

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 «Гибкие оптические сети»

для основной профессиональной образовательной программы по направлению

11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

направленность (профиль) – Сети, системы и устройства телекоммуникаций  
квалификация – магистр

форма обучения – очная, заочная

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 «**Гибкие оптические сети**»  
для основной профессиональной образовательной программы по направлению  
11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»  
направленность (профиль) – Сети, системы и устройства телекоммуникаций  
квалификация – магистр  
форма обучения – очная, заочная  
год начала подготовки (по учебному плану) – 2021

Екатеринбург 2021





## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана. Шифр дисциплины в учебном плане – Б1.В.ДВ.02.01.

<i>ПК-1 – Способен использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТuCC, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем</i>	
Предшествующие дисциплины и практики	
Дисциплины и практики, изучаемые одновременно с данной дисциплиной	Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем,
Последующие дисциплины и практики	Мультисервисные сети, Обеспечение информационной безопасности в телекоммуникациях
<i>ПК-2 – Способен самостоятельно собирать и анализировать исходные данные с целью формированию плана развития, выработке и внедрению научно обоснованных решений по оптимизации сети связи</i>	
Предшествующие дисциплины и практики	
Дисциплины и практики, изучаемые одновременно с данной дисциплиной	Широкополосные беспроводные сети,
Последующие дисциплины и практики	Инвестиционный менеджмент в сфере инфокоммуникаций, Преддипломная практика

## 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-1 – Способен использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТuCC, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем*

### **Знать**

- современные достижения науки и передовые технологии в области оптических сетей (ОС)
- методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ОС
- ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных оптических систем

### **Уметь**

- осуществлять расчеты в ходе экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ОС

– осуществлять построение моделей перспективных оптических систем

### **Владеть**

- навыками разработки и анализа вариантов создания устройств и систем на основе синтеза накопленного опыта, изучения литературы и собственной интуиции
- навыками поиска компромиссных решений в условиях многокритериальности

*ПК-2 – Способен самостоятельно собирать и анализировать исходные данные с целью формированию плана развития, выработке и внедрению научно обоснованных решений по оптимизации сети связи*

### **Знать**

- методы эффективного сбора и анализа исходных данных для выработки и внедрения научно обоснованных решений
- критерии оценки технических характеристик телекоммуникационных устройств

### **Уметь**

- проводить исследования характеристик телекоммуникационного оборудования ОС
- проводить исследования оценки качества работы ОС

### **Владеть**

- навыками проведения экспериментальных работ по проверке достижимости технических характеристик, телекоммуникационных устройств
- навыками самостоятельно собирать и анализировать исходные данные с целью формированию плана развития, выработке и внедрению научно обоснованных решений по оптимизации сети связи

## **3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **3.1 Очная форма обучения**

Общая трудоемкость дисциплины, изучаемой в 1,2 семестре, составляет 7 зачетные единицы. По дисциплине предусмотрены зачет, курсовая работа и экзамен.

Виды учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Семестр	Семестр
		1	2
<b>Аудиторная работа (всего)</b>	<b>102/2,8</b>	34	68
В том числе в интерактивной форме	8	4	4
Лекции (ЛК)	50	16	34
Лабораторные работы (ЛР)	52	18	34
Практические занятия (ПЗ)		–	–
<b>Самостоятельная работа студентов (всего)</b>	<b>105/2,9</b>	29	76
Проработка лекций			

Подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов			
Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов	35	15	20
Выполнение курсовой работы			36
Выполнение реферата, РГР**			
Подготовка и сдача зачета, экзамена		14	20
<b>Контроль</b>	<b>45/1,3</b>	9	36
<b>Общая трудоемкость дисциплины, часов</b>	<b>252/7</b>	72	180

Одна зачетная единица (ЗЕ) эквивалентна 36 часам.

### 3.2 Заочная форма обучения

Общая трудоемкость дисциплины, изучаемой на 1 и 2 курсах, составляет 7 зачетные единицы. По дисциплине предусмотрены зачет, расчетно-графическая работа, курсовая работа и экзамен.

Виды учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Курс	
		1	2
<b>Аудиторная работа (всего)</b>	<b>30</b>	4	26
В том числе в интерактивной форме	2	2	
Лекции (ЛК)	14	4	10
Лабораторные работы (ЛР)	16		16
Практические занятия (ПЗ)			
<b>Самостоятельная работа студентов (всего)</b>	<b>209</b>	<b>32</b>	<b>177</b>
Проработка лекций		10	30
Подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов			
Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов		6	30
Выполнение курсовой работы			
Выполнение РГР		10	97
Подготовка и сдача зачета, экзамена		6	20
<b>Контроль</b>	<b>13</b>		<b>13</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины, часов</b>	<b>252</b>	<b>36</b>	<b>216</b>

Одна зачетная единица (ЗЕ) эквивалентна 36 часам.

## 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
1.	Структура современных гибридных оптических сетей. Классификация гибридных оптических сетей. Элементы гибридных оптических сетей.	2	2
2.	Источники оптического излучения 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	8	2
3.	Модуляция излучения источников электромагнитных волн оптического диапазона Принцип прямой (непосредственной) модуляции оптического излучения. Внешняя модуляция излучения. Передающие оптические модули (ПОМ).	8	2
4.	Приемники оптического излучения гибридных оптических сетей Принцип действия фотодиодов (ФД). Основные характеристики ФД. Приемные оптические модули (ПРОМ). Шумы фотоприемных устройств.	4	2
5.	Линейные тракты цифровых гибридных оптических сетей Способы построения линейных трактов гибридных оптических сетей. Линейные коды гибридных оптических сетей. Проектирование линейных одноволновых и многоволновых трактов гибридных оптических сетей. Нелинейные явления: оптическая кроссмодуляция, четырехволновое смешение, фазовая самомодуляция, поляризационная модовая дисперсия. Оптические волокна и оптические кабели связи. Рамановские оптические усилители. Волоконно-оптические усилители легированные редкоземельными металлами.	8	2
6.	Технологии оптических сетей Особенности построения ВОСП синхронной цифровой иерархии. Концепции сетей SDH нового поколения NGN SDH. Реализация передачи пакетного трафика в системах NG SDH – GFP, VCAT, LCAS. Дополняющие NG SDH концепции RPR, TSI, OBS. Принципы контроля сетей NG SDH. Возможные направления развития для систем SDH третьего поколения. Компоненты xWDM-систем. Планирование и тестирование систем xWDM. Оптические мультиплексоры ввода-вывода – предшественники ROADM. Оптические интерфейсы для CWDM-применений. Пассивные оптические сети доступа PON.	16	2
7.	Перспективные направления развития оптических сетей. Современные тенденции развития технологий оптических сетей.	4	2
<b>ВСЕГО</b>		<b>50</b>	<b>14</b>



#### 4.2 Содержание лабораторных работ

№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем в часах	
		О	З
1.	Исследование кодов Bi-0, RZ-AMI, NRZ-M, NRZ-L на базе аппаратно программного комплекса NI ELVIS Emona - FOTEx	4	4
2.	Четырех канальная технология волнового спектрального уплотнения WDM на базе аппаратно программного комплекса NI ELVIS Emona - FOTEx	4	
3.	Оптические усилители	4	4
4.	Исследование оптических фильтров на базе аппаратно программного комплекса NI ELVIS Emona - FOTEx	4	
5.	Построение оптических сетей	8	
6.	Технология плотного спектрального уплотнения DWDM	4	4
7.	Технология OTDM	4	
8.	Исследование поляризационной модовой дисперсии PMD	4	4
9.	Исследование параметров xWDM систем при четырехволновом смещении	6	
10.	Перспективные методы модуляции ВОСП	6	
11.	Технология гибридных PON	4	
<b>ВСЕГО</b>		<b>52</b>	<b>16</b>

#### 5. ПЕРЕЧЕНЬ ИННОВАЦИОННЫХ ФОРМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

*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		
	Структура современных гибридных оптических сетей	2	2	лек	групповая дискуссия
	Источники оптического излучения	2		лек	групповая дискуссия
	Оптические усилители	2		лаб	кейс-метод;
	Исследование параметров xWDM систем при четырехволновом смещении	2		лаб	кейс-метод;
<b>ВСЕГО</b>		<b>8</b>	<b>2</b>		

\* Не меньше интерактивных часов

#### 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 6.1 Список основной литературы

1. Ефанов В.И. Электрические и волоконно-оптические линии связи. - Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012 г. - 149 с. - Электронное издание. – УМО. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14032.html>

2. Гордиенко В. Н., Крухмалев В. В., Моченов А. Д., Шарафутдинов Р. М. Оптические телекоммуникационные системы. Учебник для вузов. – М.: Горячая линия–Телеком, 2011 г. , 368 с.

##### 6.2 Список дополнительной литературы

1. Скляр О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. – М.: СОЛОН-Пресс, 2009. – 272 с.: ил. – (Серия «Библиотека инженера»). Электронное издание. - УМО. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8660.html>
2. Umer Ashraf, Rakesh Jha. Hybrid Optical Networks: A step towards Next Generation Optical Networks LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015.
3. Шандаров В.М. Волоконно-оптические устройства технологического назначения. - Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012 г. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13928.html>

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

1. Полнотекстовая база данных учебных и методических пособий СибГУТИ. [http://ellib.sibsutis.ru/cgi-bin/irbis64r\\_12/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=ELLIB&P21DBN=ELLIB&S21FMT=&S21ALL=&Z21ID=&S21CNR=](http://ellib.sibsutis.ru/cgi-bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=ELLIB&P21DBN=ELLIB&S21FMT=&S21ALL=&Z21ID=&S21CNR=) СибГУТИ г. Новосибирск. 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	Лекционные занятия	1. Доска магнито-маркерная 2. Мультимедийный проектор Sanyo PLC-WXU 30 3. Экран Luma HDTV 269/106" 132*234 MW
Лаборатория	Самостоятельная работа	- Компьютеры персональные Intel Core 2 Duo (12 шт.), работающие под управлением операционной системы семейства Microsoft Windows, включенными в единую локальную сеть с выходом в Интернет;
Лаборатория	Лабораторные работы	- программное обеспечение OpenOffice; - Оборудование лабораторное компании National Instrument EMONA FOTEx (2 шт.) - Оборудование лабораторное компании National Instrument EMONA DATEx (3 шт.) - Платформа учебная NI ELVIS II (5 шт.) - Доска магнито-маркерная

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ<sup>1</sup>

### 8.1 Подготовка к лекционным и лабораторным занятиям

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 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.

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

<sup>1</sup> Целью методических указаний является обеспечение обучающимся оптимальной организации процесса изучения дисциплины.

изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения.

## **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.

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.;
- 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 курсовой работы (курсового проекта). Теоретическая часть курсовой работы выполняется по установленным темам с использованием практических материалов, полученных при прохождении практики.

При написании курсовой работы необходимо ознакомиться с публикациями по теме, опубликованными в журналах.

## **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).

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 приведено в Приложении 1 и на сайте

(<http://www.aup.uisi.ru>).