

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)



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) – 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 **«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) – 2021

Екатеринбург 2021

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

/
должность


подпись

подпись

/ И.И. Шестаков
инициалы, фамилия

/
инициалы, фамилия

Утверждена на заседании кафедры МЭС от 31.05.2021 протокол № 10

Заведующий кафедрой (разработчика)

31.05.2021 г.


подпись

/ Е.И. Гниломёдов/
инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой (выпускающей)

31.05.2021 г.



подпись

/ Е.И. Гниломёдов/
инициалы, фамилия

Согласовано

Ответственный по ОПОП (руководитель ОПОП)

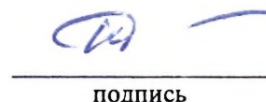
31.05.2021 г.


подпись

/ Е.И. Гниломёдов/
инициалы, фамилия

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>	8/0,22		8
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 явлении	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	Зд
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. Ключев 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://elib.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 Учить 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 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;
- 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>).