

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования Российской Федерации 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>Оптические направляющие среды и пассивные компоненты ВОЛС</u> |
| Факультет | Инженерно-физический факультет высоких технологий (ИФФВТ) |
| Кафедра | Радиофизики и электроники (РФЭ) |
| Курс | 4 |

Направление: 03.03.03 - радиофизика
код направления, полное наименование

Направленность (профиль/специализация): Твердотельная электроника и нанoeлектроника

Форма обучения _____ очная

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

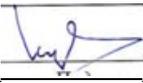
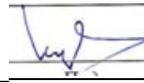
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20 ____ г.

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

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

Сведения о разработчиках:

| ФИО | Кафедра | Должность, ученая степень, звание |
|-----------------------------|---------|--|
| Санников Дмитрий Германович | РФЭ | Профессор, доктор физ.-мат. наук, доцент |

| СОГЛАСОВАНО | СОГЛАСОВАНО |
|---|--|
| Заведующий кафедрой, реализующей дисциплину | Заведующий выпускающей кафедрой |
|  _____ / Гурин Н.Т./ <i>Подпись</i> <i>ФИО</i> « 09 » 06 2020 г. |  _____ / Гурин Н.Т./ <i>Подпись</i> <i>ФИО</i> « 09 » 06 2020 г. |

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф- Рабочая программа дисциплины | | |

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины – практическое знакомство с физическими основами работы волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) и радиофизических систем, использующихся в современной интегральной оптике и оптоэлектронике

Задача преподавания дисциплины:

- сформировать у студента навыки работы с элементами интегрально- и волоконно-оптических устройств управления лазерным излучением в ВОЛС
- освоение экспериментальных методик измерения характеристик лазерных и светодиодных излучателей, а также пассивных компонентов ВОЛС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Оптические направляющие среды и пассивные компоненты ВОЛС» Б1.В.2 относится к дисциплинам по выбору базового блока основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по направлению 03.03.03 – «радиофизика». Освоение курса студентами предполагается в течение 7-го семестра.

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

Перечень формируемых компетенций в процессе освоения материала по дисциплине (модулю) с указанием кода и наименования компетенций, соотнесенных с установленными разработчиком РПД индикаторами достижения каждой компетенции отдельно в соответствии с ФГОС ВПО, ФГОС ВО.

| Код и наименование реализуемой компетенции | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности (ОПК-1) | <p>знать: принципы работы оптоволоконных систем передачи информации</p> <p>уметь: анализировать задачи, связанные с проведением эксперимента в области ВОЛС</p> <p>владеть: навыками работы с оптоэлектронными схемами</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> • способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОПК-2) | <p>знать: терминологию предмета (линии связи, оптические волноводы, приемники, излучатели и т.д.)</p> <p>уметь: ориентироваться в современных подходах к описанию систем ВОЛС</p> <p>владеть: навыками проведения физических исследований</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> • способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования (ПК-1) | <p>знать: основные методы управления светом в ВОЛС</p> <p>уметь: работать с описанием современных оптоволоконных приборов</p> <p>владеть: навыками эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры</p> |

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) – 4 ЗЕ.

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах): 144

| Виды учебной работы | Всего часов | Семестры |
|--------------------------------------|-------------|------------|
| | | 7 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 144 | 144 |
| Аудиторные занятия | 72/72 | 72 |
| Лекции | 36/36 | 36 |
| Практические занятия (ПЗ) | | |
| Лабораторные работы (ЛР) | 36 | 36 |
| Самостоятельная работа (СР) | 36 | 36 |
| Контроль | 36 | 36 |
| Вид итогового контроля | экзамен | экзамен |

* 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 разделов и тем | Всего | Виды учебных занятий | | | | | Форма текущего контроля знаний |
|--|-------|----------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| | | Аудиторные занятия | | | Занятия в интерактивной форме | Самостоятельная работа | |
| | | Лекции | Практические занятия, семинары | Лабораторные работы, практикумы | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1. Планарные оптические волноводы: моды, дисперсионное уравнение, характеристики и использование | 18 | 6 | | 6 | 2 | 6 | тестирование, устный опрос |
| 2. Распространение и потери оптического излучения в волоконном световоде | 16 | 6 | | 6 | 2 | 6 | тестирование, устный опрос |

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф- Рабочая программа дисциплины | | |

| | | | | | | | |
|--|------------|-----------|----------|-----------|---|-----------|----------------------------|
| 3. Теория связанных мод | 16 | 6 | | 6 | 2 | 6 | тестирование, устный опрос |
| 4. Информационные характеристики световодов | 16 | 6 | | 6 | 2 | 6 | тестирование, устный опрос |
| 5. Модель волоконно-оптической линии связи | 18 | 6 | | 6 | 2 | 6 | тестирование, устный опрос |
| 6. Изучение процесса сварки оптического волокна и измерения потерь | 18 | 6 | | 6 | 2 | 6 | тестирование, устный опрос |
| Итого | 216 | 36 | - | 36 | | 36 | 36 |

5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

I. Моды оптического планарного волновода

Описание оптического планарного волновода в рамках лучевого и электромагнитного подходов. Эффективные показатели преломления мод. Условие отсечки и мощность моды. Изучение условий ввода, распространения и вывода оптического излучения в планарных волноводах.

II. Распространение и потери оптического излучения в волоконном световоде

Виды волоконных световодов (ВС). Дисперсионные уравнения для 1-модовых ВС, отсечка. Вырождение мод, поляризация.

III. Теория связанных мод

Знакомство с теорией связанных мод, изучение работы направленных ответвителей. Измерение коэффициента связи оптических световодов.

IV. Информационные характеристики световодов

Ознакомление с количественными характеристиками качества переданной через оптическую систему аналоговой информации. Нахождение пропускной способности волоконно-оптического многожильного кабеля.

V. Модель волоконно-оптической линии связи

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

VI. Изучение процесса сварки оптического волокна и измерения потерь

Сварочный аппарат для волоконных световодов – устройство, работа. Практический навык сварки оптического волокна и измерения потерь с помощью рефлектометра.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)

1. Определение эффективных показателей преломления мод оптического планарного волновода.
2. Распространение и потери оптического излучения в волоконном световоде.
3. Определение коэффициента связи в связанных волоконных световодах.

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф- Рабочая программа дисциплины | | |

4. Информационные характеристики многожильного световода.
5. Модель волоконно-оптической линии связи.
6. Изучение процесса сварки оптического волокна и измерения потерь

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Виды оптических направляющих сред. Основные этапы развития волоконной оптики и ВОЛС. 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 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. Распределенная 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 в волоконной оптике.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

По данной дисциплине организуется и проводится внеаудиторная самостоятельная работа. Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме не менее

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф- Рабочая программа дисциплины | | |

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 следующих частей:

- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к зачету и экзамену.

При подготовке к лабораторным занятиям и контрольным мероприятиям рекомендуется руководствоваться учебниками и учебными пособиями, в том числе и информацией, полученной в сети Интернет.

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 и экзамен).

| Название разделов и тем | Вид самостоятельной работы | Объем в часах | Форма контроля |
|--|---|---------------|--------------------|
| 1. Моды оптического планарного волновода | проработка учебного материала | 6 | Устный опрос, тест |
| 2. Распространение и потери оптического излучения в волоконном световоде | проработка учебного материала | 6 | Устный опрос, тест |
| 3. Теория связанных мод | проработка учебного материала, выполнение задания в интерактивной форме | 6 | Устный опрос, тест |
| 4. Информационные характеристики световодов | проработка учебного материала | 6 | Устный опрос, тест |
| 5. Модель волоконно-оптической линии связи | проработка учебного материала | 6 | Устный опрос, тест |
| 6. Изучение процесса сварки оптического волокна и измерения потерь | подготовка к тестированию | 6 | Устный опрос, тест |

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная:

1. Давыдов, В. Н. Физические основы оптоэлектроники : учебное пособие / В. Н. Давыдов. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016.

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф- Рабочая программа дисциплины | | |

- 139 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/72209.html> (дата обращения: 16.10.2019).
2. 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> (дата обращения: 16.10.2019).
3. 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> (дата обращения: 16.10.2019).

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 «Оптические направляющие среды и пассивные компоненты ВОЛС» 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/6680>.
2. Санников Д.Г. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Оптические направляющие среды и пассивные компоненты ВОЛС» для студентов бакалавриата по направлению 03.03.03 «Радиофизика», очная форма обучения / Д. Г. Санников; УлГУ, ИФФВТ, Каф. радиофизики и электроники. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/7129>.

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. 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.

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф- Рабочая программа дисциплины | | |

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:

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 зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

Согласовано:

Техник / 10.05.2021 / Бурдучица И.С. / 10.05.2021
 Должность сотрудника УИТиТ ФИО подпись дата

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф- Рабочая программа дисциплины | | |

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