


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

УТВЕРЖДЕНО
 решением Ученого совета ИФФВТ
 от 16 июня 2020 г. протокол № 11/02-19-10
 Председатель _____ (Хусаинов А.Ш.)
(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 **03.03.03 «Радиофизика» (бакалавриат)**
(код направления, полное наименование)

Направленность (профиль/специализация) **Твердотельная электроника и нанoeлектроника**
полное наименование

Форма обучения: **очная**

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 01 » сентября 2020 г.

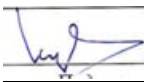
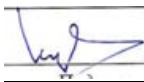
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № от 20 г.


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./ <i>Подпись</i> <i>ФИО</i> « <u>09</u> » <u> </u> <u>06</u> <u> </u> 2020 <u> </u> г.	 _____ / Гурин Н.Т./ <i>Подпись</i> <i>ФИО</i> « <u>09</u> » <u> </u> <u>06</u> <u> </u> 2020 <u> </u> 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:

- способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОПК-2);
- способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования (ПК-1);
- способность использовать основные методы радиофизических измерений (ПК-2);
- 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
способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности (ОПК-1)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Знать: основные этапы развития и научные направления ВОЛС и их содержание; ✓ Уметь: выполнять обработку результатов исследования с помощью компьютерных средств ✓ Владеть: навыками расчетов параметров узлов ВОЛС

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

способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОПК-2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Знать: возможности современных компьютерных средств (Maple, MathCad, MatLab и т.п.) ✓ Уметь: программировать и решать задачи с помощью по меньшей мере одного из современных приложений (или языков) ✓ Владеть: терминологией современных ВОЛС
способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования (ПК-1)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Знать: принципы работы основных оптоволоконных и интегрально-оптических элементов ✓ Уметь: работать с современным оптоволоконным оборудованием ✓ Владеть: методикой численного моделирования узлов ВОЛС
способность использовать основные методы радиофизических измерений (ПК-2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Знать: теорию погрешностей ✓ Уметь: применять статистическую обработку результатов измерений ✓ Владеть: навыками измерений физических величин в области ИВО
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		
		1	2	3
Аудиторные занятия:	40/40		8	
Лекции			40/40	
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	16			6	10

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

показателей преломления мод оптического планарного ВВ					
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.
- 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.

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

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

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-v 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.

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

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 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

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

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. Ньюшков, Б. Н. Волоконная оптика и волоконные лазерные системы. Часть I : учебное пособие / Б. Н. Ньюшков. — 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>.

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

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

Лицензионные математические пакеты: Maple, MathLab

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. IPRbooks : электронно-библиотечная система : сайт / группа компаний Ай Пи Ар Медиа. - Саратов, [2020]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2020]. - URL: <https://www.biblio-online.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. Консультант студента : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2020]. – URL: http://www.studentlibrary.ru/catalogue/switch_kit/x2019-128.html. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2020]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2020]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.6. Clinical Collection : коллекция для медицинских университетов, клиник, медицинских библиотек // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=e3ddfb99-a1a7-46dd-a6eb-2185f3e0876a%40sessionmgr4008>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2020].

3. Базы данных периодических изданий:

3.1. База данных периодических изданий : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2020]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2020]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. «Grebennikon» : электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2020]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. Национальная электронная библиотека : электронная библиотека : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры РФ ; РГБ. – Москва, [2020]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.


5. **SMART Imagebase** // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebsco.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

6. Федеральные информационно-образовательные порталы:

6.1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный.

6.2. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

7. Образовательные ресурсы УлГУ:

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

7.1. Электронная библиотека УлГУ : модуль АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

7.2. Образовательный портал УлГУ. – URL: <http://edu.ulsu.ru>. – Режим доступа : для зарегистрированных пользователей. – Текст : электронный.

Согласовано:

Техник / с.к. каб. | Бредулина И.С. | Гурьян
 Должность сотрудника УИТиТ | ФИО | Подпись | дата

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории кафедры, укомплектованные необходимым специализированным оборудованием для проведения занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

12. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;
- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;
- 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