

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### «Фотоника инфракрасного диапазона»

Дисциплина «Фотоника инфракрасного диапазона» является частью программы магистратуры «Материалы и технологии волоконной оптики» по направлению «12.04.03 Фотоника и оптоинформатика».

#### **Цели и задачи дисциплины**

Цель учебной дисциплины «Фотоника инфракрасного диапазона» – приобретение знаний в области оптических явлениях в инфракрасном (ИК) диапазоне электромагнитного спектра, подходов к их описанию в различных физических (природных и технических) системах; формирование умений, навыков и компетенций по их анализу, исследованию и применению в технических системах; знакомство с основными методами изготовления заготовок световодов и вытяжки волокон; оборудованием, используемым при изготовлении оптических волокон, и контрольно-испытательным оборудованием; изучение и приобретение навыков использования методов математического и компьютерного моделирования при решении конструкторских и технологических задач в будущей профессиональной деятельности. Задачи учебной дисциплины: В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- знать физику ИК - диапазона электромагнитного поля в ее взаимосвязи со всем спектром законов физики и пределы ее применимости;
- формировать умение пользоваться основными оптическими измерительными приборами, анализировать полученные экспериментальные данные и производить с их помощью расчеты характеристик оптических систем ИК - диапазона;
- формировать навыки применения положений оптической физики к научному анализу ситуаций в ИК - фотонике, с которыми инженеру приходится сталкиваться при создании новой техники и новых технологий;
- владеть основными подходами, позволяющими описать оптические явления при решении современных и перспективных технологических задач при конструировании аппаратуры для ИК – диапазона электромагнитных волн;
- владеть основными теоретическими и экспериментальными подходами, позволяющими анализировать прочность и надежность технических систем, содержащих элементы ИК-фотоники;
- знать принципы работы, а также владеть навыками использования технологического оборудования (литографов, МСVD - оборудования), с которым инженеру приходится сталкиваться при создании техники ИК- диапазона;
- формирование умения разрабатывать технологию получения микроструктурированных оптических волокон (ОВ);
- формирование навыков расчета свойств специальных волоконных световодов..

### Изучаемые объекты дисциплины

- физические явления и процессы в ИК оптических системах;
- физические приборы для исследования ИК оптических систем;
- физические приборы, основанные на ИК оптических явлениях;
- методы исследования ИК оптических систем;
- принципы работы технологического оборудования для производства компонентов ИК - устройств фотоники;
- свойства телекоммуникационных и специальных волокон и области их применения в волоконно-оптических датчиках и устройствах..

### Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах			
		Номер семестра			
		3			
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54			
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:					
- лекции (Л)				16	16
- лабораторные работы (ЛР)				32	32
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)					
- контроль самостоятельной работы (КСР)				6	6
- контрольная работа					
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90			
2. Промежуточная аттестация					
Экзамен	36	36			
Дифференцированный зачет					
Зачет					
Курсовой проект (КП)					
Курсовая работа (КР)					
Общая трудоемкость дисциплины	180	180			

### Краткое содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
3-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
ИК устройства для передачи информации	8	32	0	54
<p>Тема 4. ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ИК КОМПОНЕНТЫ ВОЛОКОННО - ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРДАЧИ ИНФОРМАЦИИ.</p> <p>ИК - фотоприемники. Оптические разветвители, мультиплексоры и демультиплексоры, коммутаторы и изоляторы. Внешние оптические модуляторы. Оптические линии связи. Волоконные линии связи. Технологии спектрального (WDM) и временного (TDM) уплотнения информации в волоконных линиях связи. Модовое (угловое) уплотнение. Оптические солитоны в волоконно-оптических линиях связи. ИК – нановолноводы. Плазмонные волноводы “металл – диэлектрик – метал ” (МДМ) и ДМД типов.</p> <p>Тема 5. ПЛАНАРНАЯ ИК ОПТИКА.</p> <p>Реализация дифракционных решеток, линзовых, растровых и призматических элементов методами планарной технологии. Сумматоры и делители мощности, интерферометр Маха-Цендера на основе планарной технологии. Устройства обработки информации на основе интерферометрических схем, принципы резервуарных вычислений и их реализация планарными приборами. Устройства нелинейного преобразования излучения (конверсии частот) в области ближнего и среднего ИК диапазона. Металповерхности из металлических наночастиц и их свойства в ИК диапазоне.</p> <p>Тема 6. ТРЕХМЕРНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ИК УСТРОЙСТВА.</p> <p>ИК - наноантенны. Основы теории антенн. Отличие оптических наноантенн от их СВЧ - аналогов. Наноантенны на основе плазмонных материалов (благородных металлов и графена) и углеродных нанотрубок. Фотонные кристаллы и метаматериалы. Управление рефракцией и рассеянием света с помощью трансформационной оптики. Метаматериалы с близкими к нулю значениями диэлектрической и магнитной проницаемости для улучшения когерентности. Гиперболические</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
метаматериалы. Оптические ловушки и оптическое управление движением наночастиц. Тема 7. ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ИК ИЗЛУЧЕНИЯ В АТМОСФЕРЕ И КОСМОСЕ. Распространение световых импульсов в свободном пространстве: дифракционная расходимость излучения, поглощение и рассеяние атмосферными газами и малыми частицами. Теория Рэлеевского рассеяния. Лидары и дистанционное зондирование, лазерная космическая связь.				
Технологии производства в ИК – фотонике	3	0	0	20
Тема 8. MCVD (modified chemical vapor deposition) – технология (модифицированное химическое осаждение из газовой фазы). Методы получения чистого диоксида кремния для изготовления оптических волокон. Контроль осаждения химических компонентов при использовании метода. Методы снижения количества загрязняющих компонентов. Преимущества и недостатки MCVD – технологии по сравнению с другими технологиями (PCVD, OVD, VAD). Тема 9. Литография. Оптическая литография. Литографический процесс с экспонированием (облучением) фоторезиста «глубоким» (deep ultra violet—DUV) и «жестким» (extreme ultra violet — EUV) ультрафиолетовым излучением. Пределы технологических допусков получаемых функциональных элементов. Иммерсная нанолитография. Электронная литография. Безмасочная литография.				
Генерация ИК излучения	5	0	0	16
Тема 1. ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках. Энергетические состояния в полупроводниках. Оптические переходы. Квантоворазмерные структуры: квантовые ямы, проволоки и точки. Полупроводниковые гетеропереходы и инжекционная электролюминесценция. Тема 2. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ИК ЛАЗЕРЫ И УСИЛИТЕЛИ. Полупроводниковые лазеры с электронной и				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>оптической накачкой. Гетеролазеры с распределенной обратной связью. Инжекционные лазеры, лазерные линейки и решетки. Поверхностно-излучающие (планарные) инжекционные микролазеры. Каскадные лазеры. Волоконные лазеры и усилители. Генерация ультракоротких импульсов света.</p> <p>Тема 3. НАНОЛАЗЕРЫ ИК ДИАПАЗОНА. ИК - лазеры и усилители на поверхностных плазмонах и локализованном плазмонном резонансе (спазеры). Волна Зоммерфельда - Ценнека. Поверхностный плазмон – поляритон. Поверхностный плазмонный резонанс. Локализованный плазмонный резонанс в металлических наночастицах. Плазмонные резонаторы. Линейки и решетки плазмонных резонаторов. Плазмонные метаматериалы. Нелинейная плазмоника (генерация второй и третьей гармоник, четырех - волновое смешение гармоник). Нанолазеры. Использование наноструктурированных форм углерода (графена и углеродных нанотрубок) в элементной базе ИК устройств.</p>				
ИТОГО по 3-му семестру	16	32	0	90
ИТОГО по дисциплине	16	32	0	90