

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

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «**Оптические цифровые телекоммуникационные системы**»
для основной профессиональной образовательной программы по направлению
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
направленность (профиль) – Технологии и системы оптической связи
квалификация – бакалавр
форма обучения – очная
год начала подготовки (по учебному плану) – 2021

Екатеринбург 2021

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
« _____ » _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «**Оптические цифровые телекоммуникационные системы**»
для основной профессиональной образовательной программы по направлению
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
направленность (профиль) – Технологии и системы оптической связи
квалификация – бакалавр
форма обучения – очная
год начала подготовки (по учебному плану) – 2021

Екатеринбург 2021

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана. Шифр дисциплины в учебном плане – *Б1.В.14*.

<i>ПК-12 Способен разрабатывать варианты концепций оптических систем связи и осуществлять авторский надзор за соблюдением проектных решений</i>	
Предшествующие дисциплины и практики	-
Дисциплины и практики, изучаемые одновременно с данной дисциплиной	<i>Оптические направляющие среды и пассивные компоненты ВОЛС</i>
Последующие дисциплины и практики	<i>Нормативно-правовая база профессиональной деятельности Сети и системы оптического доступа</i>

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать освоение следующих компетенций по дескрипторам «знания, умения, владения», соответствующие тематическим разделам дисциплины, и применимые в их последующем обучении и профессиональной деятельности:

ПК-12 Способен разрабатывать варианты концепций оптических систем связи и осуществлять авторский надзор за соблюдением проектных решений:

Знать:

- основные технологии оптических сетей;
- принципы модуляции и линейного кодирования в оптических системах;
- параметры технологий оптических сетей;
- принцип управления оптическими системами;
- организацию оптических цифровых сетей.

Уметь:

- характеризовать физические процессы, происходящие при формировании, обработке, передаче, приеме сигналов в различных оптических системах;
- анализировать способы и системы передачи информации по оптическим сетям;
- эксплуатировать оборудования оптических цифровых систем;
- конфигурировать оптические цифровые сети в зависимости от вида используемого оборудования.

Владеть:

- навыками расчета основных параметров оптической цифровой сети;
- навыками применения теоретических знаний на практике при проектировании оптических цифровых систем и эксплуатации оборудования оптических сетей.
- навыками настройки параметров оптических цифровых сетей и систем.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Очная форма обучения

Общая трудоемкость дисциплины, изучаемой в 3 курсе, составляет 6 зачетных единицы.
По дисциплине предусмотрен *курсовой проект, зачет и экзамен.*

Виды учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Курс 3	
		5 сем.	6 сем.
Аудиторная работа (всего)	84/2,44	44	44
<i>В том числе в интерактивной форме</i>	<i>32/0,88</i>	<i>16</i>	<i>16</i>
Лекции (ЛК)	36/1,00	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36/1,00	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16/0,44	8	8
Самостоятельная работа студентов (всего)	85/2,36	55	30
Проработка лекций	8/0,22	6	2
Подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	24/0,66	20	4
Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов	24/0,66	20	4
Подготовка к зачету	7/0,19	7	-
Выполнение курсового проекта	15/0,41	-	15
Подготовка к зачету, экзамену	7/0,19	2	5
Контроль	43/1,19	9	34
Общая трудоемкость дисциплины, часов	216/6	108	108

Одна зачетная единица (ЗЕ) эквивалентна 36 часам.

** Оставить нужное

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

4.1 Содержание лекционных занятий

№ раздела дисциплины	Наименование лекционных тем (разделов) дисциплины и их содержание	Объем в часах		
		О	З	Зд
1	Основы ЦСП Теорема Котельникова. Импульсно-кодовая модуляция. Кодеки с линейной и нелинейной амплитудной характеристикой. Приемопередающие станции ЦСП с ИКМ (первичное временное группообразование). Формирование линейного сигнала ЦСП с ИКМ. Построение ЦСП с ИКМ. Оконечное оборудование ЦСП. Линейный тракт ЦСП. Цифровые системы передачи ИКМ.	4		
2	Основы построения волоконно-оптических систем передачи (ВОСП). Классификация ВОСП. Принцип построения СП с ВРК (TDM), ЧРК (FDM), КРК (CDM). Обобщенная структура ВОСП. Основы теории света. Направляющие среды телекоммуникационных оптических систем. Классификация оптических волокон и их характеристики.	4		
3	Источники оптического излучения ВОСП. Характеристики полупроводниковых материалов для изготовления источников оптического излучения. Светоизлучающие диоды (СИД). Конструкции, принцип действия. Полупроводниковые лазерные диоды (ЛД). Конструкции, принцип действия. Основные электрические и оптические характеристики источников излучения. Фемтосекундные лазеры.	4		
4	Приемники оптического излучения ВОСП. Принцип действия фотодиодов (ФД). Основные характеристики ФД. ЛФД и PIN фотодиод.	4		
5	Передающие и приемные оптические модули. Передающие оптические модули (ПОМ). Назначение, структурная схема. Принцип прямой (непосредственной) модуляции оптического излучения. Внешняя модуляция излучения. Оптическая модуляция сигнала в ВОСП. Приемные оптические модули (ПрОМ). Назначение, структурная схема. Прямое детектирование и детектирование с преобразованием.	4		
6	Линейные тракты цифровых ВОСП. Способы построения линейных трактов волоконно-оптических систем передачи. Ретрансляторы (регенераторы) ВОСП. Оптические усилители. Нелинейные явления в оптоволокне. Дисперсия в оптоволокне. Компенсаторы дисперсии. Алгоритмы формирования и характеристики кодов в линейных трактах ОСП. Средства, методы модуляции и кодирования в оптических системах. Виды модуляций и кодирования. Линейные коды оптических сетей. Требования предъявляемые к линейным кодам. Коды классов Vi-0, RZ-AMI, NRZ-M, NRZ-L, 1B2B; mBnB; mB1P1R, NRZ скремблированный код. Алгоритмы формирования многопозиционных видов модуляции оптической несущей. Проектирование линейных одноволновых и многоволновых трактов ВОСП.	11		
7	Волоконно-оптические системы передачи плездохронной цифровой иерархии. ВОСП Европейской плездохронной цифровой иерархии отечественных производителей: ЦНИИС, МОРИОН, РОТЕК и	1,5		

	других. Недостатки ВОСП плездохронной цифровой иерархии. Особенности построения ВОСП синхронной цифровой иерархии.			
8	Синхронизация в оптических телекоммуникационных сетях Тактовая, цикловая и сверхцикловая синхронизация в ОСП. Оценка параметров системы синхронизации. Нормирование ошибок и фазовых дрожаний в трактах ОСП.	2	-	-
9	Управление оптическими телекоммуникационными сетями Сети TMN. Протоколы управления сетями (SNMP, CLI, Telnet и др.) Интерфейсы управления F, X, Q. Элемент менеджер. Сетевой менеджер. Понятие агент, менеджер. Схемы реализации управления оптическими сетями.	0,5	-	
10	Интерфейсы оптических систем телекоммуникаций Определения. Интерфейсы систем PDH, SDH, ATM, WDM, PON. Интерфейс G.703, G.704, G.706, G.732, G.823, G.692, и G.957. Оптический интерфейс V-x.x, S-x.x, L-x.x, I-x.x, U-x.x	0,5	-	-
11	Основные рекомендации МСЭ-Т в области цифровой и оптической связи Рекомендации систем PDH. Рекомендации систем SDH. Рекомендации систем ATM. WDM PON FDDI. Рекомендации ITU-T. Рекомендация G.703, G.704, G.706, G.732, G.823. Рекомендация H.323.	0,5	-	-
ВСЕГО		36	-	-

4.2 Содержание практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Объем в часах		
			О	З	Зд
5-й семестр					
1	1	Цифровые методы модуляции сигналов	2	-	-
2	3	Расчет параметров лазерного источника излучения	2	-	-
3	4	Расчет параметров фотоприемника	2	-	-
4	5	Расчет параметров приемного оптического модуля	2	-	-
Итого			8	-	-
6-й семестр					
5	6	Линейные коды ВОСП	2	-	-
6	7	Расчет линейного тракта ВОСП	4	-	-
7	8	Разработка сети тактовой синхронизации	2	-	-
Итого			8	-	-
ВСЕГО			16	-	-

4.3 Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем в часах		
			О	З	Зд
5-й семестр					
1	1	Исследование принципов построения МТС с ВРК	4	-	-
2	1	Исследование кодеков с нелинейной шкалой квантования	4	-	-
3	3	Исследование основных характеристик источников излучения	4	-	-
4	4	Исследование основных характеристик ЛФД и PIN фотодиода	2	-	-
5	5	Исследование оптических модуляторов	4	-	-
Итого			18	-	-

		6-й семестр		-	-
6	6	Линейные коды ЦСП		4	-
7	6	Алгоритмы формирования многопозиционных видов модуляции оптической несущей		6	-
8	6	Исследование работы регенератора ЦСП		4	-
9	8	Исследование приемников цикловой синхронизации		4	-
				Итого	18
				ВСЕГО	36

4.4 Курсовой проект

Тема курсового проекта: «Оптическая цифровая линия передачи технологии PDH».

5. ПЕРЕЧЕНЬ ИННОВАЦИОННЫХ ФОРМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ¹

Преподавание дисциплины базируется на результатах научных исследований, проводимых УрТИСИ СибГУТИ, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

№ п/п	Тема	Объем в часах*		Вид учебных занятий	Используемые инновационные формы занятий
		О	З		
1	Основы ЦСП	4	-	лекция	Интерактивная лекция
2	Основы построения волоконно-оптических систем передачи (ВОСП)	4	-	лекция	Интерактивная лекция
3	Исследование основных характеристик источников излучения	4	-	лабораторная работа	Интерактивная лекция
4	Исследование оптических модуляторов	4	-	лабораторная работа	Лабораторная работа «мозговой штурм»
5	Линейные тракты цифровых ВОСП.	4,5	-	лекция	Интерактивная лекция
6	Синхронизация в оптических телекоммуникационных сетях	1,5	-	лекция	Интерактивная лекция
7	Волоконно-оптические системы передачи плезиохронной цифровой иерархии.	2	-	лекция	Интерактивная лекция
8	Линейные коды ЦСП	4	-	лабораторная работа	Лабораторная работа «мозговой штурм»
9	Алгоритмы формирования многопозиционных видов модуляции оптической несущей	4	-	лабораторная работа	Лабораторная работа «мозговой штурм»
ВСЕГО		32	-		

* Не меньше интерактивных часов

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Список основной литературы

¹ Учеть развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей).

1. Цуканов В.Н. Волоконно-оптическая техника [Электронный ресурс]: практическое руководство/ Цуканов В.Н., Яковлев М.Я.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2015.— 304 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23310>.

2. Скляр О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи: учебное пособие [для вузов] / О. К. Скляр. - Изд. 2-е, стереотип.- СПб. : Лань, 2010

6.2 Список дополнительной литературы

1. Татаркина О. А. Технология грубого мультиплексирования с разделением по длине волн CWDM: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов 210400 "Телекоммуникации" / О. А. Татаркина. - Екатеринбург: Изд-во УрТИСИ ГОУ ВПО "СибГУТИ", 2009

2. Татаркина О. А. Волоконно-оптические системы передачи: конспект лекций предназначен для студентов заочной формы обучения, на базе С(П)ОО специальности 210404.65 "Многоканальные телекоммуникационные системы" направления 210400.65 "Телекоммуникации". / О. А. Татаркина. - Екатеринбург: Изд-во УрТИСИ ГОУ ВПО "СибГУТИ", 2008

3. Фокин, В. Г. Оптические системы передачи и транспортные сети: учеб. пособие для вузов / - М. : ЭКО-ТРЕНДЗ, 2008

6.3 Информационное обеспечение (в т.ч. интернет- ресурсы).

1. Полнотекстовая база данных учебных и методических пособий СибГУТИ. http://elib.sibsutis.ru/cgi-bin/irbis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe?Z21ID=GUEST&C21COM=F&I21DBN=AUTHOR&P21DBN=IRBIS&Z21FLAGID=1. Доступ по логину-паролю.

2. Научная электронная библиотека (НЭБ) elibrary <http://www.elibrary.ru> ООО «Научная Электронная библиотека» г. Москва. Лицензионное соглашение №6527 от 27.09.2010 свободный доступ (необходимо пройти регистрацию).

3. Электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>. Свободный доступ.

4 Сектор стандартизации электросвязи (МСЭ-Т), <http://www.itu.int/rec/T-REC-G>. Свободный доступ.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ТРЕБУЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Наименование аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Лекционная аудитория №101 УК№3	Лекционные занятия	Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) используется лекционная аудитория №101 УК№3 для проведения лекционных занятий на 25 посадочных мест, оснащённая проекционным оборудованием и персональным компьютером, работающим под управлением операционной системы Windows 7, офисной мебелью, доской магнитно-маркерной
Лаборатория №203, №312 УК№3	Лабораторная работа	Для проведения лабораторных работ используется лаборатория №203 и №312 оснащённая 9 и 14 рабочими местами, персональными компьютерами, работающим под управлением операционной системы Windows XP и Windows 7, лабораторным оборудованием, офисной мебелью, доской магнитно-маркерной.
Аудитория №203 УК№3	Практические занятия	Для проведения практических занятий используется аудитория №203 оснащённая 20 посадочными местами, доской магнитно-маркерной.
По лаборатория для самостоятельной работы студентов №310 УК№3	Самостоятельная работа	Для самостоятельной работы студентов используется лаборатория для самостоятельной работы студентов №310 УК№3, оснащённая офисной мебелью, рабочими местами с персональными компьютерами, работающими под управлением операционной системы Windows 7, 10 – рабочими местами, 14 – посадочными местами, принтером Samsung ML-2241; аудитория используется для проведения самостоятельной работы студентов кафедры многоканальной электрической связи. Имеется предоставление удалённого доступа к единой научной образовательной электронной среде.

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ²

8.1 Подготовка к лекционным, практическим и лабораторным занятиям

8.1.1 Подготовка к лекциям

На лекциях необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание научных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Конспектирование лекций – сложный вид аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Целесообразно сначала понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно оставлять поля, на которых при

² Целью методических указаний является обеспечение обучающимся оптимальной организации процесса изучения дисциплины.

самостоятельной работе с конспектом можно сделать дополнительные записи и отметить непонятные вопросы.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты в соответствии с вопросами плана лекции, предложенными преподавателем. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале.

Во время лекции можно задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью освоения теоретических положений, разрешения спорных вопросов.

8.1.2 Подготовка к лабораторным работам

Подготовку к лабораторной работе необходимо начать с ознакомления плана и подбора рекомендуемой литературы.

Целью лабораторных работ является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В рамках этих занятий студенты осваивают конкретные методы изучения дисциплины, обучаются экспериментальным способам анализа, умению работать с приборами и современным оборудованием. Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения.

8.1.3 Подготовка к практическим занятиям

Подготовку к практическим занятиям следует начинать с ознакомления плана практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучении основной и дополнительной литературы. Новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

8.2 Самостоятельная работа студентов

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени самостоятельной работы.

Подготовка к лекционным занятиям включает выполнение всех видов заданий, рекомендованных к каждой лекции, т. е. задания выполняются еще до лекционного занятия по соответствующей теме. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к получению новых знаний и овладению навыками.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время состоит из:

- повторение лекционного материала;
- подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам;
- изучения учебно-методической и научной литературы;
- изучения нормативно-правовых актов;
- решения задач, выданных на практических занятиях;
- подготовки к контрольным работам, тестированию и т. д.;
- подготовки рефератов по заданию преподавателя;
- выполнения курсовых работ (курсовых проектов), предусмотренных учебным планом;
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах дисциплины задач, тестов, написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы.

Наиболее важным моментом самостоятельной работы является выполнение **курсового проекта «Оптическая цифровая линия передачи технологии PDH»**. Теоретическая часть курсового проекта выполняется по установленным темам с использованием практических материалов, полученных при прохождении практики.

К каждой теме курсового проекта рекомендуется примерный перечень вопросов и список литературы. Необходимо изучить литературу, рекомендуемую для выполнения курсового проекта. Чтобы полнее раскрыть тему, студенту следует выявить дополнительные источники и материалы.

8.3 Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендуемую литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Освоение дисциплины предусматривает посещение лекционных занятий, выполнение и защиту лабораторных, практических работ, самостоятельной работы.

Текущий контроль достижения результатов обучения по дисциплине включает следующие процедуры:

- контрольные работы для полусеместровой аттестации;
- решение индивидуальных задач на практических занятиях;
- контроль самостоятельной работы, осуществляемый на каждом лабораторном, практическом занятии;
- защита лабораторных работ;
- защита курсового проекта.

Промежуточный контроль достижения результатов обучения по дисциплине проводится в следующих формах:

- зачет;
- экзамен;

Для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации используются оценочные средства, описание которых представлено в Приложении 1 и на сайте (<http://www.aup.uisi.ru>).