Факультет физики НИЦ ВШЭ 2023-2024 учебный год

Программа учебной дисциплины

|  |  |
| --- | --- |
| Название дисциплины | Прикладная фотоника и волоконная оптика |
| Аватор(ы) программы | Бутов Олег Владиславович |
| Курс | 4 курс |
| Модули | 1 модуль |
| Объем курса | 1 лексция в неделю  1 семинар в неделю |
| Элементы контроля | Реферат, экзамен |

1. Аннотация курса

Целью освоения дисциплины «Прикладная фотоника и волоконная оптика» является получение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области экспериментальной фотоники, лазерной физики, волоконной оптики, оптической сенсорики.

1. Программа курса

**Раздел 1** Введение

**Тема 1** Основы оптики

Волны. Интерференция света. Фаза. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Шкала электромагнитных волн. Оптические материалы, кварцевое стекло, электронное и фононное поглощение, область высокой прозрачности. Рассеяние света. Дисперсия. Соотношение Крамерса-Кронига. Формула Зельмеера. Распространение света через границу двух сред. Отражение и преломление света на границе двух диэлектриков. Полное внутреннее отражение.

**Тема 2** Излучение атомов и молекул

Люминесценция. Излучение атомов и молекул. Спектральные закономерности. Комбинационное рассеяние света.

**Раздел 2** Лазеры и приборы

**Тема 1** Лазеры

Лазеры. История создания. Спонтанное и вынужденное излучение, поглощение. Принцип работы лазеров. Инверсная населенность. Свойства лазерных пучков. Монохроматичность. Когерентность. Яркость. Длительность импульсов. Типы лазеров, конструкции и режимы работы лазеров. Твердотельные, газовые лазеры, лазеры на красителях. Моды лазерного резонатора

**Тема 2** Основы спектроскопии

Полупроводниковые источники и приемники оптического излучения. Спектральные оптические приборы, Основы спектроскопии.

Тема 3 Основы полупроводниковой техники

Полупроводники и полупроводниковые приборы. Полупроводники p- и n- типа. Принцип работы диода, светодиода. Прямозонные и непрямозонные полупроводники. Светодиод и лазерный диод. Принцип работы и спектры излучения. Фотодиод. Режимы работы фотодиода.

**Раздел 3** Волоконная оптика

**Тема 1** Основы волоконной оптики

Основы волоконной оптики. История. Распространение света в световодое, основные параметры световода. Моды оптического волокна. Одномодовые и многомодовые волокна. Области высокой прозрачности световода, примесное поглощение, дефекты, наведенноге поглощение, фоточувствительность, радиационная стойкость оптических волокон. Дисперсия в волокне. Нелинейные эффекты в волокнах. Рассеяние в оптических волокнах. Рефлектометрия оптических волокон. Передача информации по волокнам. Принципы построения волоконных телекоммуникационных систем. Скорость передачи, системы мультиплексирования каналов

**Тема 2** Волоконно-оптические приборы и устройства

Волоконно-оптические элементы, инструменты и приборы для работы с волоконными световодами. Активные волоконные световоды. Легирующие добавки для активных волокон. Волоконные лазеры, усилители.

**Раздел 4** Волоконно-оптические датчики

**Тема 1** Обзор волоконно-оптических датчиков

Волоконно-оптические датчики и системы на их основе. Типы волоконно-оптических датчиков. Амплитудные датчики. Трансдьюсеры.

**Тема 2** Распределенные датчики

Распределенные датчики. Когерентная и некогерентная рефлектометрия. Рамановские датчики, Датчики на эффекте рассеяния Мандельштама-Бриллюэна.

**Тема 3** Волоконные интерферометры

Интерферометры, типы интерферометров. Волоконные интерферометры. Интерферометр Фабри-Перо, Маха-Цандера, Майкельсона, Саньяка. Волоконные датчики на основе интерферометров

**Тема 4** Волоконные решетки

Волоконные решетки. Длиннопериодные и брэгговские решетки. Основные параметры решеток. Методы записи решеток. Датчики на брэгговских решетках.

**Тема 5** Другие типы датчиков

Датчики на эванесцентных полях. Свойства датчиков и их применение. Термическая и радиационная устойчивость. Перспективы использования волоконных датчиков.

1. Элементы контроля и правила оценивания

**Реферат** на тему, связанную с современной прикладной фотоникой. Темы рефератов предлагаются преподавателем или могут быть предложены студентом по согласованию с преподавателем. Реферат представляется студентом в виде доклада с презентацией.

**Устный** экзамен по программе курса

Правила оценивания:

**Оценка за реферат** ОРеф является неокругленным средним оценок за содержание реферата и его защиту.

**Оценка за экзамен** ОЭ выставляется по результатам ответа на экзамене экспертным мнением преподавателя

Итоговая оценка ИО выставляется по формуле

ИО=0,40 Ореф+0.6 ОЭ

округление итоговой оценки по арифметическим правилам.

1. Пример заданий элементов контроля

*Пример формулировки названия реферата*

«**Рефлектометрия, рефлектометры. Применение в телекоммуникации и сенсорике**»

*Пример билета на устном экзамене (вес каждого вопроса – 50 %):*

1. Волны, шкала электромагнитных волн. Фаза, интерференция света. Интерферометры. Эксперимент Юнга, Эксперимент Майкельсона-Морли.
2. Мультиплексирование и демультиплексирование оптических сигналов. Мультиплексирование по спектру и по времени (WDM, TDM)
3. Рекомендованная литература и ссылки по теме
   1. **Основной список**
4. Ландсберг Д.С. Оптика. Учеб. пособие: Для вузов. – 6-е изд., стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003 г., – 848 с. – ISBN 5-9221-0314-8
5. Лебедева В.В. Экспериментальная оптика. – 4-е изд., – М.: Физический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова, 2005 г., – 282 с.
6. Агравал Г. Нелинейная волоконная оптика: Пер. с англ. – М.: МИР, 1996 г., – 323 с.
7. Волоконно-оптические датчики. Вводный курс для инженеров и научных работников, под ред.Удда.Э. Пер. с англ. – М.: ТЕХНОСФЕРА, 2008 г., – 520 с. – ISBN 978-5-94836-191-8
8. Савельев И.В. Курс общей физики, том З. Оптика. Атомная физика. М.: Наука, 1971
9. В.Н.Трещиков, В.Н. Листвин, DWDM системы IV, Техносфера, Москва 2021
10. G.P.Agrawal Fiber-Optic communication systems, Fourth Edition, WLIEY, 2010
11. Ed. Jose Miguel Lopez-Higuera, Handbook of Optical Fibre Sensing Technology, 2001
12. Orazio Svelto, Principles of Lasers, Fifth edition, Springer, 2010
    1. Дополнительный список
13. Короленко В.П., Оптика когерентного излучения, МГУ, Москва, 1997
14. Тюрин Ю.И., Чернов И.П., Крючков Ю.Ю. Физика. Оптика. Учебник. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009.-240с.
15. Якушенков Ю.Г. Основы оптико-электронного приборостроения. Учебник. М.: Советское радио, 1977.-272с.
16. Жакин А.И. Лекции по оптике: учебное пособие. Курск: Юго-Зап.ун-т, 2013.-242 с.
17. Андреев В.А., Денисов Ф.Т. и др. Оптика и квантовая физика. Уч. пособие для выполнения лабораторных работ. Под ред. Казакова С.М.- Чебоксары: ЧПИ МГОУ, 2010.- 150 с.
18. Raman Kashyap, Fiber Bragg Gratings, Academic press, 1999