



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра общей и экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ
Декан Н.М. Буднев
«22» апреля 2020 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля) **Б1.В.ДВ.01.01**

Квантовая и оптическая электроника

Направление подготовки **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Профиль "Электроника и наноэлектроника"

Квалификация (степень) выпускника - Бакалавр

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол № 25 от 21.04.2020

Зам. председателя

В.В. Чумак

Рекомендовано кафедрой

Общей и экспериментальной физики

Протокол № 6
От 13.04.2020 г.

Зав.кафедрой

А.А. Гаврилюк

Иркутск 2020 г.

Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	4
5. Содержание дисциплины (модуля)	5
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	
5.2 Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	
5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	
6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов.	11
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	11
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) :	11
а) основная литература;	
б) дополнительная литература;	
в) программное обеспечение;	
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).	13
10. Образовательные технологии	13
11. Оценочные средства (ОС).	13

1. Цели и задачи дисциплины (модуля):

Целью дисциплины является ознакомление студентов с принципами работы современных квантовооптических элементов, используемых в современной электронике и микроэлектронике, демонстрация возможностей современных устройств квантовой и оптической электроники, обсуждение возможных способов применения таких устройств для улучшения характеристик систем электроники и микроэлектроники.

Задачей дисциплины является получение информации о принципах усиления и генерации света на основе индуцированного излучения, об оптических резонаторах лазерных систем, принципах действия различных типов лазеров, об устройствах оптоэлектроники и принципах приёма, переработки и хранения информации.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Учебная дисциплина «Квантовая и оптическая электроника» является дисциплиной профессионального цикла базовой части. Код учебного цикла Б1.В.ДВ.01.01.

Дисциплина базируется на курсе "Квантовая оптика и атомная физика", «Физика полупроводников» и тесно связан с курсами "Твердотельная электроника", "Микро- и наноэлектроника", "Материалы электронной техники", "Современное физическое материаловедение".

Общая трудоемкость - 3 зачетные единицы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций:

профессиональные компетенции (ПК): ПК-3, ПК-5

(ПК-3) - Анализировать современное состояние методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур.

(ПК-5) - Готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

Индекс компетенции	Индекс образовательного результата	Образовательный результат
ПК-5	3-1	физическую сущность процессов, протекающих при взаимодействии электромагнитного (оптического) излучения с веществом, возможности и технические характеристики приборов и устройств квантовой и оптической электроники; области их применения в современной науке и технике.
ПК-3	3-2	о принципах действия устройств квантовой и оптической электроники, применяемых для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Уметь:

Индекс компетенции	Индекс образовательного результата	Образовательный результат
ПК-5	У-1	исследовать основные характеристики квантовых и оптоэлектронных приборов; учитывать современные тенденции развития квантовой и оптической электроники при выполнении расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения.
ПК-3	У-2	анализировать современное состояние методов и оборудования квантовой и оптической электроники для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Владеть:

Индекс компетенции	Индекс образовательного результата	Образовательный результат
ПК-5	В-1	методами расчета оптических квантовых генераторов и элементов оптоэлектронных приборов и устройств.
ПК-3	В-2	обоснованными методами использования и модернизации экспериментального оборудования квантовой и оптической электроники

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	72/2	72/2
В том числе:		
Лекции	36/1	36/1
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы	36/1	36/1
КСР	-	
Самостоятельная работа (всего)	36/1	36/1
В том числе:		
Курсовой проект (работа)		
Расчетно-графические работы		
Реферат (при наличии)		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		
Подготовка докладов по темам, решение задач, подготовка к зачету	36/1	36/1
Вид промежуточной аттестации: зачет	Зачет	Зачет
Вид итоговой аттестации:		
Общая трудоемкость: часы	108	108
зачетные единицы	3	3

5. Содержание дисциплины (модуля)

Особенности оптической и квантовой электроники. Преимущества оптического диапазона связи. Взаимодействие электромагнитного излучения с атомами и молекулами. Усиление и генерация электромагнитного излучения. Свойства, распространение и преобразование лазерных пучков. Оптические явления в однородных полупроводниках и гетероструктурах. Линейная кристаллооптика. Нелинейная оптика. Газовые, твёрдотельные и жидкостные лазеры. Светодиоды и полупроводниковые лазеры. Лазеры с использованием квантово-размерных эффектов. Фотоприемники и приборы управления оптическим излучением. Оптические методы передачи и обработки информации.

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля).

Введение. Предмет дисциплины и ее задачи. Особенности оптической и квантовой электроники. Преимущества оптического диапазона связи. Перспективы и основные направления развития оптической и квантовой электроники.

Раздел 1. Взаимодействие электромагнитного излучения с атомами и молекулами.

1.1. Способы описания электромагнитного излучения. 1.2. Квантовые переходы. Вероятность перехода. Матричный элемент. Дипольное приближение. 1.3 Спонтанное и индуцированное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. 1.4. Уширение спектральных линий. Механизмы уширения. Однородное и неоднородное уширение.

Раздел 2. Усиление и генерация электромагнитного излучения

2.1. Принцип работы о.к.г. Инверсия населенностей. Возбуждение активного вещества - накачка. Методы накачки. 2.2. Кинетические уравнения. Двух-, трех-, и четырехуровневые схемы работы. 2.3. Пороговая мощность источника накачки. 2.4. Оптические резонаторы. Добротность резонатора. Потери в оптических резонаторах. Собственные типы колебаний - моды. Требования к резонаторам оптического диапазона. Типы резонаторов. 2.5. Спектральные характеристики и распределение поля. 2.6. Условие устойчивости. Неустойчивые резонаторы. Селекция аксиальных и неаксиальных типов колебаний. 2.7. Условие самовозбуждения лазеров. Пороговая энергия накачки по генерации. Насыщение усиления. 2.8. Одномодовая и многомодовая генерация. Нестационарная генерация. 2.9. Модуляция добротности резонатора. Гигантские импульсы. Методы модуляции добротности. Синхронизация мод и сверхкороткие лазерные импульсы.

Раздел 3. Свойства, распространение и преобразование лазерных пучков

3.1. Монохроматичность. Поляризация. Когерентность. Пространственная и временная когерентность. Направленность лазерного излучения. Яркость. Энергетическая и фотометрическая яркость. 3.2. Гауссовы пучки. Распространение и преобразование гауссовых пучков.

Раздел 4. Линейная кристаллооптика

4.1. Оптика изотропных сред. Прохождение света через границу раздела двух сред. 4.2. Оптика анизотропных сред. Тензор диэлектрической проницаемости. Оптическая индикатриса. Естественное двулучепреломление. Электрооптические эффекты Поккельса и Керра. Магнитооптические эффекты. Брегговская дифракция на акустических волнах.

Раздел 5. Нелинейная оптика

5.1. Нелинейная поляризуемость кристалла и нелинейные оптические эффекты. Генерация гармоник. Условие фазового синхронизма. Параметрическое преобразование и параметрическая генерация света.

Раздел 6. Оптические явления в однородных полупроводниках и гетероструктурах

6.1. Оптические переходы в полупроводниках. Особенности зонной структуры и

оптических свойств полупроводниковых соединений A_3B_5 , A_2B_6 и A_4B_6 . Электронные состояния и оптическое поглощение в твердых растворах и сильнолигированных полупроводниках. 6.2 Люминесценция полупроводников. Квазиуровни Ферми. Механизмы излучательной рекомбинации. 6.3. Фотоэлектрические эффекты в однородных кристаллах. Фотоэлектрические эффекты в неоднородных структурах и p-n-переходах. 6.4. Гетеропереходы в полупроводниках. Свойства гетеропереходов. Эффект односторонней инжекции.

Раздел 7. Газовые лазеры

7.1. Общая характеристика и особенность газовых лазеров. 7.2. Гелий-неоновый лазер. Лазер на парах меди. 7.3. Ионные газовые лазеры. Гелий-кадмиевый лазер. Аргонный лазер. 7.4. Молекулярный лазер. Газоразрядные CO_2 -лазеры. Газодинамические лазеры. Азотный лазер. 7.5. Эксимерные лазеры.

Раздел 8. Твердотельные и жидкостные лазеры

8.1. Общая характеристика и особенности твердотельных лазеров. Активные материалы. Требования к матрицам. Требования к активаторам. 8.2. Рубиновый лазер. 8.3. Лазеры на кристаллах и стеклах, активированных неодимом. 8.4. Твердотельные перестраиваемые лазеры. 8.5. Общая характеристика и особенности жидкостных лазеров.

Раздел 9. Светодиоды и полупроводниковые лазеры

9.1. Общая характеристика и особенность полупроводниковых светодиодов. Светодиоды на основе полупроводников с прямой и непрямой структурой энергетических зон. 9.2. Общая характеристика и особенность полупроводниковых лазеров. Требования к активным материалам. 9.3. Лазеры с электронной и оптической накачкой. 9.4. Инжекционные лазеры на гетеропереходах. 9.5. Лазеры на двойных гетероструктурах. 9.6. Лазеры с раздельным оптическим и электронным ограничением. 9.7. Лазеры с использованием квантово-размерных эффектов.

Раздел 10. Фотоприемники и приборы управления оптическим излучением

10.1. Классификация и технические характеристики приемников оптического излучения. 10.2. Полупроводниковые фотоприемники. 10.3. Фоторезисторы. 10.4. Фотодиоды. P-i-n фотодиоды и лавинные фотодиоды. 10.5. Приемники оптических изображений. Приборы с зарядовой связью в качестве фотоприемников. 10.6. Модуляторы лазерного излучения. 10.7. Электрооптические модуляторы. Абсорбционные модуляторы. Акустооптические модуляторы света. Пассивные затворы. 10.8. Дефлекторы.

Раздел 11. Оптические методы передачи и обработки информации

11.1. Характеристика и особенность оптической связи. Структурные элементы оптоэлектроники. 11.2. Оптопары, оптроны как структурные элементы оптоэлектроники. Типы оптопар. 11.3. Передача оптических сигналов по световодам. Волоконно-оптические линии связи. 11.4. Элементы интегральной оптики.

5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Курс «Квантовая и оптическая электроника» является основой для изучения следующих дисциплин профессионального цикла:

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)								
		6	10	11						
1.	Материалы электронной техники	6	10	11						
2.	Современное физическое материаловедение	6	9	10	11					
3.	Государственная итоговая аттестация	1	2	3	7	8	9	10	11	

5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела Наименование темы	Виды занятий в часах					
		Лекц.	Практ. зан.	Лаб	КСР	СРС	Всего
1.	Р1. Взаимодействие электромагнитного излучения с атомами и молекулами.	2				2	4
2.	Р2. Усиление и генерация электромагнитного излучения	6				6	12
3.	Р3. Свойства, распространение и преобразование лазерных пучков	4				4	8
4.	Р4. Линейная кристаллооптика	2				2	4
5.	Р5. Нелинейная оптика	2				2	4
6.	Р6. Оптические явления в однородных полупроводниках и гетероструктурах	4				4	8
7.	Р7. Газовые лазеры	2				2	4
8.	Р8. Твердотельные и жидкостные лазеры	2				2	4
9.	Р9. Светодиоды и полупроводниковые лазеры	4				4	8
10.	Р10. Фотоприемники и приборы управления оптическим излучением	4				4	8
11.	Р11. Оптические методы передачи и обработки информации	4		36		4	44
	Итого:	36		36		36	108

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ. зан.	Сем.	КСР	СРС	Всего
1.	Взаимодействие электромагнитного излучения с атомами и	1.1. Способы описания электромагнитного излучения. 1.2. Квантовые переходы. Вероятность перехода. Матричный элемент. Дипольное приближение. 1.3 Спонтанное и индуцированное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. 1.4. Уширение	2				2	4

	молекулами.	спектральных линий. Механизмы уширения. Однородное и неоднородное уширение.						
2.	Усиление и генерация электромагнитного излучения	2.1. Принцип работы о.к.г. Инверсия населенностей. Возбуждение активного вещества - накачка. Методы накачки. 2.2. Кинетические уравнения. Двух-, трех-, и четырехуровневые схемы работы. 2.3. Пороговая мощность источника накачки. 2.4. Оптические резонаторы. Добротность резонатора. Потери в оптических резонаторах. Собственные типы колебаний - моды. Требования к резонаторам оптического диапазона. Типы резонаторов. 2.5. Спектральные характеристики и распределение поля. 2.6. Условие устойчивости. Неустойчивые резонаторы. Селекция аксиальных и неаксиальных типов колебаний. 2.7. Условие самовозбуждения лазеров. Пороговая энергия накачки по генерации. Насыщения усиления. 2.8. Одномодовая и многомодовая генерация. Нестационарная генерация. 2.9. Модуляция добротности резонатора. Гигантские импульсы. Методы модуляции добротности. Синхронизация мод и сверхкороткие лазерные импульсы.	6				6	12
3.	Свойства, распространение и преобразование лазерных пучков	3.1. Монохроматичность. Поляризация. Когерентность. Пространственная и временная когерентность. Направленность лазерного излучения. Яркость. Энергетическая и фотометрическая яркость. 3.2. Гауссовы пучки. Распространение и преобразование гауссовых пучков.	4				4	8
4	Линейная кристаллооптика	4.1. Оптика изотропных сред. Прохождение света через границу раздела двух сред. 4.2. Оптика анизотропных сред. Тензор диэлектрической проницаемости. Оптическая индикатриса. Естественное двулучепреломление. Электрооптические эффекты Поккельса и Керра. Магнитооптические эффекты. Бреговская дифракция на акустических волнах.	2				2	4
5	Нелинейная оптика	5.1. Нелинейная поляризуемость кристалла и нелинейные оптические эффекты. Генерация гармоник. Условие фазового синхронизма. Параметрическое преобразование и параметрическая генерация света.	2				2	4
6	Оптические явления в	6.1. Оптические переходы в полупроводниках. Особенности зонной структуры и оптических	4				4	8

	однородных полупроводниках и гетероструктурах	свойств полупроводниковых соединений АЗВ5, А2В6 и А4В6. Электронные состояния и оптическое поглощение в твердых растворах и сильнолигированных полупроводниках. 6.2 Люминесценция полупроводников. Квазиуровни Ферми. Механизмы излучательной рекомбинации. 6.3. Фотоэлектрические эффекты в однородных кристаллах. Фотоэлектрические эффекты в неоднородных структурах и р-п-переходах. 6.4. Гетеропереходы в полупроводниках. Свойства гетеропереходов. Эффект односторонней инжекции.						
7	Газовые лазеры	7.1. Общая характеристика и особенность газовых лазеров. 7.2. Гелий-неоновый лазер. Лазер на парах меди. 7.3. Ионные газовые лазеры. Гелий-кадмиевый лазер. Аргоновый лазер. 7.4. Молекулярный лазер. Газоразрядные СО ₂ -лазеры. Газодинамические лазеры. Азотный лазер. 7.5. Экимерные лазеры.	2				2	4
8	Твердотельные и жидкостные лазеры	8.1. Общая характеристика и особенности твердотельных лазеров. Активные материалы. Требования к матрицам. Требования к активаторам. 8.2. Рубиновый лазер. 8.3. Лазеры на кристаллах и стеклах, активированных неодимом. 8.4. Твердотельные перестраиваемые лазеры. 8.5. Общая характеристика и особенности жидкостных лазеров.	4				4	8
9	Светодиоды и полупроводниковые лазеры	9.1. Общая характеристика и особенность полупроводниковых светодиодов. Светодиоды на основе полупроводников с прямой и непрямой структурой энергетических зон. 9.2. Общая характеристика и особенность полупроводниковых лазеров. Требования к активным материалам. 9.3. Лазеры с электронной и оптической накачкой. 9.4. Инжекционные лазеры на гетеропереходах. 9.5. Лазеры на двойных гетероструктурах. 9.6. Лазеры с отдельным оптическим и электронным ограничением. 9.7. Лазеры с использованием квантово-размерных эффектов.	4				4	8
10.	Фотоприемники и приборы управления оптическим излучением	10.1. Классификация и технические характеристики приемников оптического излучения. 10.2. Полупроводниковые фотоприемники. 10.3. Фоторезисторы. 10.4 Фотодиоды. Р-і-п фотодиоды и лавинные	4				4	8

		фотодиоды. 10.5. Приемники оптических изображений. Приборы с зарядовой связью в качестве фотоприемников. 10.6. Модуляторы лазерного излучения. 10.7. Электрооптические модуляторы. Абсорбционные модуляторы. Акустооптические модуляторы света. Пассивные затворы. 10.8. Дефлекторы.						
11	Оптические методы передачи и обработки информации	11.1. Характеристика и особенность оптической связи. Структурные элементы оптоэлектроники. 11.2. Оптопары, оптроны как структурные элементы оптоэлектроники. Типы оптопар. 11.3. Передача оптических сигналов по световодам. Волоконно-оптические линии связи. 11.4. Элементы интегральной оптики.	4	36			4	44
Всего за семестр:			36	36			36	108

6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	Раздел 11.1 Физические основы распространения светового луча в оптическом волноводе	Пз.1. Компьютерная модель планарного оптического волновода.	6	Устный и письменный текущий контроль	ПК-3 ПК-5
		Пз.2. Элементы Фурье-оптики. Опыт Аббе-Портера.	4	Устный и письменный текущий контроль	ПК-3 ПК-5
		Пз.3. Потери в оптическом световоде	4	Устный и письменный текущий контроль	ПК-3 ПК-5
		Пз.4. Ввод оптического излучения в световод. Апертура оптического волокна.	4	Устный и письменный текущий контроль	ПК-3 ПК-5
		Пз.5. Электрооптическая модуляция светового пучка. Ячейка Погкельса.	4	Устный и письменный текущий контроль	ПК-3 ПК-5
2	Раздел 11.2. Передача и преобразование светового сигнала в оптоволоконной линии связи	Пз.6. Оптические потери в элементах линии связи.	4	Устный и письменный текущий контроль	ПК-3 ПК-5
		Пз.7. Фильтрация, разделение и объединение оптических сигналов.	6	Устный и письменный текущий контроль	ПК-3 ПК-5
		Пз.8. Спектральное уплотнение оптических сигналов в линиях связи.	4	Устный и письменный текущий контроль	ПК-3 ПК-5

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	P1.	Работа с учебником, справочной литературой, первоисточникам и, конспектом	Повторение и углубленное изучение учебного материала лекции, ПЗ с использованием конспекта лекций, литературы, Интернет - ресурсов	Источники 1 из основной и 1-6 из дополнительной литературы; Самостоятельный поиск литературы на образовательных ресурсах, доступные по логину и паролю, предоставляемым Научной библиотекой ИГУ	2
2-4	P2.				6
5-6	P3.				4
7	P4.				2
8	P5.				2
9-10	P6.				4
11	P7.				2
12	P8.				4
13-14	P9.				4
15-16	P10.				4
17-18	P11.				4

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа бакалавров – индивидуальная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства преподавателя (научного руководителя (консультанта)), в ходе которой бакалавр активно воспринимает, осмысливает полученную информацию, решает теоретические и практические задачи. В процессе проведения самостоятельной работы формируются компетенции: ПК-3, ПК-5.

На самостоятельную работу выносятся следующие вопросы по темам дисциплины:

1. Линейная кристаллооптика. (P.4.T1-T.3).
2. Нелинейная оптика (P.5.T1-T.2).
3. Оптические явления в однородных полупроводниках и гетероструктурах (P.6.T1-T.4).
4. Газовые лазеры (P.7.T1-T.5).
5. Твердотельные и жидкостные лазеры (P.8.T.1-T.5).
6. Светодиоды и полупроводниковые лазеры (P.9.T.1-T.5.).
7. Фотоприемники и приборы управления оптическим излучением (P.10.T.1-T.5).
8. Оптические методы передачи и обработки информации (P.11.T1-T.8).

Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает: работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме дисциплины; выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ; опережающая самостоятельная работа; изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольным работам; подготовка к защите индивидуальных домашних заданий; подготовка к зачету. Творческая самостоятельная работа включает: анализ индивидуального домашнего задания; поиск, анализ и презентация информации; выполнение расчетно-графической работы; формулирование выводов о проделанной работе.

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

планом не предусмотрено

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

а) основная литература

1. Пихтин, Александр Николаевич. Квантовая и оптическая электроника [Текст] : учебник / А. Н. Пихтин. - СПб. : Абрис, 2012. - 656 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 652-653. - ISBN 978-5-4372-0004-9 (12 экз.)
2. Алексеев Г.В. Квантовая и оптическая электроника.– 20 экз.

б) дополнительная литература

1. Щука, А. А. Электроника [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 654100 - Электроника и микроэлектроника / А. А. Щука ; ред. А. С. Сигов. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005. - 799 с. : ил. ; 24 см. - Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с.792-799 . - ISBN 5-94157-461-4 (3 экз.)
2. Звелто, Орацио. Принципы лазеров = Principles of Lasers : рекоменд. студ., аспирантам, науч. сотруд. ун-тов, вузов и науч.-исслед. учрежд. / О. Звелто ; ред. Т. А. Шмаонов ; пер. с англ.: Д. Н. Козлов и др. - 4-е изд. - СПб. : Лань, 2008. - 720 с. : граф. ; 24 см. - (Учебные пособия для вузов. Специальная литература). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-8114-0844- (3 экз.)
3. Ярив, Амнон. Квантовая электроника [Текст] : научное издание / А. Ярив ; пер. с англ. Я. И. Ханин. - 2-е изд. - М. : Сов. радио, 1980. - 488 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 463-481. - Предм. указ.: с. 482-484. - Загл. 1-го изд.: Квантовая электроника и нелинейная оптика. - Пер. изд. :Quantum electronics / Amnon Yariv. - New York, 1975. (3.экз.)
4. Щука, Александр Александрович. Нанoeлектроника [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по направл. подготовки "Прикл. математика и физика" / А. А. Щука. - 2-е изд. - ЭВК. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - (Нанотехнологии). - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - 15 доступ. - ISBN 978-5-9963-1055-5 (+15 экз.)
5. Рощин, Владимир Михайлович. Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. 210100 "Электроника и микроэлектроника" : в 2 ч. / В. М. Рощин. - 2-е изд. - ЭВК. - М. : Бином. Лаборатория знаний. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-94774-913-7. Ч. 2. - 2012. - ISBN 978-5-9963-1471-3
6. Раскин, А. А. Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники. Ч. 1 [Текст]: учеб. пособие / А. А. Раскин , авт. В. К. Прокофьев. - 2-е изд. (эл.). - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 166 с.; есть. - Режим доступа: ЭБС "Руконт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-1470-6 (Ч. 1). - ISBN 978-5-94774-913-7

в) программное обеспечение

Используется лицензионное программное обеспечение.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Поисковые системы Google, Yandex.
2. Электронные ресурсы доступные по логину и паролю, предоставляемые Научной библиотекой ИГУ.

Интернет источники:

Научные публикации в реферативных журналах по актуальным проблемам квантовой и оптической электроники, технологии материалов квантовой и оптоэлектроники. Электронные версии журналов: "Квантовая электроника", "Физика и техника полупроводников", "Материаловедение", "Физика твердого тела", "Журнал технической физики", "Письма в журнал технической физики", <http://journals.ioffe.ru>.
www.quantum-electron.ru/ - "Квантовая электроника"

Сверено с №5 415

<http://perst.issp.ras.ru> – Информационный бюллетень “Перспективные технологии”
www.nanonewsnet.ru – Сайт о нанотехнологиях в России
www.nanodigest.ru – Интернет-журнал о нанотехнологиях
www.nano-info.ru – Сайт о современных достижениях в области микро- и нанотехнологий
www.nanometer.ru – Сайт нанотехнологического сообщества ученых
www.nano-portal.ru - Портал посвященный теме развития нанотехнологий и их внедрения в производство
<http://www.technosphaera.ru>

Доступ к полнотекстовым базам данных из сети Интранет ИГУ:

- Научная электронная библиотека www.eLibrary.ru (доступ к полным текстам ряда научных журналов с 2007 по настоящее время)

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Использование демонстрационного оборудования. Компьютерные презентации, обучающие фильмы.

Чтение лекций сопровождается демонстрацией информации (мультимедийный проектор, офисное оборудование для оперативного размножения иллюстративного и раздаточного лекционного материалов).

10. Образовательные технологии:

№ п/п	Виды учебной работы	Образовательные технологии
1-11	Лекция	Вводная лекция, информация лекция, лекция с элементами дискуссии, интерактивная лекция (лекция диалог), информационная лекция с элементами обратной связи, информационная лекция с элементами проблемных ситуаций.
11	Практическое занятие	Занятие – изучение физических основ распространения светового луча в оптическом волноводе и принципов передачи и преобразования светового сигнала в оптоволоконной линии связи; результат занятия должен быть оформлен студентами в виде отчета.

11. Оценочные средства (ОС):

Фонд оценочных средств представлен в Приложении к программе.

* Текущий контроль осуществляется в устной и письменной форме при выполнении студентами учебных заданий - решении задач и выполнении контрольных работ на протяжении всего курса.

* Промежуточный контроль – тестирование.

* Итоговый контроль – зачет. Вопросы для самостоятельной подготовки студентов к зачету приведены в приложении 1.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Спонтанное и вынужденное излучение (квантовые переходы, коэффициенты Эйнштейна).
2. Уширение спектральных линий (однородное и неоднородное уширение, форма контуров, форм факторы).
3. Активные среды и методы создания инверсной населённости.
4. Оптические резонаторы (моды резонатора, добротность резонатора, потери резонатора).
5. Поглощение и усиление излучения квантовой системой (инверсная населённость, отрицательная температура, активная среда).
6. Насыщение усиления в активных средах при однородном уширении линий.
7. Режим свободной генерации лазера.
8. Режим модулированных добротности.
9. Многомодовая генерация. Синхронизация мод.
10. Твёрдотельные лазеры (рубиновый, неодимовый лазер).
11. Жидкостные лазеры.
12. Газовые лазеры.
13. Полупроводниковые лазеры (лазеры на гомо- и гетеропереходах).
14. Свойства лазерного излучения.
15. Фоторезисторы (явление фотопроводимости, технология изготовления, конструктивные особенности, основные характеристики и параметры.)
16. Фотовольтаический эффект: фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры (технология изготовления, конструктивные особенности, основные характеристики и параметры.)
17. Преобразователи ИК- излучения.
18. Светодиоды: механизм действия, конструктивные особенности, основные характеристики.
19. Оптроны (классификация оптопар, среда оптического канала, области применения).

Разработчики:



к.ф.-м.н., доцент Морозова Н.В.

Программа рассмотрена на заседании **кафедры общей и экспериментальной физики ИГУ**

«13» апреля 2020 г.

Протокол № 6

Зав.кафедрой



д.ф.-м.н. Гаврилюк А.А.

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.