



## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Цифровые системы передачи» является обучение принципам, основным методам организации, проектирования и расчета цифровых систем передачи (ЦСП) на железнодорожном транспорте.

Основной целью освоения учебной дисциплины «Цифровые системы передачи» является изучение студентами теоретических основ организации систем ЦСП, необходимых для качественного проектирования, изготовления и эксплуатации оборудования для следующих видов деятельности:

- производственно-технологической;
- организационно-управленческой;
- проектно-конструкторской;
- научно-исследовательской.

Дисциплина предназначена для получения знаний при решении следующих профессиональных задач (в соответствии с видами деятельности): производственно-технологическая:

- использования типовых методов обслуживания, ремонта и эксплуатации оборудования ЦСП, анализа причин возникновения отказов, разработки методов технического контроля работоспособности и испытания оборудования ЦСП;

организационно-управленческая деятельность:

- оценки производственных и непроизводственных затрат или ресурсов на обеспечение качественной технической эксплуатации оборудования ЦСП, плановых видов ремонта станционного и линейного оборудования, менеджмента качества, оценки производственного потенциала предприятия связи;

проектно-конструкторская деятельность:

- разработки технических требований, технических заданий и технических условий на проекты цифровых систем передачи, технологических процессов по обеспечению заданных показателей надёжности, организации и обработки результатов испытаний на надёжность с использованием средств автоматизации, информационных технологий и вычислительной техники;

научно-исследовательская деятельность:

- научных исследований в области внедрения новых телекоммуникационных технологий, систем мониторинга и администрирования, технической эксплуатации и производства современного оборудования ЦСП, аналитического и компьютерного моделирования процессов возникновения отказов и процессов технической эксплуатации, поиска и проверки новых технических решений по совершенствованию систем ЦСП, поддержания надёжности в эксплуатации, разработки планов, программ и методик проведения научных исследований в области цифровых систем передачи.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Цифровые системы передачи" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

### **2.1. Наименования предшествующих дисциплин**

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

#### **2.1.1. Информатика:**

Знания: методов описания цифровых сигналов

Умения: составлять структуры команд и вычислительных программ

Навыки: владения программированием и решения вычислительных задач

#### **2.1.2. Линии связи:**

Знания: методов организации, проектирования и расчета линий связи

Умения: математического моделирования и расчета параметров линий связи, оценивать надежность линий связи при воздействии внешних факторов

Навыки: владения методами организации, проектирования и расчета линий связи

#### **2.1.3. Математика:**

Знания: основных понятий и методов теории вероятностей, математической статистики, дискретной математики, основ математического моделирования

Умения: применять методы математического анализа и моделирования

Навыки: владения методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств

#### **2.1.4. Основы микропроцессорной техники:**

Знания: современных алгоритмов, методов и способов управления оборудованием многоканальной связи, формирования управляющих команд, преобразования цифровых и аналоговых сигналов в ЦСП

Умения: определять влияние микропроцессорных устройств на показатели качества функционирования оборудования ЦСП, технического обслуживания и безопасности движения

Навыки: владения программированием, администрированием и мониторингом микропроцессорных устройств ЦСП

#### **2.1.5. Основы теории надёжности:**

Знания: основных понятий и методов теории надежности

Умения: применять методы теории надежности для расчета характеристик узлов и систем оборудования железнодорожного транспорта

Навыки: владения методами математического описания процессов возникновения и устранения отказов в технических системах железнодорожного транспорта

#### **2.1.6. Теория безопасности движения поездов:**

Знания: основных понятий и методов оценки систем обеспечения безопасности движения поездов,

Умения: применять методы оценки систем обеспечения безопасности движения поездов в практической деятельности

Навыки: владения методами оценки систем обеспечения безопасности движения поездов

#### **2.1.7. Теория передачи сигналов:**

Знания: методов исследования и анализа характеристик аналоговых и цифровых сигналов, преобразования сигналов в каналах ЦСП

Умения: оценивать изменения параметров сигналов при передаче по каналам ЦСП

Навыки: математического описания и анализа процессов преобразования сигналов в аппаратуре ЦСП

#### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	<p>ПКС-6 Способен выполнять работы, а также управлять технологическими процессами выполнения работ по эксплуатации, техническому обслуживанию, монтажу, испытаниям, текущему ремонту и модернизации телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта на основе знаний об особенностях функционирования аппаратуры телекоммуникационных систем и сетей, её основных элементах, а также при использовании правил технической эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и производства телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта.</p>	<p>ПКС-6.3 Применяет методы инженерных расчётов параметров работы элементов и устройств телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта.</p>
2	<p>ПКС-7 Способен выполнять работы на производственном участке железнодорожной электросвязи по эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации устройств и элементов телекоммуникационных систем и сетей. Способен осуществлять анализ и контроль качества и безопасности технологических процессов эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и модернизации устройств и элементов ТСС. Способен использовать нормативно-технические документы и технические средства для диагностики технического состояния телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта; выполнять технологические операции, связанные с безопасностью и управлением движением поездов,</p>	<p>ПКС-7.8 Демонстрирует знание и готовность использовать в профессиональной деятельности основных положений построения систем дискретной связи (кодирование, дискретная модуляция, помехозащищенность), системы и методы эксплуатации устройств и систем передачи данных, методику проектирования устройств дискретной связи, владением навыками обслуживания и проектирования систем передачи данных на железнодорожном транспорте.</p>

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

##### 4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

8 зачетных единиц (288 ак. ч.).

##### 4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов			
	Всего по учебному плану	Семестр 8	Семестр 9	Семестр 10
Контактная работа	124	48,15	32,15	44,15
Аудиторные занятия (всего):	124	48	32	44
В том числе:				
лекции (Л)	78	32	16	30
практические (ПЗ) и семинарские (С)	14	0	0	14
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	32	16	16	0
Самостоятельная работа (всего)	92	24	40	28
Экзамен (при наличии)	72	0	36	36
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	288	72	108	108
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	8.0	2.0	3.0	3.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	КП (1), ПК1, ПК2	ПК1, ПК2	ПК1, ПК2	КП (1), ПК1, ПК2
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЗЧ, ЭК	ЗЧ	ЭК	ЭК

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8	Раздел 1 Основные принципы построения цифровых систем передачи технологии синхронной цифровой иерархии СЦИ	23	16			12	51	ЗЧ, ПК1, ПК2
2	8	Тема 1.1 Введение. Технология СЦИ, ее создание и развитие.	2					2	
3	8	Тема 1.2 Структура фрейма потоков STM-N. Схема объединения трибутарных потоков.	2					2	
4	8	Тема 1.3 Секционные, маршрутные заголовки, маршрутные указатели. Защита цифровых потоков.	2					2	
5	8	Тема 1.4 Тактовая сетевая синхронизация. Сетевые элементы и их структура.	3					3	ПК1
6	8	Тема 2.1 Топология сетей. Расчет качества передачи.	2					2	
7	8	Тема 2.2 Мониторинг и администрирование.	3					3	
8	8	Тема 2.3 Сети управления TMN. Сети синхронизации.	2					2	ПК2
9	8	Тема 2.4 Технология волнового мультиплексирования WDM.	2					2	
10	9	Экзамен	16	16			40	108	ПК1, ПК2, ЭК
11	10	Раздел 2 Основы проектирования систем и сетей связи	39		14		40	129	КП, ПК1, ПК2, ЭК

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу- точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		технологии СЦИ							
12		Всего:	78	32	14		92	288	



#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 32 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	8		Основные принципы построения цифровых систем передачи технологии синхронной цифровой иерархии СЦИ	16
2	9		Экзамен	16
ВСЕГО:				32 / 0

Практические занятия предусмотрены в объеме 14 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	10		Основы проектирования систем и сетей связи технологии СЦИ	14
ВСЕГО:				32 / 0

#### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Целью курсового проекта на тему «Первичная цифровая сеть связи заданного участка железной дороги» является систематизация и расширение теоретических знаний студентов, овладение основными методами расчета магистральных цифровых сетей связи железнодорожного транспорта, в том числе с технологией волнового мультиплексирования, закрепление навыков использования современных методик и вычислительной техники.

Краткое содержание курсового проекта:

Введение

1. Обзор и анализ исходных данных. Разработка технических требований к проектируемой сети
2. Обоснование и выбор сетевого оборудования. Построение схемы связи
3. Расчет энергетических характеристик и построение диаграммы уровней сигналов в цифровом тракте
4. Расчет и построение глаз-диаграммы оптических сигналов на входе фотоприемника
5. Расчет влияния нелинейных искажений в оптическом волокне на энергетические характеристики сигналов
6. Расчет характеристик качества передачи данных в цифровом тракте
7. Разработка сети тактовой синхронизации
8. Разработка сети управления TMN

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы по учебной дисциплине «Цифровые системы передачи», реализуют компетентностный подход и предусматривают использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (использование компьютерных программ, разбор конкретных ситуаций, тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. Процент аудиторных занятий, а также занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов в целом в учебном процессе определяются требованиями ФГОС ВО с учетом специфики ОП.

Преподавание дисциплины «Цифровые системы передачи» осуществляется в форме лекций и курсового проектирования.

Лекции проводятся в традиционной классно-урочной организационной форме, по типу управления познавательной деятельностью и на 50 % являются традиционными классически-лекционными (объяснительно-иллюстративные), и на 50 % с использованием интерактивных (диалоговых) технологий, включая использование электронных досок, проекторов, компьютерных классов.

Самостоятельная работа студента организована с использованием традиционных видов работы и интерактивных технологий. К традиционным видам работы (14 часов) относятся отработка лекционного материала и отработка отдельных тем по учебным пособиям. К интерактивным (диалоговым) технологиям (13 часов) относятся отработка отдельных тем по электронным пособиям, подготовка к промежуточным контролям в интерактивном режиме, интерактивные консультации в режиме реального времени по специальным разделам и технологиям, основанным на коллективных способах самостоятельной работы студентов.

Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на модульно-рейтинговой технологии. Весь курс разбит на 2 раздела, представляющих собой логически завершённый объём учебной информации. Фонды оценочных средств освоенных компетенций включают как вопросы теоретического характера для оценки знаний, так и задания практического содержания (решение ситуационных задач, анализ конкретных ситуаций, работа с данными) для оценки умений и навыков. Теоретические знания проверяются путём применения таких организационных форм, как индивидуальные и групповые опросы, решение тестов с использованием компьютеров или на бумажных носителях.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	8	РАЗДЕЛ 1 Основные принципы построения цифровых систем передачи технологии синхронной цифровой иерархии СЦИ	Углубленная проработка материалов по теме «Технология и оборудование цифровых систем и сетей СЦИ»	5
2	8	РАЗДЕЛ 1 Основные принципы построения цифровых систем передачи технологии синхронной цифровой иерархии СЦИ	Углубленная проработка материалов по теме «Технология и оборудование цифровых систем и сетей СЦИ»	5
3	8	РАЗДЕЛ 2 Основы проектирования систем и сетей связи технологии СЦИ	Углубленная проработка материалов по теме «Расчет качества передачи в цифровых трактах сетей СЦИ»	12
4	8	РАЗДЕЛ 2 Основы проектирования систем и сетей связи технологии СЦИ	Углубленная проработка материалов по теме «Расчет качества передачи в цифровых трактах сетей СЦИ»	12
5	8		Основные принципы построения цифровых систем передачи технологии синхронной цифровой иерархии СЦИ [1]; [2]; [3]; [4]; [5]; [6]; [7]; [8]; [9]; [10]; [11]	7
6	10		Основы проектирования систем и сетей связи технологии СЦИ [1]; [2]; [3]; [4]; [5]; [6]; [7]; [8]; [9]; [10]; [11]	28
7	9		Экзамен	40
ВСЕГО:				109

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Многоканальная связь на железнодорожном транспорте. Учебник для вузов железнодорожного транспорта	Шмытинский В.В, Глушко В.П., Казанский Н.А.	М.: ГОУ УМК, 2008-704 с., 2008	Раздел 1, Раздел 2
2	Цифровые системы передачи	Гордиенко В.Н. и др.	М.: Горячая линия-Телеком, 2012-376 с., 2012	Раздел 1, Раздел 2
3	Современные телекоммуникационные технологии. Моделирование. /Под ред. Г.В.Горелова	Горелов Г.В., Ромашкова О.Н., Петров А.А., Толмачев П.Н., Толстошеин А.В., Юрченко Д.Ю.	2009. М.МИИТ., 2009	Раздел 1, Раздел 2

### 7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
4	Расчет характеристик качества передачи в цифровых сетях связи	Казанский Н.А., Волкова Е.С.	Москва, МИИТ, 2012, 2012	Раздел 1, Раздел 2
5	Изучение функционирования плезиохронного мультиплексора ТЛС-31	Казанский Н.А., Ереминский Д.Е.	Москва, МИИТ, 2004, 2004	Раздел 1, Раздел 2
6	Проведение эксплуатационных измерений в мультиплексоре ТЛС-31 с использованием цифрового тестера Е-100	Казанский Н.А., Городничев С.В.	Москва, МИИТ, 2004, 2004	Раздел 1, Раздел 2
7	Изучение аппаратуры синхронной цифровой иерархии СММ-155	Подворный П.В.	Москва, МИИТ, 2008, 2008	Раздел 1, Раздел 2
8	Учебно-лабораторный комплекс для изучения функционирования конвертера ССПС-128 (аппаратура ОБЬ-128 Ц)	Ромашкова О.Н., Горошина Т.Г.	Москва, МИИТ, 2003, 2003	Раздел 1, Раздел 2
9	Методические указания для дипломного и курсового проектирования по дисциплине «Многоканальная связь на ж.д. транспорте», Часть 1	Горелов Г.В. и др.	Москва, МИИТ, 2003, 2003	Раздел 1, Раздел 2
10	Методические указания для дипломного и курсового проектирования по дисциплине «Многоканальная связь на ж.д. транспорте», Часть 2	Горелов Г.В. и др.	Москва, МИИТ, 2003, 2003	Раздел 1, Раздел 2
11	Методические указания для	Горелов Г.В. и др.	Москва,	Раздел 1, Раздел

дипломного и курсового проектирования по дисциплине «Многоканальная связь на ж.д. транспорте», Часть 3		МИИТ, 2003, 2003	2
--	--	------------------	---

### **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1. <http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.
2. <http://rzd.ru/> - сайт ОАО «РЖД».
3. <http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.
4. Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.
5. <http://kunegin.narod.ru/ref/lec/613.htm> (учебное пособие) - сайт "Информационные технологии"
6. <http://www.aboutphone.info/kunegin/coax/page1.html> (статья) - сайт "www.aboutphone.info"
7. <http://rgotups.ru/ru/kursi/imu/uml/31-8-11.pdf> (учебное пособие) - сайт "Российская открытая академия транспорта"

### **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

1. Пакет программ САПР «Расчет энергетических параметров цифровых каналов и трактов сетей многоканальной связи» кафедры Радиотехники и электросвязи МИИТа.
2. Пакет программ САПР «Расчет глаз-диаграммы и коэффициента битовых ошибок» кафедры Радиотехники и электросвязи МИИТа.
3. Пакет программ математического моделирования Matlab 7.0 для выполнения лабораторных работ.
4. [www.the-art-of-ecsc.com](http://www.the-art-of-ecsc.com) – компьютерные программы, реализующие основные алгоритмы кодирования и декодирования. Р. Морелос-Сарагоса. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение.

### **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Учебная лаборатория Цифровые системы передачи оборудована комплектом цифровых мультиплексоров Т-130, комплектом оптических модемов для потоков Е1, комплектом станций оперативно-технологической связи ОБЬ-128ц, комплектом станций оперативно-технологической связи ДХ-500 ЖТ, комплектом мультиплексоров СММ-155, комплектом мультиплексоров SMS-155С, комплектом мультиплексоров ТЛС-31, локальной вычислительной сетью, объединяющей 12 рабочих ПЭВМ и одну управляющую ПЭВМ, мультимедийную электронную доску, проектор.

### **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Основными видами обучения являются лекции, лабораторные занятия в дисплейном классе и самостоятельная работа студентов.

При чтении лекций особое внимание следует уделить выработке у обучающихся понимания того, что в современном информационном обществе все сколь-нибудь значимые решения должны приниматься на основе многовариантного выбора, причем, по возможности, с использованием широкого спектра формализованных методов.

Компьютерные технологии создают для этого наилучшие возможности. Необходимо широко использовать мультимедийную технику, демонстрировать не только статичные иллюстрационные материалы, но и вести непосредственно компьютерное моделирование, обсуждая с аудиторией его ход и результаты.

Практические занятия ориентируются на использование умения обучающихся работать под контролем преподавателя.

Самостоятельная работа ориентирована на домашнюю или аудиторную работу как с компьютером, так и без него. Обучающиеся должны систематически работать с литературой и конспектом лекций, с материалами Интернет. Оценка самостоятельной работы должна входить в оценку контрольных точек практикума с учётом контроля остаточных знаний по тестовым вопросам.