

Федеральное агентство связи
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
2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **«Основы нелинейной оптики»**
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) – 2020

Екатеринбург 2020

Федеральное агентство связи
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
« ____ » _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **«Основы нелинейной оптики»**
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) – 2020

Екатеринбург 2020

Рабочая программа дисциплины «Основы нелинейной оптики» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.02 «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:

старший преподаватель
_____ /
_____ /
должность


_____ /
_____ /
подпись

/ И.И. Шестаков
_____ /
_____ /
инициалы, фамилия

Утверждена на заседании кафедры МЭС от 29.05.2020 протокол № 10

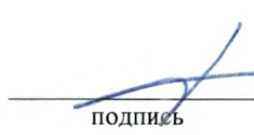
Заведующий кафедрой (разработчика)


_____ /
_____ /
подпись

/ Е.А. Субботин/
_____ /
_____ /
инициалы, фамилия

29.05.2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей)


_____ /
_____ /
подпись

/ Е.А. Субботин/
_____ /
_____ /
инициалы, фамилия

29.05.2020 г.

Согласовано

Ответственный по ОПОП (руководитель ОПОП)

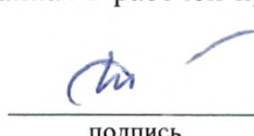

_____ /
_____ /
подпись

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

29.05.2020 г.

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

Зав. библиотекой


_____ /
_____ /
подпись

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

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана. Шифр дисциплины в учебном плане – *Б1.В.15*.

| | |
|---|---|
| <i>ПК-1 Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных</i> | |
| <i>Предшествующие дисциплины и практики</i> | <i>Основы теории цепей, Основы теории электромагнитных полей и волн, Введение в операционную систему Unix, Пакеты прикладных программ, Языки программирования, Элементная база телекоммуникационных систем, Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей, Теория связи, Физические основы квантовой оптики, Схемотехника телекоммуникационных устройств, Вычислительная техника и информационные технологии, Микропроцессорная техника в системах связи, Перспективные технологии в отрасли инфокоммуникаций, Сети связи и системы коммутации, Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства,</i> |
| <i>Дисциплины и практики, изучаемые одновременно с данной дисциплиной</i> | <i>Активные оптические компоненты, Электропитание устройств и систем телекоммуникаций, Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных, Измерения в оптических сетях, Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах, Технологическая практика</i> |
| <i>Последующие дисциплины и практики</i> | <i>Протоколы и интерфейсы телекоммуникационных систем, Транспортные сети и системы с волновым мультиплексированием, Техническая эксплуатация оптических систем передачи, Управление сетями связи, Оптические мультисервисные сети, Экономика отрасли инфокоммуникаций, Государственная итоговая аттестация</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-1 Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных:

знать:

- теоретические аспекты нелинейных (линейных) явлений, протекающих в волоконной оптике;
- физику процессов нелинейных (линейных) явлений, протекающих в волоконной оптике;
- основные области применения и научно-технические проблемы нелинейной волоконной оптики.

уметь:

- рассчитывать параметры нелинейных (линейных) процессов, протекающих в волоконной оптике;
- идентифицировать, различать механизмы нелинейных (линейных) явлений, протекающих в волоконной оптике;
- классифицировать механизмы нелинейных (линейных) явлений, протекающих в волоконной оптике;
- проводить анализ полученных результатов при моделировании, исследовании, и/или изучении нелинейных (линейных) явлений, протекающих в волоконной оптике;
- на теоретическом уровне устранять, компенсировать влияние нелинейных (линейных) процессов, протекающих в волоконной оптике для повышения качества связи.

владеть:

- навыками расчета параметров нелинейных (линейных) процессов, протекающих в волоконной оптике,
- навыками устранения, компенсации нелинейных (линейных) явлений, протекающих в волоконной оптике для повышения качества связи, для увеличения дальности связи;
- умением делать грамотные выводы, грамотный анализ при проявлении нелинейных явлений, протекающих в волоконной оптике.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Очная форма обучения

Общая трудоемкость дисциплины, изучаемой в 3 курсе, составляет 5 зачетных единицы. По дисциплине предусмотрен экзамен.

| Виды учебной работы | Всего часов/зачетных единиц | Курс 3 | |
|---|-----------------------------|--------|------------|
| | | 5 сем. | 6 сем. |
| Аудиторная работа (всего) | 60/1,66 | | 60 |
| <i>В том числе в интерактивной форме</i> | <i>8/0,22</i> | | <i>8</i> |
| Лекции (ЛК) | 24/0,66 | | 24 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 22/0,61 | | 22 |
| Практические занятия (ПЗ) | 12/0,33 | | 12 |
| Предэкзаменационная консультация | 2/0,05 | | 2 |
| Самостоятельная работа студентов (всего) | 86/2,38 | | 86 |
| Проработка лекций | 24/0,66 | | 24 |
| Подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов | 12/0,33 | | 12 |
| Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов | 22/0,61 | | 22 |
| Выполнение курсового проекта | - | | - |
| Подготовка к экзамену | 28/0,77 | | 28 |
| Контроль | 34/0,94 | | 34 |
| Общая трудоемкость дисциплины, часов | 180/5 | | 180 |

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 | Введение в нелинейную оптику Интенсивность света и ее влияние на характер оптических явлений. Линейная и нелинейная оптика. Предмет и задачи нелинейной оптики, история и основные этапы ее развития. | 2 | | |
| 2 | Самовоздействия в волоконной оптике Понятие о самовоздействиях световых волн. Самофокусировка и самоканализация световых пучков. Оптическая бистабильность. | 4 | | |
| 3 | Фазовая самомодуляция и фазовая кросс-модуляция Физические процессы, вызывающие ФСМ и ФКМ в оптоволокне. Влияние ФСМ и ФКМ на характеристики ВОЛС. | 4 | | |
| 4 | Нелинейное рассеяние света и его применение Вынужденное комбинационное (рамановское) рассеяние. Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна. | 4 | | |
| 5 | Модели распространения лазерных импульсов в волоконной оптике Модели эволюции нелинейных волн. Основные режимы распространения лазерных импульсов. Модуляционная неустойчивость. | 1 | | |
| 6 | Оптические солитоны Физика образования и основные свойства солитонов. Применение оптических солитонов в волоконной оптике. Схемы солитонных линий. | 3 | | |
| 7 | Оптика сверхкоротких импульсов Физика генерации коротких и сверхкоротких лазерных импульсов. Методы сжатия оптических импульсов в диспергирующих средах. Измерение длительности сверхкоротких импульсов. | 1 | | |
| 8 | Параметрические процессы в волоконной оптике Характеристика параметрических процессов. Четырехволновое смешение. Параметрическое усиление и его применение. | 4 | | |
| 9 | Перспективы нелинейной волоконной оптики Основные области применения и научно-технические проблемы нелинейной волоконной оптики. Развитие волоконно-оптической связи. Технология WDM. Генерация суперконтинуума. Фотонно-кристаллические волоконные световоды. | 1 | | |
| ВСЕГО | | 24 | | |

4.2 Содержание практических занятий

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование практических занятий | Объем в часах | | |
|-------|----------------------|---|---------------|---|----|
| | | | О | З | Зд |
| 1 | 3 | Расчет зависимости рефракционного индекса оптоволокна от мощности оптического сигнала | 2 | | |
| 2 | 3 | Построение спектрограмм оптического сигнала с чирп-эффектом | 2 | | |
| 3 | 4 | Расчет Стоксовых частот при SBS и SRS явлениям | 2 | | |

| | | | | | |
|--------------|---|--|-----------|--|--|
| 4 | 6 | Расчет параметров оптического солитона | 4 | | |
| 5 | 8 | Расчет спектра оптического сигнала WDM который подвержен влиянию ЧВС | 2 | | |
| ВСЕГО | | | 12 | | |

4.3 Содержание лабораторных занятий

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ | Объем в часах | | |
|--------------|----------------------|---|---------------|---|----------------|
| | | | О | З | З _д |
| 1 | 1 | Исследование влияния дисперсии оптоволокна на оптический сигнал | 4 | | |
| 2 | 3 | Исследование чирп-эффекта в оптоволокне | 4 | | |
| 3 | 3 | Исследование эффекта фазовой самомодуляции | 4 | | |
| 4 | 3 | Исследование эффекта перекрестной фазовой модуляции | 2 | | |
| 5 | 6 | Исследование оптических солитонов | 6 | | |
| 6 | 8 | Исследование ЧВС в оптической линии связи | 2 | | |
| ВСЕГО | | | 22 | - | - |

4.4 Курсовой проект

Учебным планом не предусмотрено.

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 | Фазовая само модуляция и фазовая кросс-модуляция | 4 | - | лекция | Интерактивная лекция |
| 2 | Исследование чирп-эффекта в оптоволокне | 4 | - | лабораторная работа | Лабораторная работа «мозговой штурм» |
| ВСЕГО | | 8 | - | | |

* Не меньше интерактивных часов

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Список основной литературы

1. Беспрозванных В.Г., Первадчук В.П. Нелинейные эффекты в волоконной оптике. Учебное пособие. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011. – 228 с.
2. Клюев В.Г. Нелинейные явления в оптоволоконных системах. Учебное пособие. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2008. – 59 с.

6.2 Список дополнительной литературы

1. Воронин В.Г., Наний О.Е. Основы нелинейной волоконной оптики. Учебное пособие. – М.: Университетская книга, 2011. – 128 с.
2. Корель, И. И. Нелинейные волновые уравнения в оптике : учебное пособие / И. И. Корель. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 40 с. — ISBN 978-5-7782-1334-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/45120.html>
3. 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
4. Татаркина О. А. Солитонные волоконно-оптические системы передачи с управляемой дисперсией: монография / О. А. Татаркина, Е. А. Субботин. - Екатеринбург: Изд-во УрТИСИ ГОУ ВПО "СибГУТИ", 2008

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_plus/cgiirbis_64_ft.exe?Z21ID=GUEST&C21COM=F&I21DBN=AUTHOR&P21DBN=IRBIS&Z21FLAGID=1. Доступ по логину-пароллю.
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.

¹ Учесть 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).

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

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

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.

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;
- 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.

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.

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

- 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>).