

МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ  
КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ордена Трудового Красного Знамени федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования

**«Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ)**  
**Волго-Вятский филиал**

УТВЕРЖДЕНА  
(с учетом изменений и дополнений)  
на заседании кафедры  
инфокоммуникационных  
и профессиональных дисциплин  
Протокол заседания № 1  
от «30» августа 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

**«Цифровые системы передачи»**

Направление подготовки

**11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»**

Направленность (профиль) программы

**«Инфокоммуникационные системы и сети»**

Квалификация (степень) выпускника


**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная, Заочная**

Москва 2020 г.

Заведующий кафедрой ИКиПД  
 В.В. Мазниченко

Авторы: 

Доцент кафедры ИКиПД, д.т.н.,  
доцент Туляков Ю.М.

Разработано на основе Федерального  
государственного образовательного стандарта  
высшего образования по направлению  
подготовки

**11.03.02**

**Инфокоммуникационные технологии и  
системы связи,**

утверждённого приказом Министерства  
образования и науки РФ от 19 сентября 2017 г. №  
930.

## 1. Цели освоения дисциплины

*Целями* дисциплины является изучение общих принципов построения и функционирования аппаратуры многоканальных цифровых систем передачи (ЦСП), принципов организации линейных трактов на различных типах направляющих сред, расчет длин регенерационных участков, нормирование параметров качества передачи по каналам и трактам ЦСП и волоконно-оптических систем передачи (ВОСП).

Изучаются принципы временного группобразования в ЦСП; тактовая, цикловая и сверхцикловая синхронизация; линейный тракт ЦСП; формирование кодов в цифровых линейных трактах (ЦЛТ); регенерация сигналов в ЦЛТ и параметры качества передачи по каналам и трактам ЦСП и ВОСП. Рассматриваются общие понятия транспортных сетей нового поколения (NGN). Изучается аппаратура ЦСП для различных участков сети.

## 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Цифровые системы передачи» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока дисциплин учебного плана «Инфокоммуникационные системы и сети» (Б1.В.20). Дисциплина «Цифровые системы передачи» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 11.03.02 *«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»*, (направленность (профиль) программы *Инфокоммуникационные системы и сети*).

Для успешного усвоения данной дисциплины необходимо, чтобы обучающийся владел знаниями, умениями и компетенциями, сформированными в процессе изучения дисциплин: «Основы компьютерного анализа электрических цепей», «Электроника», «Общая теория связи», «Схемотехника», «Вычислительная техника», «Инфокоммуникационные системы и сети», «Цифровая обработка сигналов».

Дисциплина «Цифровые системы передачи» является предшествующей для изучения следующих дисциплин: «Направляющие телекоммуникационные среды», «Проектирование инфокоммуникационных сетей», «Технологии сетей доступа», «Надежность инфокоммуникационных сетей» и др. Знания и умения студентов, сформированные в результате освоения этой дисциплины, используются студентами при разработке курсовых и выпускных квалификационных работ.

Рабочая программа дисциплины «Цифровые системы передачи» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

### **4. Структура и содержание дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов). Процесс изучения дисциплины реализуется при очной форме обучения в 6 семестре, а при заочной – 7-ом. Промежуточная аттестация предусматривает курсовую работу и экзамен в 6 семестре при очной форме обучения, а при заочной в 7-ом семестре.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индекс индикатора достижения компетенции	Содержание индикатора достижения компетенции
1.	ПК-8	Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ	ПК-8.1	Знает нормативно-правовые нормативно-технические и организационно-методические документы, регламентирующие проектную подготовку, внедрение и эксплуатацию систем связи (телекоммуникационных систем), строительство объектов связи
2.	ПК-8	Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ	ПК-8.2	Знает принципы построения технического задания при автоматизации проектирования средств и сетей связи и их элементов; структуру и основы подготовки технической и проектной документации
3.	ПК-8	Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ	ПК-8.3	Умеет выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта
	ПК-8	Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ	ПК-8.4	Владеет навыками сбора исходных данных, необходимых для разработки проектной документации

#### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблицах 2а и 2б (отдельно для очной (2а) и заочной (2б) форм обучения).

##### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а

Вид учебной работы	Трудоёмкость			
	час.	В т.ч. по семестрам		Из них практическая подготовка
		6		
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>216</b>	<b>216</b>		
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>72</b>	<b>72</b>		
<b>Аудиторная работа</b>				
лекции (Л)	28	28		
практические занятия (ПЗ)	24	24		18
лабораторные работы (ЛР)	20	20		20
<b>2. Общая самостоятельная работа и контроль</b>	<b>144</b>	<b>144</b>		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	36	36		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.) (СР), иная контактная работа (ИКР) и подготовка к зачету (при его наличии):	72	72		
<b>Подготовка к экзамену и контактная работа в сессию (КРС)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>		
Вид промежуточного контроля:	Экзамен			

##### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б

Вид учебной работы	Трудоёмкость			
	час.	В т.ч. по семестрам		Из них практическая подготовка
		7		
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>216</b>	<b>216</b>		
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		
<b>Аудиторная работа</b>				
лекции (Л)	6	6		
практические занятия (ПЗ)	6	6		4
лабораторные работы (ЛР)	6	6		6
<b>2. Общая самостоятельная работа и контроль</b>	<b>198</b>	<b>198</b>		

Вид учебной работы	Трудоёмкость			
	час.	В т.ч. по семестрам		Из них практическая подготовка
		7		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	36	36		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.) (СР), иная контактная работа (ИКР) и подготовка к зачету (при его наличии):	126	126		
<b>Подготовка к экзамену и контактная работа в сессию (КРС)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>		
Вид промежуточного контроля:	Экзамен			

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тематический план дисциплины ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а

Вид учебной работы	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	
Раздел 1. Основные характеристики первичных сигналов. АСП и принципы формирования многоканальных сигналов в МСП с ЧРК. Основные узлы оборудования АСП	28	6	4	4	14
Раздел 2. Цифровые системы передачи и импульсно-кодовая модуляция. ПЦИ и СЦИ, ОЦК и его параметры. Принципы ВГ в ЦСП	44	6	6	6	26
Раздел 3. Тактовая, цикловая и сверхцикло- вая синхронизация ЦСП. Линейный тракт ЦСП. Формирование кодов в ЦЛТ и оценка их параметров	42	6	6	4	26
Раздел 4. Регенерация сигналов в ЦЛТ, расчёт длины участка регенерации. Нормирование качества передачи по каналам и трактам ЦСП и ВОСП. Структурные схемы станций высших ступеней ПЦИ. Циклы передачи	40	6	6	4	24
Раздел 5. Понятие о транспортных сетях нового поколения (NGN). Аппаратура ЦСП	26	4	2	2	18
<b>Всего за 6 семестр</b>	<b>180</b>	<b>28</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>108</b>
Экзамен	36	-	-	-	36
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>216</b>	<b>28</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>144</b>

## ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б

Вид учебной работы	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	
Раздел 1. Основные характеристики первичных сигналов. АСП и принципы формирования многоканальных сигналов в МСП с ЧРК. Основные узлы оборудования АСП	28	1,2	0,75	1,2	24,85
Раздел 2. Цифровые системы передачи и импульсно-кодовая модуляция. ПЦИ и СЦИ, ОЦК и его параметры. Принципы ВГ в ЦСП	44	1,2	1,5	2,4	38,9
Раздел 3. Тактовая, цикловая и сверхцикловая синхронизация ЦСП. Линейный тракт ЦСП. Формирование кодов в ЦЛТ и оценка их параметров	42	1,2	1,5	1,2	38,1
Раздел 4. Регенерация сигналов в ЦЛТ, расчёт длины участка регенерации. Нормирование качества передачи по каналам и трактам ЦСП и ВОСП. Структурные схемы станций высших ступеней ПЦИ. Циклы передачи	40	1,2	1,5	0,6	36,7
Раздел 5. Понятие о транспортных сетях нового поколения (NGN). Аппаратура ЦСП	26	1,2	0,75	0,6	23,45
<b>Всего за 7 семестр</b>	<b>180</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
<i>Экзамен</i>	36	-	-	-	36
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>216</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>198</b>

### 4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия

#### Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4а

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторного практикума/ практических занятий	Формируемые компетенции	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Основные характеристики первичных сигналов. АСП и принципы формирования многоканальных сигналов в МСП с ЧРК. Основные узлы оборудования АСП</b>			
		Лекция №1 Основные характеристики первичных сигналов	ПК-8.1	2
		Лекция №2 Аналоговая система передачи и принципы формирования многоканальных сигналов в МСП с ЧРК	ПК-8.1	2
		Лекция №3 Структура оконечной станции и основные узлы оборудования АСП.	ПК-8.1	2
		Практическое занятие №1 Принципы построения МСП с ЧРК	ПК-8.3	4
		Лабораторная работа №1 Определение параметров и характеристик	ПК-8.4	2



№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторного практикума/ практических занятий	Формируемые компетенции	Кол-во часов
		канала ТЧ АСП		
		Лабораторная работа №2 Исследование принципов построения МСП с ЧРК	ПК-8.4	2
2.	<b>Раздел 2. Цифровые системы передачи и импульсно-кодовая модуляция. ПЦИ и СЦИ, ОЦК и его параметры. Принципы ВГ в ЦСП</b>			
		Лекция №4 Цифровые системы передачи и импульсно-кодовая модуляция	ПК-8.1	2
		Лекция №5 Плещиохронная и синхронная цифровые иерархии, основной цифровой канал и его параметры	ПК-8.1	2
		Лекция №6 Принципы временного группообразования в ЦСП	ПК-8.1	2
		Практическое занятие №2 Принципы построения МСП с ВРК	ПК-8.3	2
		Практическое занятие №3 Построение цикла передачи в ЦСП	ПК-8.3	2
		Практическое занятие №4 Принципы ВГ в ЦСП	ПК-8.3	2
		Лабораторная работа №3 Исследование принципов построения МСП с ВРК	ПК-8.4	2
		Лабораторная работа №4 Изучение принципов импульсно-кодовой модуляции	ПК-8.4	2
		Лабораторная работа №5 Изучение оконечной станции первичной ЦСП	ПК-8.4	2
3.	<b>Раздел 3. Тактовая, цикловая и сверхцикловая синхронизация ЦСП. Линейный тракт ЦСП. Формирование кодов в ЦЛТ и оценка их параметров</b>			
		Лекция №7 Тактовая, цикловая и сверхцикловая синхронизация ЦСП	ПК-8.1	2
		Лекция №8 Линейный тракт ЦСП	ПК-8.1	2
		Лекция №9 Формирование кодов в цифровых линейных трактах (ЦЛТ) и оценка их параметров	ПК-8.1	2
		Практическое занятие №5 Кодирование в ЦСП	ПК-8.3	2
		Практическое занятие №6 Анализ линейных кодов в ЦСП	ПК-8.3	2
		Практическое занятие №7 Регенерация в ЦЛТ	ПК-8.3	2
		Лабораторная работа №6 Изучение видов синхронизации в ЦСП	ПК-8.4	2
		Лабораторная работа №7 Изучение оборудования временного мульт-	ПК-8.4	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторного практикума/ практических занятий	Формируемые компетенции	Кол-во часов
		типлексирования		
4.	<b>Раздел 4. Регенерация сигналов в ЦЛТ, расчёт длины участка регенерации. Нормирование качества передачи по каналам и трактам ЦСП и ВОСП. Структурные схемы станций высших ступеней ПЦИ. Циклы передачи</b>			
		Лекция №10 Регенерация сигналов в ЦЛТ, расчёт длины участка регенерации. Нормирование качества передачи по каналам и трактам ЦСП и ВОСП	ПК-8.2	2
		Лекция №11 Структурные схемы станций высших ступеней ПЦИ. Циклы передачи	ПК-8.1	2
		Лекция №12 Циклы передачи высших ступеней ПЦИ. Параметры циклов передачи	ПК-8.1	2
		Практическое занятие №8 Расчёт шумов оконечного оборудования	ПК-8.3	2
		Практическое занятие №9 Расчёт шумов на входе регенератора	ПК-8.3	2
		Практическое занятие №10 Расчёт длины участка регенерации. Расчёт защищённости сигнала от шумов в линейном тракте	ПК-8.3	2
		Лабораторная работа №8 Изучение вопросов регенерации	ПК-8.4	4
5.	<b>Раздел 5. Понятие о транспортных сетях нового поколения (NGN). Аппаратура ЦСП</b>			
		Лекция №13 Понятие о транспортных сетях нового поколения (NGN)	ПК-8.1	2
		Лекция №14 Аппаратура ЦСП	ПК-8.1	2
		Практическое занятие №11 Нормирование качества передачи информации по ОЦК (МСЭ-Т G821). Расчёт цепи дистанционного питания. Составление схемы организации связи	ПК-8.1	2
		Лабораторная работа №9 Изучение аналого-цифрового оборудования (АЦО)	ПК-8.4	2

### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4б

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторного практикума/ практических занятий	Формируемые компетенции	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Основные характеристики первичных сигналов. АСП и принципы формирования многоканальных сигналов в МСП с ЧРК. Основные узлы оборудования АСП</b>			
		Лекция №1 Основные характеристики первичных сигналов	ПК-8.1	0,4

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторного практикума/ практических занятий	Формируемые компетенции	Кол-во часов
		Лекция №2 Аналоговая система передачи и принципы формирования многоканальных сигналов в МСП с ЧРК	ПК-8.1	0,4
		Лекция №3 Структура оконечной станции и основные узлы оборудования АСП.	ПК-8.1	0,4
		Практическое занятие №1 Принципы построения МСП с ЧРК	ПК-8.3	0,75
		Лабораторная работа №1 Определение параметров и характеристик канала ТЧ АСП	ПК-8.4	0,6
		Лабораторная работа №2 Исследование принципов построения МСП с ЧРК	ПК-8.4	0,6
2.	<b>Раздел 2. Цифровые системы передачи и импульсно-кодовая модуляция. ПЦИ и СЦИ, ОЦК и его параметры. Принципы ВГ в ЦСП</b>			
		Лекция №4 Цифровые системы передачи и импульсно-кодовая модуляция	ПК-8.1	0,4
		Лекция №5 Плещиохронная и синхронная цифровые иерархии, основной цифровой канал и его параметры	ПК-8.1	0,4
		Лекция №6 Принципы временного группообразования в ЦСП	ПК-8.1	0,4
		Практическое занятие №2 Принципы построения МСП с ВРК	ПК-8.3	0,5
		Практическое занятие №3 Построение цикла передачи в ЦСП	ПК-8.3	0,5
		Практическое занятие №4 Принципы ВГ в ЦСП	ПК-8.3	0,5
		Лабораторная работа №3 Исследование принципов построения МСП с ВРК	ПК-8.4	0,8
		Лабораторная работа №4 Изучение принципов импульсно-кодовой модуляции	ПК-8.4	0,8
		Лабораторная работа №5 Изучение оконечной станции первичной ЦСП	ПК-8.4	0,8
3.	<b>Раздел 3. Тактовая, цикловая и сверхцикловая синхронизация ЦСП. Линейный тракт ЦСП. Формирование кодов в ЦЛТ и оценка их параметров</b>			
		Лекция №7 Тактовая, цикловая и сверхцикловая синхронизация ЦСП	ПК-8.1	0,4
		Лекция №8 Линейный тракт ЦСП	ПК-8.1	0,4
		Лекция №9 Формирование кодов в цифровых линей-	ПК-8.1	0,4

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторного практикума/ практических занятий	Формируемые компетенции	Кол-во часов
		ных трактах (ЦЛТ) и оценка их параметров		
		Практическое занятие №5 Кодирование в ЦСП	ПК-8.3	0,5
		Практическое занятие №6 Анализ линейных кодов в ЦСП	ПК-8.3	0,5
		Практическое занятие №7 Регенерация в ЦЛТ	ПК-8.3	0,5
		Лабораторная работа №6 Изучение видов синхронизации в ЦСП	ПК-8.4	0,6
		Лабораторная работа №7 Изучение оборудования временного мультимплексирования	ПК-8.4	0,6
4.	<b>Раздел 4. Регенерация сигналов в ЦЛТ, расчёт длины участка регенерации. Нормирование качества передачи по каналам и трактам ЦСП и ВОСП. Структурные схемы станций высших ступеней ПЦИ. Циклы передачи</b>			
		Лекция №10 Регенерация сигналов в ЦЛТ, расчёт длины участка регенерации. Нормирование качества передачи по каналам и трактам ЦСП и ВОСП	ПК-8.2	0,4
		Лекция №11 Структурные схемы станций высших ступеней ПЦИ. Циклы передачи	ПК-8.1	0,4
		Лекция №12 Циклы передачи высших ступеней ПЦИ. Параметры циклов передачи	ПК-8.1	0,4
		Практическое занятие №8 Расчёт шумов оконечного оборудования	ПК-8.3	0,5
		Практическое занятие №9 Расчёт шумов на входе регенератора	ПК-8.3	0,5
		Практическое занятие №10 Расчёт длины участка регенерации. Расчёт защищённости сигнала от шумов в линейном тракте	ПК-8.3	0,5
		Лабораторная работа №8 Изучение вопросов регенерации	ПК-8.4	0,6
5.	<b>Раздел 5. Понятие о транспортных сетях нового поколения (NGN). Аппаратура ЦСП</b>			
		Лекция №13 Понятие о транспортных сетях нового поколения (NGN)	ПК-8.1	0,6
		Лекция №14 Аппаратура ЦСП	ПК-8.1	0,6
		Практическое занятие №11 Нормирование качества передачи информации по ОЦК (МСЭ-Т G821). Расчёт цепи дистанционного питания. Составление схемы организации связи	ПК-8.1	0,75
		Лабораторная работа №9 Изучение аналого-цифрового оборудования (АЦО)	ПК-8.4	0,6

**5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

**5.1. Контрольные вопросы и задания (для самостоятельного изучения)**

**Экзаменационные вопросы**

1. Обобщенная структура схема МСП
2. Уровни передачи
3. Диаграмма уровней
4. Параметры сигналов электросвязи
5. Организация двусторонней связи
6. Линейные и нелинейные искажения
7. Структурная схема МСП с ВРК
8. Многократное групповое преобразование частоты
9. Принципы формирования стандартных групп каналов
10. Назначение и общие требования к преобразователям частоты
11. Балансный преобразователь
12. Кольцевой преобразователь
13. Фильтры в МСП
14. Назначение и основные параметры АРУ
15. Общие принципы построения устройств АРУ
16. Обобщённая структурная схема ЦСП
17. Дискретизация сигнала по времени
18. Равномерное и неравномерное квантование
19. Общие принципы кодирования сигналов
20. Общие принципы регенерации сигнала
21. Коды в цифровых линейных трактах
22. Принципа построения SDH. Цифровая иерархия
23. Коды в линии. Характеристики кодов

**Контрольные задания для текущего контроля успеваемости**

1. Дискретный во времени сигнал может быть аналоговым?
2. Квантованный по уровням сигнал может быть аналоговым?
3. В чем главное отличие друг от друга разных цифровых сигналов?
4. Нужно ли как-то обрабатывать реальный аналоговый сигнал перед его преобразованием в цифровой?
5. Что такое кодирование в узком смысле?
6. Что такое мультиплексирование?
7. Сколько вариантов плезиохронной иерархии стандартизировано на международном уровне?

8. Какая скорость передачи информационного сигнала в основном цифровом канале (ОЦК)?
9. Можно ли в ОЦК передавать сигналы с различными скоростями; если да, то в каких пределах?
10. Какая приблизительно максимальная стандартная скорость передачи в плезиохронных системах?
11. Что такое бит?
12. Какая приблизительно скорость потока нижней ступени в синхронной иерархии?
13. Какая приблизительно скорость потока верхней ступени в синхронной иерархии?
14. Для чего предназначены субсинхронные модули в синхронной иерархии?
15. Аналоговый сигнал может быть дискретным во времени?
16. Аналоговый сигнал может быть квантованным по уровням?
17. Каким основным параметром характеризуются цифровые сигналы?
18. Какая размерность скорости передачи цифровых сигналов?
19. Какая размерность скорости передачи дискретных сигналов?
20. Нужно ли ограничивать спектр реального аналогового сигнала перед его преобразованием в цифровой?
21. Как называется расстояние между соседними разрешенными значениями квантованного сигнала?
22. Чем определяется ошибка квантования?
23. Каково основное назначение операции дискретизации сигнала во времени?
24. Чем определяется выбор интервала дискретизации сигнала во времени?
25. При передаче сигнала, какая операция должна производиться раньше: кодирование или мультиплексирование?
26. При передаче сигнала, какая операция должна производиться раньше: кодирование или дискретизация?
27. При передаче сигнала, какая операция должна производиться раньше: мультиплексирование или дискретизация?
28. Какой элемент используют для преобразования дискретного сигнала в непрерывный?
29. Сколько исходных сигналов мультиплексируется в первой ступени европейской ПЦИ?
30. Какие коэффициенты мультиплексирования приняты для высших ступеней ПЦИ?
31. Возможна ли передача потоков между системами, относящимся к различным ПЦИ?
32. Какие коэффициенты мультиплексирования приняты для ступеней СЦИ?

## 5.2. Темы письменных работ

### **Примерная тематика курсовых работ (для дневного обучения)**

1. Построение и расчет сетевой структуры МТС ПЦИ (предполагаются различные варианты, учитывающие межузловой трафик, конфигурацию сети, тип направляющей среды и т.д.)
2. Построение и расчет сетевой структуры МТС СЦИ (предполагаются различные варианты, учитывающие межузловой трафик, конфигурацию сети, тип направляющей среды и т.д.)
3. Решение 4 задач из нижеприведенного комплекса (предполагаются различные варианты по исходным данным).
  - Расчет протяженности регенерационного участка на кабеле с металлическими парами (задается тип оборудования, тип кабеля, схема организации линейного тракта, коэффициент ошибок по битам).
  - Задача, обратная предыдущей – определение коэффициента ошибок по битам при заданной протяженности участка.
  - Те же задачи, но для кабеля с ОВ.
  - Определение зависимости защищенности сигнала от шумов квантования для различных типов сигнала (речь, синусоидальный сигнал, случайный сигнал с заданным законом распределения мгновенных значений) и параметров квантующего устройства (равномерное квантование, неравномерное с различными типами аппроксимации).
  - Определение параметров системы цикловой синхронизации по заданным параметрам приемника синхросигнала и коэффициенту ошибок по битам в линейном тракте.
  - Составление перечня операций обработки сигнала при прохождении его между заданными точками сетевого узла СЦИ того или иного типа.

### **Примерная тематика курсовых работ (для заочного обучения)**

1. Расчет битовой скорости заданного цифрового потока. Скремблирование цифрового сигнала. Определение структуры кода ВР-4.
2. Построение временных диаграмм сигнала в контрольных точках.
3. Расчет параметров приемника циклового синхросигнала.
4. Нахождение характеристик одномодовых оптических волокон. Определение максимальной протяженности РУ.
5. Расчет параметров оптического приемника.
6. Расчет шумов оптического усилителя.

## **5.3. Оценочные средства**

Оценочные материалы (оценочные средства) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Цифровые системы передачи» прилагаются.

## **5.4. Перечень видов оценочных средств**

1. Вопросы к экзамену
2. Контрольные задания для текущего контроля успеваемости.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная литература**

1. Гордиенко, В. Н. Многоканальные телекоммуникационные системы : учебник / В. Н. Гордиенко, М. С. Тверецкий. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. — 396 с. — ISBN 978-5-9912-0251-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111046/> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Е.Б. Алексеев, В.Н. Гордиенко, В.В. Крухмалев и др. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей. Учебное пособие для вузов/ Под ред. В.Н. Гордиенко и М.С. Тверецкого. - М.: Горячая линия – Телеком, 2016. - 392 с.: ил. ЭБС МТУСИ. [http://elib.mtuci.ru/catalogue/author\\_book.php?r=235](http://elib.mtuci.ru/catalogue/author_book.php?r=235)

### **6.2 Дополнительная литература**

1. Азбукина О.Г., Калабекьянц Н.Э. Проектирование цифровых систем передачи. Учебное пособие МТУСИ. - М., 2007г. Количество книг в библиотеке МТУСИ – 76. <http://elib.mtuci.ru/catalogue/index.php>

2. Портнов Э.Л. Оптические кабели связи и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия Телеком, 2007. – 464 с.:ил. Количество книг в библиотеке МТУСИ – 88. <http://elib.mtuci.ru/catalogue/index.php>

3. Портнов Э.Л. Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия Телеком, 2013. – 544 с.:ил. ЭБС МТУСИ. <http://elib.mtuci.ru/catalogue/index.php>

4. Четкин С.В., Шишова Н.А. ИКМ-преобразование: основы теории и расчет характеристик: учебное пособие / МТУСИ. – М., 2020. – 53 с. ил. Количество пособий в библиотеке МТУСИ – . <http://elib.mtuci.ru/catalogue/index.php>

### **6.3 Периодические издания**

1. Профильные журналы «Электросвязь», «Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт» и другие.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. ЭБС издательства «Лань»: <http://www.e.lanbook.com/>
2. ЭБС IPRbooks: <http://iprbookshop.ru>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <https://elibrary.ru/>
4. ЭБС POLPRED.COM: <https://polpred.com/>
5. Российская государственная библиотека (РГБ): <https://www.rsl.ru/>
6. Российская национальная библиотека (РНБ): <http://nlr.ru/>



7. Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ): <http://www.gpntb.ru/>
8. Президентская библиотека: <https://www.prlib.ru/>
9. Российский фонд фундаментальных исследований: <https://podpiska.rfbr.ru/>
10. Информационная система «Регламент»: <https://www.reglament.pro/>
11. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
12. Росстандарт: <http://www.gost.ru/>
13. Сайт Европейской организации по стандартизации (ETSI): <http://www.etsi.org>
14. Сайт Международного союза электросвязи: <http://www.itu.int>

## **8. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

1. ОС Astra Linux Common Edition релиз «Орел» (свободно распространяемое ПО);
2. 7-Zip (свободно распространяемое ПО);
3. Mozilla Firefox (свободно распространяемое ПО);
4. Foxit Reader (свободно распространяемое ПО);
5. Yandex Browser (свободно распространяемое ПО);
6. VSCodium (свободно распространяемое ПО);
7. Pinta (свободно распространяемое ПО);
8. Adobe Reader (свободно распространяемое ПО);
9. LibreOffice (свободно распространяемое ПО).

## **9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.

2. Учебная аудитория для проведения практических и лабораторных занятий, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации и оснащенная:

Мультиплексор доступа DAS-3216

Модем доступа D-Link ADSL

Персональный компьютер (в комплекте монитор, мышь, клавиатура)

Персональный компьютер для преподавателя (в комплекте монитор, мышь, клавиатура)

Персональный компьютер для сервера PfSense

Комплект проекционного оборудования (интерактивная доска в комплекте с проектором)

Телефонные аппараты

Набор инструментов для выполнения кроссировки

Оборудование цифровой АТС «Омега»

Оборудование волоконно-оптической распределенной сети включающее 2 рабочих места абонента GPON и ES3528M

Телевизор TV LG 42RX4 RVA, АТС Panasonic.

3. Учебная аудитория для проведения консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная компьютерной техникой.

4. Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МТУСИ и в электронно-библиотечную систему МТУСИ.

## **10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины**

В процессе изучения дисциплины предусмотрены следующие формы контроля по овладению компетенциями: текущий, промежуточный контроль (экзамен), контроль самостоятельной работы студентов.

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в виде устного опроса студентов на лабораторных занятиях, в виде письменных проверочных работ по текущему материалу, а также в виде сетевого тестирования в рамках контрольных точек, проводимых в соответствии с графиками учебного процесса. Устные ответы и письменные работы студентов оцениваются. Оценки доводятся до сведения студентов. Результаты тестирования суммируются с баллами, полученными по остальным формам контроля, и выставляются в электронные рейтинговые ведомости.

Промежуточный контроль осуществляется в форме экзамена в конце семестра.

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется в течение всего семестра. Преподаватель самостоятельно определяет формы контроля самостоятельной работы студентов в зависимости от содержания разделов и тем, выносимых на самостоятельное изучение. Такими формами могут являться: тестирование, презентации, контрольные работы (для студентов ЗФО) и т.д. Результаты контроля самостоятельной работы студентов учитываются при осуществлении промежуточного контроля по дисциплине.

Самостоятельная работа является неотъемлемой частью обучения. На этот вид работы отводится до 50% от общего объема часов.

На самостоятельное изучение выносятся задания, направленные на:

- работу с интегрированной средой разработки, с электронными образовательными ресурсами;
- овладение и закрепление основной терминологии по направлению;
- работу со специальной литературой как способом приобщения к последним мировым научным достижениям в профессиональной сфере;
- основные приемы составления аннотаций и написания рефератов.

Самостоятельная работа может быть аудиторной (выполнение отдельных заданий на занятиях) и внеаудиторной.

Для выполнения самостоятельной работы используются:

1. Учебники и учебные пособия.
2. Мультимедийные средства: работа в сети Интернет (использование обучающих программ и учебных сайтов, электронных образовательных ресурсов).

Самостоятельная работа студента по дисциплине включает:

- Проработку лекционного материала, а также материала, изучаемого на практических занятиях;
- Подготовку к лабораторным работам (к допуску и защите);
- Подготовку к зачету и экзамену.

Методические указания по лабораторному практикуму имеются в библиотеке, а также доступны студентам в электронном виде.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. Директора ВВФ МТУСИ по УМО

С.А. Маринин

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**  
**«Цифровые системы передачи»**

Направление: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность (профиль): Инфокоммуникационные системы и сети

Форма обучения: Очная, заочная. Рабочая программа действует без изменений.

Разработчик (и): д.т.н. Туляков Ю.М.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ИКиПД,  
протокол № 7 от 28 августа 2022 года

И.о. заведующий кафедрой



Мазниченко В.В.