

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ИФФВТ
от 24 мая 2023 г. протокол № 10
Председатель _____ (Рыбин В. В.)
(подпись, расшифровка подписи)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<u>Практикум по интегральной и волоконной оптике</u>
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Кафедра	Радиофизики и электроники (РФЭ)
Курс	4

Направление (специальность): **03.03.03 – радиофизика** (бакалавриат)

Направленность (профиль/специализация): **Твердотельная электроника и наноэлектроника**

Форма обучения **очная**

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 01 » сентября 2023г.

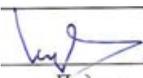
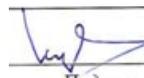
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 1 от 29.08 2024 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20____ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20____ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Аббревиатура кафедры	Должность, ученая степень, звание
Санников Дмитрий Германович	РФЭ	Профессор, д.ф.-м.н., доцент

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой РФЭ, реализующей дисциплину	Заведующий выпускающей кафедрой РФЭ
 _____ / Гурин Н.Т./ Подпись _____ ФИО « <u>16</u> » <u>05</u> 2023 г.	 _____ / Гурин Н.Т./ Подпись _____ ФИО « <u>16</u> » <u>05</u> 2023 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является практическое знакомство с принципами распространения и преобразования света в интегрально-оптических волноводах и волоконных структурах.

Задачей преподавания дисциплины является формирование у студентов углубленных знаний о физических явлениях и процессах, имеющих электромагнитную природу и происходящих в направляющих структурах на основе различных сред.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Практикум по интегральной и волоконной оптике» (Б1.В.ОД.2) преподается в 8 семестре, после завершения курсов общей физики и освоения курса «Интегральная и волоконная оптика» и относится к дисциплинам базовой части основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по направлению 03.03.03 «Радиофизика».

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины формируются компетенции:

- владение компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий (ПК-3).

В результате освоения дисциплины студенты должны иметь представление:

- ✓ об особенностях распространения оптического излучения (направляемых мод) в диэлектрических волноводах и световодах;
- ✓ о способах передачи, обработки и хранения информации в современных оптоэлектронных системах

уметь:

- ✓ практически применять теоретические знания, методы теоретического и экспериментального исследования при решении прикладных задач в области интегральной и волоконной оптики и оптоэлектроники;

иметь навыки:

- ✓ обращения с интегрально-оптическими элементами в волоконно-оптических линиях связи.

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
владение компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий (ПК-3)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Знать: основы программирования на одной из современных языков ✓ Уметь: применять ИТ-средства для обработки результатов измерений ✓ Владеть: методами статистики для обработки результатов измерений с помощью компьютера

4. Объем дисциплины

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) – 3 ЗЕТ (108 часов).

4.2. По видам учебной работы (в часах):

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения - очная)		
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам	
			8

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Аудиторные занятия:	40/40		40/40	
Лекции				
Практические (семинарские) занятия				
Лабораторные работы (лабораторный практикум)	40/40		40/40	
Самостоятельная работа	68		68	
Всего часов по дисциплине	108		108	
Виды промежуточного контроля	зачет		зачет	

* В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения

4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы

Название и разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий			
		Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
		лекции	ПЗ и С	лабораторная работа	
1. Определение эффективных показателей преломления мод оптического планарного ВВ	16			6	10
2. Восстановление профиля показателя преломления планарного ВВ	16			6	10
3. Распространение и потери оптического излучения в волоконном световоде	16			6	10
4. Определение коэффициента связи в связанных волоконных световодах	16			6	10
5. Информационные характеристики многожильного световода	16			6	10
6. Модель волоконно-оптической линии связи	20			10	18
Итого	108			40	68

5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

- I. Ознакомление с условиями ввода, распространения и вывода оптического излучения в планарных волноводах.
- II. Знакомство с численным методом (на основе приближения Вентцеля-Крамерса-Бриллюэна) восстановления профиля показателя преломления градиентного планарного волновода по известному набору эффективных показателей преломления. Восстановление профиля показателя преломления оптического волновода
- III. Изучение особенностей ввода и распространения оптического излучения в волоконных световодах. Апертура волокна, энергетические потери на изгибе.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

IV. Знакомство с теорией связанных мод, изучение работы направленных ответвителей. Коэффициент связи оптических световодов.

V. Ознакомление с количественными характеристиками качества переданной через оптическую систему аналоговой информации. Пропускная способность и информационная емкость волоконно-оптического многожильного кабеля.

VI. Изучение принципов построения волоконно-оптической линии связи (ВОЛС), измерение оптических характеристик ВОЛС и моделирование сигналов, передаваемых в реальной линии.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практических и семинарских занятий не предусмотрено.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)

№ 1. Определение эффективных показателей преломления мод оптического планарного волновода.

Цель работы: изучение условий ввода, распространения и вывода оптического излучения в планарных волноводах. Основные результаты: определение спектра эффективных показателей преломления волноводных мод.

№ 2. Восстановление профиля показателя преломления планарного волновода.

Цель работы: знакомство с численным методом (на основе приближения Вентцеля-Крамерса-Бриллюэна) восстановления профиля показателя преломления градиентного планарного волновода по известному набору эффективных показателей преломления. Основные результаты: восстановление профиля показателя преломления оптического волновода

№ 3. Распространение и потери оптического излучения в волоконном световоде.

Цель работы: изучение особенностей ввода и распространения оптического излучения в волоконных световодах. Основные результаты: измерение апертуры волокна и энергетических потерь на изгибе.

№4. Определение коэффициента связи в связанных волоконных световодах.

Цель работы: знакомство с теорией связанных мод, изучение работы направленных ответвителей. Основные результаты: измерение коэффициента связи оптических световодов.

№5. Информационные характеристики многожильного световода.

Цель работы: ознакомление с количественными характеристиками качества переданной через оптическую систему аналоговой информации. Основные результаты: нахождение пропускной способности волоконно-оптического многожильного кабеля.

№6. Модель волоконно-оптической линии связи.

Цель работы: изучение принципов построения волоконно-оптической линии связи (ВОЛС), Основные результаты: измерение оптических характеристик ВОЛС и моделирование сигналов, передаваемых в реальной линии.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Курсовые и контрольные работы, рефераты не предусмотрены учебным планом.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

1. Основные этапы развития интегральной и волоконной оптики. Распространение и характеристики плоских монохроматических волн в однородной среде.
2. Отражение однородной плоской волны от границы раздела «диэлектрик-диэлектрик». Формулы Френеля.
3. Понятие о ТЕ и ТМ волнах, вывод соотношений для электрического и магнитного полей ТЕ и ТМ волн.
4. Угол Брюстера, критический угол полного внутреннего отражения. Сдвиги фаз при отражении волн ортогональных поляризации.
5. Ограниченный в поперечном направлении пучок. Сдвиг Гуса - Хенхен.
6. Описание волноводного распространения света в диэлектрическом волноводе на основе лучевого приближения. Эффективная ширина волновода.
7. Описание волноводного распространения света в диэлектрическом волноводе с помощью электромагнитного подхода.
8. Анализ характеристических уравнений для ТЕ и ТМ мод: модовые числа и условие отсечки.
9. Запись характеристических уравнений в нормированных параметрах (вывод); b - u диаграммы для ступенчатых волноводов.
10. Нормировка на величину потока энергии. Связь мощности моды с эффективной толщиной волновода.
11. Слабонаправляющие симметричные оптические волноводы. Коэффициент локализации моды (фактор удержания). Четные и нечетные моды.
12. Слабонаправляющие асимметричные оптические волноводы. Анализ с помощью нормированных параметров.
13. Трехмерные канальные (полосковые) волноводы. Гибридные моды.
14. Волоконные световоды. Основные характеристики, классификация, анализ распространения направляемых мод.
15. Методы и технологии изготовления оптических волноводов и световодов.
16. Понятие о связи между модами и связанных волноводах. Теория связанных мод.
17. Общие принципы и характеристики согласования элементов. Распределённая и непосредственная связь.
18. Линзовые, решетчатые и призмные элементы связи.
19. Голографические устройства ввода-вывода.
20. Пассивные элементы интегрально-оптических схем: отражатели, призмы, линзы (Люнеберга, геодезические, дифракционные), оптические делители, разветвители, преобразователи.
21. Активные устройства интегральной оптики.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

По данной дисциплине организуется и проводится внеаудиторная самостоятельная работа.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50-70% общего количества часов, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Самостоятельная работа по данной дисциплине состоит из подготовки к лабораторным занятиям.

При подготовке к лабораторным занятиям рекомендуется руководствоваться учебниками и учебными пособиями, в том числе и информацией, полученной в Internet.

Студентам рекомендуется следующий порядок организации самостоятельной работы над

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

темами и подготовки к практическим занятиям:

- ознакомиться с содержанием темы;
- прочитать материал лекций, при этом нужно составить себе общее представление об излагаемых вопросах;
- прочитать параграфы учебника, относящиеся к данной теме;
- перейти к тщательному изучению материала, усвоить теоретические положения и выводы, при этом нужно записывать основные положения темы (формулировки, определения, термины, воспроизводить отдельные схемы и чертежи из учебника и конспекта лекций);

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет).

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы	Объем в часах	Форма контроля
1. Оптическое излучение в планарных волноводах	Проработка учебного материала	8	Устный опрос, тест
2. Профили показателя преломления планарного волновода	Проработка учебного материала	8	Устный опрос, тест
3. Волоконные световоды	Проработка учебного материала	8	Устный опрос, тест
4. Теория связанных мод	Проработка учебного материала	8	Устный опрос, тест
5. Информационные характеристики световодов	Проработка учебного материала	8	Устный опрос, тест
6. Модель ВОЛС.	Проработка учебного материала	8	Устный опрос, тест
7. Измерение оптических характеристик ВОЛС	Проработка учебного материала	8	Устный опрос, тест
8. Моделирование сигналов в ВОЛС	Проработка учебного материала	12	Устный опрос, тест

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная:

1. Нюшков, Б. Н. Волоконная оптика и волоконные лазерные системы. Часть I : учебное пособие / Б. Н. Нюшков. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 56 с. — ISBN 978-5-7782-1346-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/45082.html>.
2. Шандаров, В. М. Основы физической и квантовой оптики [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. М. Шандаров. — Электрон. текстовые данные. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 197 с. — 5-86889-228-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14018.html>.

дополнительная:

1. Гужов, В. И. Оптические измерения. Компьютерная интерферометрия : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. И. Гужов, С. П. Ильиных. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 258 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/438070>.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

учебно-методическая:

1. Санников Д. Г. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Практикум по интегральной и волоконной оптике» для студентов бакалавриата по направлению 03.03.03 «Радиофизика» очной формы обучения / Д. Г. Санников; УлГУ, ИФФВТ, Каф. радиофизики и электроники. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/6677>.
2. Санников Д. Г. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Практикум по интегральной и волоконной оптике» для студентов бакалавриата по направлению 03.03.03 «Радиофизика», очная форма обучения. / Санников Д.Г. Ульяновск: УлГУ, 2019. УлГУ, ИФФВТ, Каф. радиофизики и электроники. - Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/7130>.

Согласовано:





 Должность сотрудника научной библиотеки ФИО подпись дата

б) Программное обеспечение

Лицензионные математические пакеты: Maple, MathLab

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

- 1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2023]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.
- 1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство «ЮРАЙТ». – Москва, [2023]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.
- 1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Политехресурс». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
- 1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО «Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
- 1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Букап». – Томск, [2023]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
- 1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС «Лань». – Санкт-Петербург, [2023]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
- 1.7. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». - Москва, [2023]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст :

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик



д.ф.-м.н., профессор кафедры РФЭ, Санников Д.Г.

должность

ФИО

