

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Базовая кафедра фотоники и  
лазерных технологий  
(ФиЛТ\_ИФО)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Базовая кафедра фотоники и  
лазерных технологий  
(ФиЛТ\_ИФО)**

наименование кафедры

**Втюрин А.Н.**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ВОЛОКОННАЯ ОПТИКА**

Дисциплина Б1.В.ДВ.07.02 Волоконная оптика

Направление подготовки / 03.03.02 Физика 03.03.02.01  
специальность Фундаментальная физика 2018г.

Направленность  
(профиль)

Форма обучения очная

Год набора 2018

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

030000 «ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 03.03.02 Физика 03.03.02.01 Фундаментальная физика

---

2018г.

---

Программу  
составили

канд. физ.-мат. наук, доцент, Реушев М.Ю.

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Дисциплина «Волоконная оптика» представляет собой одну из важных дисциплин при подготовке бакалавров по направлению 03.03.02 «Физика» укрупненной группы 03.00.00 «Физика и астрономия».

Дисциплина «Волоконная оптика» имеет своей целью сформировать у бакалавров компетенции, связанные с пониманием теоретических, физических основ и прикладных аспектов применения волоконной оптики. Кроме того, с перспективами развития знаний в этой области для последующего применения полученных знаний и навыков при освоении общепрофессиональных и специальных дисциплин при выполнении различных видов работ в профессиональной сфере деятельности, включая научно-исследовательские, проектные и др.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести знания, умения и навыки, необходимые для его профессиональной деятельности в качестве бакалавра физики.

Освоение дисциплины способствует формированию следующих компетенций:

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| <b>ПК-4: способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин</b> |  |
|---|--|
| Уровень 1   | Знает физические основы, составляющие фундамент современной техники и технологии   |
| Уровень 2   | Знает элементную базу оптоэлектроники  |
| Уровень 3   | Знает принципы построения волоконно – оптических линий связи (ВОЛС), оптоэлектронных систем, в том числе и на основе наноразмерных и фотонно-кристаллических структур                    |
| Уровень 1   | Формулирует задачу и план научного исследования в области фотоники и оптоэлектроники на основе анализа научно-технической информации с применением современных информационных технологий |
| Уровень 2   | Выбирает оптимальный метод и разрабатывает программы экспериментальных исследований и измерений с выбором технических средств и обработкой результатов                                   |

|           |   |
|-----------|---|
| Уровень 3 | Осуществляет наладку, настройку и опытную проверку отдельных приборов и устройств ВОЛС для решения конкретной задачи                      |
| Уровень 1 | Работает со справочной и нормативно-технической документацией   |
| Уровень 2 | Работает с информационно-поисковыми системами   |
| Уровень 3 | Владеет навыками экспериментально определять характеристики оптоэлектронных устройств, входящих в состав волоконно-оптических линий связи |

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Квантовая механика  
 Оптика  
 Математический анализ  
 Физика газового разряда  
 Спектроскопия атомов и молекул

Основы нелинейной оптики  
 Квантовая электроника  
 Физика и методы исследования наноструктур  
 НИР  
 Статистическая физика

#### 1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы                         | Всего,<br>зачетных<br>единиц<br>(акад.час) | Семестр         |
|--|--|-----------------|
|  |  | 8               |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>       | <b>3 (108)</b>                             | <b>3 (108)</b>  |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b> | <b>1,5 (54)</b>                            | <b>1,5 (54)</b> |
| занятия лекционного типа                   | 0,5 (18)                                   | 0,5 (18)        |
| занятия семинарского типа                  |  |                 |
| в том числе: семинары                      |  |                 |
| практические занятия                       | 1 (36)                                     | 1 (36)          |
| практикумы                                 |  |                 |
| лабораторные работы                        |  |                 |
| другие виды контактной работы              |  |                 |
| в том числе: групповые консультации        |  |                 |
| индивидуальные консультации                |  |                 |
| иная внеаудиторная контактная работа:      |  |                 |
| групповые занятия                          |  |                 |
| индивидуальные занятия                     |  |                 |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся:</b> | <b>1,5 (54)</b>                            | <b>1,5 (54)</b> |
| изучение теоретического курса (ТО)         |  |                 |
| расчетно-графические задания, задачи (РГЗ) |  |                 |
| реферат, эссе (Р)                          |  |                 |
| курсовое проектирование (КП)               | Нет  | Нет             |
| курсовая работа (КР)                       | Нет  | Нет             |
| <b>Промежуточная аттестация (Зачёт)</b>    |  |                 |

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

| № п/п | Модули, темы (разделы) дисциплины                             | Занятия лекционного типа (акад. час) | Занятия семинарского типа                       |  | Самостоятельная работа, (акад. час) | Формируемые компетенции |
|-------|---|--------------------------------------|---|--|-------------------------------------|-------------------------|
|       |   |                                      | Семинары и/или Практические занятия (акад. час) | Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час) |                                     |                         |
| 1     | 2   | 3                                    | 4   | 5  | 6                                   | 7                       |
| 1     | Общие сведения о ВОЛС<br>Пассивные оптические компоненты ВОЛС | 8                                    | 14  | 0  | 24                                  | ПК-4                    |
| 2     | Электронные компоненты ВОЛС,<br>Параметры ВОЛС                | 10                                   | 22  | 0  | 30                                  | ПК-4                    |
| Всего |   | 18                                   | 36  | 0  | 54                                  |                         |

#### 3.2 Занятия лекционного типа

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование занятий | Объем в акад. часах |                                    |                                  |
|-------|----------------------|----------------------|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|
|       |                      |                      | Всего               | в том числе, в инновационной форме | в том числе, в электронной форме |
|       |                      |                      |                     |                                    |                                  |

|   |   |  |   |   |   |
|---|---|--|---|---|---|
| 1 | 1 | <p>Распространение света в оптических волокнах (ОВ). Фазовая и групповая скорость, числовая апертура. Основные характеристики оптического волокна (затухание, дисперсия, стойкость к внешним воздействиям: зависимость свойств ОВ от температуры, механическая прочность, геометрические характеристики, виды дефектов ОВ). Типы ОВ (пассивные, активные, со ступенчатым и градиентным профилем <math>n</math>, регулярные и нерегулярные ОВ, фотонно кристаллические, многомодовые и одномодовые.</p> | 2 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | <p>Поглощение в ОВ (примесное, собственное, рассеяние (МИ, Релей), потери на изгибах). Дисперсионные свойства ОВ (хроматическая (материальная и волноводная), поляризационная). Сравнение ОВ по величине дисперсии (<math>SF</math>, <math>DSF</math>, <math>NZ</math>, <math>DSF</math>, <math>NDSF</math>). Классификация оптических волокон</p>   | 2 | 0 | 0 |

|   |   |  |   |   |   |
|---|---|--|---|---|---|
| 3 | 1 | Общие сведения о пассивных компонентах ВОЛС. Соединение оптических волокон. Потери в стыках волоконных световодов. Оптические распределительные и коммутационные устройства  | 2 | 0 | 0 |
| 4 | 1 | Волоконно-оптические разветвители и ответвители. Волоконно-оптические фильтры, мультиплексоры и волновые конвертеры. Оптические изоляторы. Атенюаторы. Оптические переключатели. Оптические изоляторы. Компенсаторы дисперсии.           | 2 | 0 | 0 |
| 5 | 2 | . Передающие оптоэлектронные модули. Излучатели – светодиоды и лазерные диоды. Типы лазерных диодов (лазеры с резонатором Фабри-Перо, РОС лазеры, лазеры с вертикальным резонатором, квантово-каскадные лазеры)                          | 2 | 0 | 0 |
| 6 | 2 | Модуляторы лазерного излучения. Электроабсорбционные модуляторы. Электрооптические модуляторы (ЭОМ). Фазовые и амплитудные модуляторы. Передаточные функции ЭОМ. Повторители и оптические усилители. Усилители на примесном волокне EDFA | 2 | 0 | 0 |



|   |   |  |   |   |   |
|---|---|--|---|---|---|
| 7 | 2 | <p>Приемные оптоэлектронные модули. Параметры фотодетекторов. Фоторезисторы. Фотодиоды на основе р-п перехода. Вольт-амперная характеристика фотодиода. Спектральная чувствительность. Температурная зависимость. р-і-п фотодиоды. Лавинные фотодиоды. Фототранзисторы . МДП-фотоприемники с неравновесным обеднением. Дискретные МДП-фотоприемники. Фотоприемники с зарядовой связью (ФПЗС)</p> | 2 | 0 | 0 |
| 8 | 2 | <p>Классификация измерений в ВОЛС. Параметры, подлежащие мониторингу. Параметры линейных оптических трактов ВОЛС. Параметры передающего устройства. Параметры приемного устройства. Измерение проходящего через линейный тракт излучения. Измерения рассеянного в линейном тракте излучения. Основы оптической рефлектометрии.</p>   | 2 | 0 | 0 |

|       |   |   |    |   |   |
|-------|---|---|----|---|---|
| 9     | 2 | Этапы развития ВОЛС.<br>Технология WDM/DWDM.<br>Полностью оптические сети AON. Основы солитонных линий связи. Перспективы развития ВОЛС | 2  | 0 | 0 |
| Всего |   |   | 18 | 0 | 0 |

### 3.3 Занятия семинарского типа

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование занятий   | Объем в акад. часах |                                    |                                  |
|-------|----------------------|--|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|
|       |                      |  | Всего               | в том числе, в инновационной форме | в том числе, в электронной форме |
| 1     | 1                    | 1.1. Решение задач на определение параметров оптического волокна (оценка числовой апертуры для многомодовых и одномодовых оптических волокон с заданными параметрами источника излучения, оценка структуры световодных мод излучения в оптическом волокне с заданной числовой апертурой, оценка потерь при распространении лазерного излучения для различных мод лазерного излучения). | 4                   | 0                                  | 0                                |
| 2     | 1                    | Изучение пассивных оптических компонент оптоволоконных систем (практическая работа с оптоволоконными адаптерами, патчкордами, изоляторами, циркуляторами, аттенуаторами, компенсаторами дисперсии, ответвителями).   | 10                  | 0                                  | 0                                |

|       |   |   |    |   |   |
|-------|---|---|----|---|---|
| 3     | 2 | Изучение общих принципов построения передающих оптоэлектронных модулей  | 8  | 0 | 0 |
| 4     | 2 | Изучение общих принципов построения электрооптических модуляторов на основе эффекта Поккельса (фазовый модулятор и амплитудный модулятор на основе волоконного интерферометра Маха Цендера) | 2  | 0 | 0 |
| 5     | 2 | Изучение общих принципов построения приемных оптоэлектронных модулей  | 4  | 0 | 0 |
| 6     | 2 | Контроль и измерения в волоконной оптике. Контролируемые параметры и методы их измерений  | 4  | 0 | 0 |
| 7     | 2 | Проектирование ВОЛС, расчет энергетического запаса, оценка динамического диапазона для передачи аналоговых и цифровых РЧ сигналов.  | 4  | 0 | 0 |
| Всего |   |   | 26 | 0 | 0 |

### 3.4 Лабораторные занятия

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование занятий | Объем в акад. часах |                                    |                                  |
|-------|----------------------|----------------------|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|
|       |                      |                      | Всего               | в том числе, в инновационной форме | в том числе, в электронной форме |
| Всего |                      |                      |                     |                                    |                                  |

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

| 6.1. Основная литература       |                              |   |                               |
|--------------------------------|------------------------------|---|-------------------------------|
|                                | Авторы, составители          | Заглавие  | Издательство, год             |
| Л1.1                           | Агравал Г. П., Денисюк И. Ю. | Применение нелинейной волоконной оптики: учеб. пособие для студентов вузов                            | Москва: Лань, 2011            |
| 6.2. Дополнительная литература |                              |   |                               |
|                                | Авторы, составители          | Заглавие  | Издательство, год             |
| Л2.1                           | Пихтин А. Н.                 | Оптическая и квантовая электроника: учебник для вузов по направлению "Электроника и микроэлектроника" | Москва: Высшая школа, 2001    |
| Л2.2                           | Чео П. К.                    | Волоконная оптика. Приборы и системы: перевод с английского   | Москва: Энергоатомиздат, 1988 |
| Л2.3                           | Стерлинг Д. Дж.              | Техническое руководство по волоконной оптике  | Москва: Лори, 2001            |

## 7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

|    |  |                              |
|----|--|------------------------------|
| Э1 | Сайт Национального открытого университета ИНТУИТ [Электронный ресурс]: – Режим доступа, открытый | www.intuit.ru                |
| Э2 | Поисковые системы  | www.yandex.ru; www.google.ru |

## 8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Самостоятельная работа студентов регламентируется графиком учебного процесса и самостоятельной работы. По дисциплине «Волоконная оптика» предусмотрено 54 часов (1.5 з. е.). Из них 36 часов (1.0 з. е.) – на изучение разделов теоретического цикла, 18 часов (0.5 з. е.) – на подготовку к практическим занятиям.

Форма контроля самостоятельного изучения теоретического курса – устный опрос на контрольные вопросы по модулям по окончании занятий.

## 9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

### 9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

|       |                 |
|-------|-----------------|
| 9.1.1 | MS Office 2010. |
|-------|-----------------|

### 9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

|       |                  |
|-------|------------------|
| 9.2.1 | не предусмотрено |
|-------|------------------|

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для осуществления образовательного процесса необходимо:

Оснащенные проекционной и компьютерной техникой учебные аудитории;

У каждого обучающегося должен быть доступ к компьютеру, на котором должны быть предустановлены программное обеспечение среды MS Office 2010.

Лабораторные работы проводятся в специализированной аудитории не менее чем на 6-8 рабочих мест.