

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

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



Утверждаю
Директор УрТИСИ СибГУТИ

~~Е.А. Минина~~
2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **«Волоконно-оптические системы передачи»**
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) – 2022

Екатеринбург 2022

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

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

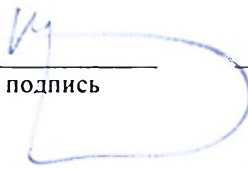
по дисциплине **«Волоконно-оптические системы передачи»**
для основной профессиональной образовательной программы по направлению
11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
направленность (профиль) – Сети, системы и устройства телекоммуникаций
квалификация – магистр
форма обучения – очная, заочная
год начала подготовки (по учебному плану) – 2022

Екатеринбург 2022

Рабочая программа дисциплины «Волоконно-оптические системы передачи» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и Положением об организации и осуществления в СибГУТИ образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры.

Программу составил:


_____ /
к.т.н., доцент /
должность /
_____ /
должность

 / Д.В. Кусайкин
_____ /
подпись /
_____ /
инициалы, фамилия

Утверждена на заседании кафедры МЭС от 31.05.2022 протокол № 10

Заведующий кафедрой (разработчика)

31.05.2022 г.

 / Е.И. Гниломёдов/
_____ /
подпись /
_____ /
инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой (выпускающей)


31.05.2022 г.

 / Е.И. Гниломёдов/
_____ /
подпись /
_____ /
инициалы, фамилия

Согласовано


Ответственный по ОПОП (руководитель ОПОП)

31.05.2022 г.

 / Е.И. Гниломёдов /
_____ /
подпись /
_____ /
инициалы, фамилия

Основная и дополнительная литература, указанная в рабочей программе, имеется в наличии в библиотеке института и ЭБС.

Зав. библиотекой

 / С.Г.Торбенко
_____ /
подпись /
_____ /
инициалы, фамилия

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.02.02.

| | |
|--|---|
| <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 ВОСП
- методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ВОСП
- 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 ВОСП
- 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 ВОСП
- проводить исследования оценки качества работы ВОСП

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 | |
|---|-----------------------------|-----------|------------|
| | | 1 | 2 |
| Аудиторная работа (всего) | 102 | 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) | | – | – |
| Самостоятельная работа студентов (всего) | 105 | 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 |
| Контроль | 45 | 9 | 36 |
| Общая трудоемкость дисциплины, часов | 252 | 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 |
| Аудиторная работа (всего) | 30 | 4 | 26 |
| В том числе в интерактивной форме | 2 | 2 | |
| Лекции (ЛК) | 14 | 4 | 10 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 16 | | 16 |
| Практические занятия (ПЗ) | | | |
| Самостоятельная работа студентов (всего) | 209 | 32 | 177 |
| 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 |
| Контроль | 13 | | 13 |
| Общая трудоемкость дисциплины, часов | 252 | 36 | 216 |

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 волоконно-оптических систем передачи (ВОСП). Классификация ВОСП. Элементы ВОСП. | 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 | 4 | 2 |
| 3. | Модуляция излучения источников электромагнитных волн оптического диапазона Принцип прямой (непосредственной) модуляции оптического излучения. Внешняя модуляция излучения. Передающие оптические модули (ПОМ). Пространственное мультиплексирование оптических несущих. Оптическая модуляция сигнала в терабитных сетях | 4 | 2 |
| 4. | Приемники оптического излучения ВОСП Принцип действия фотодиодов (ФД). Основные характеристики ФД. Приемные оптические модули (ПрОМ). Шумы фотоприемных устройств. | 2 | 2 |
| 5. | Линейные тракты цифровых ВОСП Способы построения линейных трактов волоконно-оптических систем передачи. Линейные коды ВОСП и оценка их параметров. Ретрансляторы ВОСП. Проектирование линейных одноволновых и многоволновых трактов ВОСП. 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. | 10 | 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 волоконно-оптических систем Современные тенденции развития технологий ВОСП. Когерентные волоконно-оптические системы передачи. Принципы построения фотонных телекоммуникационных сетей на основе ВОСП xWDM. Солитонные линии связи. | 14 | 2 |
| ВСЕГО | | 50 | 14 |

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 xWDM сетей | 8 | |
| 6. | Технология плотного спектрального уплотнения DWDM | 4 | 4 |
| 7. | Технология грубого спектрального уплотнения CWDM | 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 PON | 4 | |
| ВСЕГО | | 52 | 16 |

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 | | |
| | Основы построения волоконно-оптических систем передачи (ВОСП) | 2 | 2 | лек | групповая дискуссия |
| | Источники оптического излучения | 2 | | лек | групповая дискуссия |
| | Оптические усилители | 2 | | лаб | кейс-метод; |
| | Построение xWDM сетей | 2 | | лаб | кейс-метод; |
| | | | | | |
| ВСЕГО | | 8 | 2 | | |

* 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. Портнов Э. Л. Оптические кабели связи их монтаж и измерение. Учебное пособие для вузов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2012 г.
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= 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 кафедры МЭС | 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; - 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 |
| Лаборатория кафедры МЭС | Лабораторные работы | |

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ¹

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 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>).