \dots 1,5$ .

Тип STM выбирается с учетом стандарта уровней. Если  $0 < S_n \leq 63$ , то выбираем STM-1, если  $63 < S_n \leq 252$ , то – STM-4, если  $252 < S_n \leq 1008$ , то – STM-16, если  $1008 < S_n \leq 4032$ , то STM-64.

В топологии «кольцо» всегда одинаковое число потоков на участках сети и применяется оборудование одного уровня STM-N.

Рассмотрим пример 2 составления матрицы. Пусть известны: структура сети (рисунок 2), распределение потоков Е1 между пунктами сети (таблица 4).

Таблица 4- Распределение потоков Е1 между пунктами сети

	А	В	С	Д	Е
А	Х	114	111	111	115
В	114	Х	111	111	115
С	111	111	Х	111	111
Д	111	111	111	Х	111
Е	115	115	111	111	Х
Итого	451	451	444	444	452

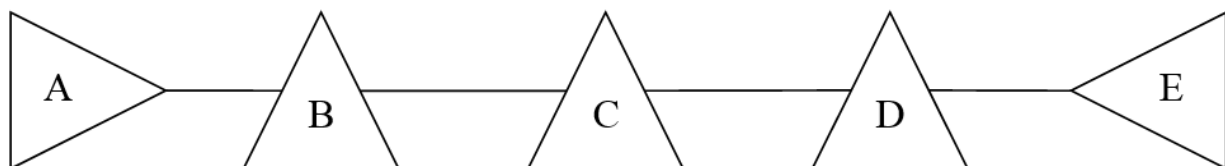


Рисунок 2- Структура последовательной линейной цепи

Таблица 5 - Матрица кратчайших путей и ребер

Исходная станция	Входящие станции	Количество E1	Путь передачи	Участки сети							
				A-B	B-A	B-C	C-B	C-D	D-C	D-E	E-D
A	B	114	основной	114							
	C	111		111		111					
	D	111		111		111		111			
	E	115		115		115		115		115	
B	A	114	основной		114						
	C	111				111					
	D	111				111		111			
	E	115				111		111		111	
C	A	111	основной		111		111				
	B	111					111				
	D	111						111			
	E	111						111		111	
D	A	111	основной		111		111		111		
	B	111					111		111		
	C	111						111			
	E	111								111	
E	A	115	основной		115		115		115		115
	B	115					115		115		115
	C	111							111		111
	D	111									111
Суммарное число потоков E1 по сети				51	51	70	74	70	74	48	52

Для конфигурации узлов, составления спецификации сменных модулей и прорисовки блок – схем соединений сменных блоков всех узлов, нужно знать количество сменных блоков мультиплексорного оборудования, обеспечивающих доступ к вводимым и выводимым потокам в узлах сети.

Рассмотрим для примера номенклатуру сменных блоков мультиплексора SDH компании ALCATEL.

Блоки, входящие в состав оборудования 1660SM, с указанием выполняемых ими функций:

Блок EQUICO выполняет следующие функции: функция контроллера оборудования, F-интерфейс для местного портативного терминала; связь с операционной системой (OS (Operation System)) посредством различных интерфейсов (DCC, QB3 и т.д.).

Блок MATRIX выполняет следующие функции:

- Реализация матрицы, которая выполняет функции НРС, LPC и функции защиты.
- Функции синхронизации -Функции контроллера каркаса.

Электрический блок PDH 2 Мбит/с или Электрический блок PDH 34/45 Мбит/с

Имеются различные электрические блоки PDH:

- «Электрический блок PDH 2 Мбит/с» обеспечивает интерфейс для асинхронного преобразования сигналов G.703 2 Мбит/с в сигналы VC12 SDH. Каждый блок поддерживает 63 интерфейса.

Для 75- и 120-Омных применений используется один и тот же блок; согласование сопротивления выполняется на уровне «платы доступа».

- «Электрический блок PDH 34/45 Мбит/с» обеспечивает интерфейс для асинхронного преобразования сигналов G.703 34 Мбит/с или 45 Мбит/с в сигналы VC-3 SDH. Каждый блок поддерживает 3 интерфейса. Выбор рабочего режима (3 x 34 Мбит/с или 3 x 45 Мбит/с) осуществляется программно. Для применений 34 Мбит/с и 45 Мбит/с используются два различных модуля доступа.

Электрический блок 4 x 140 Мбит/с или Электрический/Оптический блок 155 Мбит/с.

Блок поддерживает четыре электрических интерфейса PDH 140 Мбит/с или электрический/оптический интерфейс 155 Мбит/с. Выбор рабочего режима (для каждого порта) осуществляется программно.

Если выбран режим 140 Мбит/с, то порт обеспечивает интерфейс для асинхронного преобразования сигналов G.703 140 Мбит/с в сигнал VC-4 SDH. Блок интерфейса верхнего уровня (НОИ) выполняет следующие функции: PPI (физически схема размещена на плате доступа), LPA, НРТ. Два из четырех блоков PPI располагаются на плате интерфейса, другие два - на плате доступа. Если выбран режим 155 Мбит/с STM-1, то контейнер VC-4 может быть либо неструктурированным, либо структурированным в виде VC-контейнеров нижнего уровня. Эта функция выполняется компонентами ТТФ и НОА. Два из четырех блоков SPI располагаются на плате интерфейса, другие два - на плате доступа.

Электрический/оптический блок 4 x 155 Мбит/с. Блок поддерживает четыре двунаправленных электрических или оптических интерфейса STM-1. Для каждого из сигналов STM-1 контейнер VC-4 может быть либо неструктурированным, либо структурированным в виде VC-контейнеров нижнего уровня. Эта функция выполняется компонентами ТТФ и НОА.

Два из четырех блоков SPI располагаются на плате интерфейса, другие два - на плате доступа. В рамках одного устройства можно реализовать любую комбинацию электрических или оптических интерфейсов (для ближней или дальней связи).

Электрический блок 4 x 155 Мбит/с. Блок поддерживает четыре двунаправленных электрических интерфейса STM-1. Физически четыре блока SPI располагаются на плате доступа. Для каждого из сигналов STM-1 контейнер VC-4 может быть либо неструктурированным, либо структурированным в виде VC-контейнеров нижнего уровня. Эти функции выполняются компонентами ТТФ и НОА.

Оптический блок 1 X STM-4. Оптический блок 1 x STM-4 поддерживает один оптический интерфейс STM-4; данная функция выполняется компонентами ТТФ и НОА. Обеспечиваются конфигурации нескольких видов для ближней и дальней связи.

Оптический блок 1 X STM-16. Оптический блок 1 x STM-16 поддерживает один оптический интерфейс STM-16 (на передней панели); данная функция выполняется компонентами ТТФ и НОА. Обеспечиваются конфигурации нескольких видов для ближней и дальней связи.

Для непосредственного взаимодействия с оборудованием WDM без промежуточных спектральных адаптеров имеются версии блока, именуемые «coloured» («окрашенные», т.е. с нормированными рабочими длинами волн).

**МАТРИЦА АТМ 4X4.** Эта плата занимает одну позицию и выполняет функции АТМ-коммутатора. Кроме того, на передней панели платы располагается порт местного доступа STM-1 (в данном варианте изделия местный доступ не поддерживается). Пропускная способность блока составляет 622 Мбит/с. Также поддерживаются такие функции управления АТМ-трафиком, как «Формирование» и «Контроль» (необходимые для предотвращения перегрузки сети).

**Блок SERVICE.** Блок выполняет функции следующих компонентов: Дополнительные каналы. Канал служебной связи (EOW (Engineering Order Wire)) - Ввод/Выход сигналов 2 МГц

**Блок CONGI.** Блок выполняет функции следующих компонентов: источник питания, интерфейс QB3, служебный и удаленный аварийный сигнал, интерфейс Q2/RQ2.

**Платы доступа.** Эти платы поддерживают физический интерфейс для сигналов различного типа.

**Плата защиты.** Эта плата осуществляет EPS-защиту электрических блоков 34/45 Мбит/с и 155 Мбит/с.

Исходя из итогового числа потоков (таблица 1, 2) и количества портов электрический блок P63E1 определяем их необходимое количество (Рис.5).

BASIC AREA		ACCESS AREA	
22	EQUICO A	1	ACCESS LS
23	MATRIX A	2	ACCESS LS - HS
24	PORT LS - HS	3	ACCESS LS - HS
25	PORT ENHANCED - HS	4	ACCESS LS - HS
26	PORT ENHANCED - HS	5	ACCESS LS - HS
27	PORT LS - HS	6	ACCESS LS - HS
28	PORT ENHANCED - HS	7	ACCESS LS - HS
29	PORT ENHANCED - HS	8	ACCESS LS - HS
30	PORT LS - HS	9	ACCESS LS - HS
31	PORT HS	10	CONGI A
32	PORT LS SPARE HS	11	SERVICE
33	PORT LS - HS	12	CONGI B
34	PORT ENHANCED - HS	13	ACCESS LS - HS
35	PORT ENHANCED - HS	14	ACCESS LS - HS
36	PORT LS - HS	15	ACCESS LS - HS
37	PORT ENHANCED - HS	16	ACCESS LS - HS
38	PORT ENHANCED - HS	17	ACCESS LS - HS
39	PORT LS - HS	18	ACCESS LS - HS
40	MATRIX A	19	ACCESS LS - HS
41		20	ACCESS LS - HS
		21	ACCESS LS

Рисунок 5 – Размещение блоков оборудования 1660SM

**5 Содержание отчета:**

- 5.1 Цель работы.
- 5.2 Методика расчета.
- 5.3 Конфигурация оборудования узлов.
- 5.4 Ответы на контрольные вопросы.
- 5.4 Выводы по практическому занятию.

**6 Контрольные вопросы:**

- 6.1 Рассчитайте скорость STM-1.
- 6.2 Рассчитайте скорость STM-4.
- 6.3 Структура модуля STM-1.
- 6.4 Структура модуля STM-4.
- 6.5 Что такое канал доступа?
- 6.6 Параметры оптических интерфейсов.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

## Исследование принципов построения МТС с ЧРК

### 1 Цель работы:

1.1 Изучить упрощенную структурную схему и принцип действия многоканальной телекоммуникационной системы передачи с разделением каналов по частоте.

1.2 Исследовать работу МТС с ЧРК путем наблюдения осциллограмм при коммутации каналов осциллографа в разных режимах работы.

### 2 Подготовка к работе:

2.1 Изучить теоретический материал, относящийся к данной работе по литературе [1 – 3, 7], конспекту лекций, приложения к лабораторной работе.

2.2 Для самопроверки готовности к выполнению работы сформулировать ответы на контрольные вопросы допуска к работе.

2.2.1 Каковы основные принципы многократного использования физических цепей?

2.2.2 Какие методы разделения каналов Вы знаете?

2.2.3 В чем заключается принцип частотного разделения каналов (ЧРК)?

2.2.4 Какие устройства необходимы для осуществления ЧРК?

2.3 Рассчитать НБП и ВБП каждого канала на выходе передающей станции. Данные: три одинаковых источника модулирующих сигналов с частотой 1 кГц и три источника сигналов несущих частот: для 1-го канала частота 4 кГц, для 2-го - 8 кГц, для 3-го 12 кГц.

2.4 Рассчитать полосу пропускания канального полосового фильтра, если он выделяет нижнюю боковую полосу частот.

Таблица 1- Исходные данные по вариантам

Вариант	Значение несущей частоты, кГц
1	108
2	72
3	80
4	104
5	76
6	88
7	100
8	84
9	92
0	64

Данные: значение несущей определяется из таблицы 1 (вариант определяется последней цифрой порядкового номера в журнале), для всех вариантов частота сигнала  $f_{cp} = 0,3 - 3,4$  кГц.

2.5 Подготовить бланк отчета.

### 3 Основное оборудование:

3.1 Презентационная программа «Исследование систем передачи с ЧРК и ВРК».

3.2 Персональный компьютер.

### 4 Порядок выполнения работы:

4.1 Изучить приложение к методическим указаниям данной лабораторной работы.

4.2 Исследовать принцип работы МТС с ЧРК путем наблюдения осциллограмм при коммутации каналов осциллографа к точкам на схеме в разных режимах работы. Перед снятием осциллограмм необходимо выбрать пункт меню «ЧРК» и ознакомиться с пунктами меню «Помощь» и «Осциллограф».

4.3 Пользуясь имитационной моделью МТС с ЧРК снять осциллограммы напряжений в характерных точках макета соблюдая при зарисовке одинаковый масштаб в следующей последовательности:

4.3.1 На выходе источника модулирующего сигнала 1-го, 2-го и 3-го каналов в гнездах 01, 03, 05. Для этого необходимо выбрать пункт меню «Соединить» и ввести соединяемые точки. Указанное гнездо (01 или 03 или 05) можно соединять с первым каналом осциллографа (точка 31) или вторым каналом осциллографа (точка 32). Для наблюдения осциллограммы необходимо выбрать пункт меню «Осциллограф». Перед соединением следующего гнезда следует разъединить предыдущее соединение, используя пункт меню «Разъединить».

4.3.2 На выходах генераторов несущих частот передающей станции в гнездах 07, 08, 09.

4.3.3 На выходах модуляторов 1-го, 2-го, 3-го каналов в гнездах 10, 11, 12, предварительно соединив гнезда 01-02, 03-04, 05-06.

4.3.4 На выходах канальных полосовых фильтров в гнездах 13,14,15.

4.3.5 На входе линии связи, обладающей затуханием и накоплением помех в гнезде 16.

4.3.6 На выходе линии связи в гнезде 17.

4.3.7 На выходе входного трансформатора приемной станции в гнезде 18.

4.3.8 На выходах разделительных фильтров приемной части модели станции в гнездах 19, 20, 21.

4.3.9 На выходах канальных демодуляторов в гнездах 22, 23, 24.

4.3.10 На выходах генераторов несущих частот приемной станции в гнездах 25, 26, 27.

4.3.11 На выходе 1-го, 2-го, 3-го каналов в гнездах 28, 29, 30.

4.4 Оформить отчет.

## **5 Контрольные вопросы:**

5.1 Укажите назначение узлов МТС с разделением каналов по частоте в тракте передачи и приема.

5.2 Какова классификация способов передачи амплитудно-модулированных сигналов?

5.3 Перечислите достоинства многоканальных систем с передачей одной боковой полосы частот без несущей.

5.4 Как влияет на качество передачи сигналов канала работа отдельных узлов схемы?

## **6 Содержание отчета:**

6.1 Цель работы.

6.2 Ответы на вопросы допуска.

6.3 Результаты выполнения заданий 2.2, 2.3 и 2.4.

6.4 Структурная схема модели системы передачи с ЧРК.

6.5 Осциллограммы напряжений в заданных точках.

6.6 Ответы на контрольные вопросы.

6.7 Выводы по работе.



## Пример экзаменационного билета

Федеральное агентство связи Уральский технический институт связи и информатики (филиал) ФГБОУ ВО "Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики" в г. Екатеринбурге (УрТИСИ СибГУТИ)	<b>Экзаменационный билет</b> № <u>16</u>  по дисциплине <u>Многоканальные</u> <u>телекоммуникационные</u> <u>системы</u>	УТВЕРЖДАЮ: Зав. кафедрой МЭС <hr/> <u>« 28 » декабря 20</u> г.
---	--	--

Направление 11.03.02 Профиль ТССС Уровень Бакалавриат Факультет ИИиУ курс 3  
семестр б

- 1) Принцип построения аппаратуры с ИКМ. Иерархии ЦСП. Стандарты плезиохронной иерархии.
- 2) Технология SDH. Основной цифровой поток STM-1. Структура кадра, расчет скорости.
- 3) Показать временную диаграмму линейных кодов ЧПИ, КВП-3 и ВН для кодовой последовательности 01110110101000000000011011000001000000100001

### **Типовое задание на курсовое проектирование на тему: «Проект волоконно-оптической линии передачи SDH»**

В курсовом проекте необходимо:

1. Рассчитать количество компонентных потоков между заданными пунктами сети.
2. Выбрать оптимальную структуру сети на базе SDH.
3. Выбрать методы защиты синхронных потоков, оборудования SDH и обосновать их.
4. Обосновать выбор скорости передачи агрегатных потоков оборудования SDH.
5. Выбрать оборудование SDH для реализации проектируемой сети, используя продукцию любой фирмы-изготовителя.
6. Произвести комплектацию оборудования в каждом узле сети с учетом типа сетевого элемента.
7. Разработать схемы управления и синхронизации проектируемой сети.
8. Разработать схему организации связи для проектируемой сети SDH.

### **5. Банк контрольных заданий и иных материалов, используемых в процессе процедур текущего контроля и промежуточной аттестации**

Представлен в электронной информационно-образовательной среде по URI:  
<http://www.aup.uisi.ru>.

Оценочные средства рассмотрены и утверждены на заседании кафедры МЭС

31.05.2022 г.      Протокол № 10

Заведующий кафедрой (разработчика)

  
\_\_\_\_\_

Е.И. Гниломёдов  
\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

31.05.2022 г.

Оценочные средства рассмотрены и утверждены на заседании кафедры [МЭС]

31.05.2022 г.      Протокол № 10

Заведующий кафедрой (разработчика)

\_\_\_\_\_

Е.И. Гниломёдов  
инициалы, фамилия

подпись

31.05.2022 г.