

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Квантовая радиофизика

по направлению подготовки

12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

Направленность (профиль) подготовки:

Квантовые приборы и системы

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

А.Г. Коротаев

Председатель УМК

А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиями производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики.

ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики измерений в системах и устройствах фотоники и оптоинформатики.

ПК-2 Способен к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов фотонных приборов на схематехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.2 Применяет общетехнические знания в профессиональной деятельности.

ИОПК-1.3 Применяет знания естественных наук в инженерной практике

ИОПК-3.1 Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений

ИОПК-3.2 Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов

ИПК-2.1 Разрабатывает функциональные и структурные схемы фотонных и оптических приборов и комплексов, определяет физические принципы действия устройств в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования

Цели освоения дисциплины

– формирование у обучающегося целостного представления о принципах взаимодействия квантованных полей с квантовыми системами, объяснение основных эффектов взаимодействия фотонного излучения с различными средами и механизмов формирования спектральных характеристик сред;

– знакомство с основами физики лазеров, характеристиками конкретных лазерных устройств;

– освоение и практическое применение полученных знаний при выполнении лабораторных работ и для решения задач, возникающих при выполнении профессиональных обязанностей.

1. Место дисциплины в структуре ООП/ОПОП

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части Общепрофессионального цикла Блока 1 «Дисциплины/модули».

Пререквизиты дисциплины: Линейная алгебра, Методы математической физики, Атомная и ядерная физика, Квантовая механика, Векторный и тензорный анализ.

Постреквизиты дисциплины – нет.

2. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины/модуля

Таблица 1

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиями производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики	ИОПК 1.2 Применяет общеинженерные знания в профессиональной деятельности.	ОР-1.2.1 умеет объяснять основные явления и эффекты взаимодействия фотонного излучения с различными средами в области фотоники и оптоинформатики. ОР-1.2.2 умеет анализировать механизмы формирования спектральных характеристик сред в области фотоники и оптоинформатики.
	ИОПК 1.3 Применяет знания естественных наук в инженерной практике	ОР-1.3.1 умеет применять полученные знания при планировании и проведении экспериментов для решения профессиональных задач.
ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики измерений в системах и устройствах фотоники и оптоинформатики	ИОПК 3.1 Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений	ОР-3.1.1 владеет навыками настройки оптических и оптико-электронных приборов и устройств и проведения с их использованием специализированных измерений. ОР-3.1.2 знает современные тенденции развития, методы эксплуатации и области применения современных приборов и устройств фотоники и оптоинформатики. ОР-3.1.3 умеет правильно выбрать методику проведения эксперимента, собрать схему экспериментальной установки для выполнения лабораторной работы.
	ИОПК 3.2 Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	ОР-3.2.1 владеет навыками представления и обработки результатов эксперимента. ОР-3.2.2 умеет грамотно формулировать выводы по лабораторной работе. ОР-3.2.3 умеет правильно оформить отчёт по лабораторной работе.

ПК-2 Способен к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов фотонных приборов на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	ИПК 2.1 Разрабатывает функциональные и структурные схемы фотонных и оптических приборов и комплексов, определяет физические принципы действия устройств в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования	ОП-2.1.1 умеет применять явления и эффекты взаимодействия фотонного излучения веществом при разработке функциональных и структурных схем фотонных и оптических приборов и комплексов. ОП-2.1.2 знает принципы действия и характеристики конкретных лазеров для проектирования устройств в соответствии с техническими требованиями. ОП-2.1.3 владеет теоретическими методами проектирования и конструирования лазерных устройств.
--	---	--

3. Структура и содержание дисциплины/модуля

3.1. Структура и трудоемкость видов учебной работы по дисциплине/модулю

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Таблица 2

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах	
Общая трудоемкость	8 семестр	всего
Контактная работа:	113,7	113,7
Лекции (Л):	46	46
Практические занятия (ПЗ)	–	–
Лабораторные работы (ЛР)	28	28
Семинарские занятия (СЗ)	–	–
Групповые консультации	8	8
Индивидуальные консультации	–	–
Промежуточная аттестация	31,7	31,7
Самостоятельная работа обучающегося:	30,3	30,3
- изучение теоретического материала	3	3
- подготовка к лабораторным занятиям	20	20
- подготовка к коллоквиумам	4	4
- подготовка к промежуточной аттестации	3,3	3,3
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен

3.2. Содержание и трудоемкость разделов дисциплины/модуля

Таблица 3

Код занятия	Наименование разделов и тем и их содержание	Вид учебной работы, занятий, контроля	С е м е с т р	Часы в электронной форме	Всего (час.)	Литература	Код (ы) результата(ов) обучения
	Раздел 1. Основы квантовой радиофизики		8				
1.1.	Предмет и историческая справка развития квантовой радиофизики. Квантовые усилители и генераторы СВЧ и оптического диапазона частот. Роль квантовой радиофизики в разработке новейшей техники	Лекции		2	2	Файн В.М. Квантовая радиофизика Т. 1: Фотоны и нелинейные среды. Москва: Советское радио , 1972,,- 471 с.	ОР-3.1.2
	Раздел 2. Квантовая теория свободного электромагнитного поля		8				
2.1.	Гармонический осциллятор (квантовый и классический) Собственные состояния и вектора. Операторы рождения и уничтожения частиц и их алгебраические свойства. Спектр и базисная система оператора числа частиц. Операторы физических величин (вектор потенциала, напряженностей электрического и магнитного поля и энергии) для электромагнитных полей. Квантование свободного электромагнитного поля. Энергетический спектр и стационарные состояния свободного электромагнитного поля. Общая характеристика и свойства электромагнитного поля в стационарном состоянии	Лекции		8	8	Войцеховская О. К. Теоретические вопросы физики лазеров: учебное пособие: / О.К. Войцеховская ; Том. гос. ун-т. - 2-е изд. - Томск : СКК-Пресс, 2006. - 252 с.	ОР-1.2.2
2.2.	Изучение теоретического материала	СРС			0,5		
2.3.	Подготовка к коллоквиумам	СРС			0,7		
	Раздел 3. Квантовая теория взаимодействия электромагнитного поля с веществом		8				
3.1.	Поле как совокупность квантовых гармонических осцилляторов. Волновая функция поля. Математический аппарат вторичного квантования. Оператор Гамильтона системы заряженных частиц и	Лекции		8	8	Войцеховская О. К. Теоретические вопросы физики лазеров: учебное пособие: / О.К. Войцеховская ; Том. гос. ун-т. - 2-е изд. - Томск :	ОР-1.2.1, ОР-1.2.2, ОР-2.1.1

	электромагнитного поля. Матричные элементы оператора энергии взаимодействия поля с веществом для процессов однофотонного излучения и поглощения. Спонтанное и индуцированное излучение фотона. Свойства индуцированного и спонтанного излучения. Вероятность однофотонного поглощения. Вероятности излучения и поглощения в мультипольном приближении. Соотношение между вероятностями индуцированного и спонтанного процессов. Правила отбора для мультипольного излучения (поглощения). Элементы теории групп для анализа симметрии состояния и связь пространственной четности волновой функции квантовой системы с правилом отбора для мультипольного излучения (поглощения). Многофотонные процессы				СКК-Пресс, 2006. - 252 с.	
3.2.	Изучение теоретического материала	СРС			0,5	
3.3.	Подготовка к коллоквиумам	СРС			0,7	
	Раздел 4. Механизмы уширения спектральных линий. Релаксация		8			
4.1.	Понятие когерентности излучения. Когерентность световых волн (временная и пространственная). Когерентность второго порядка. Продольное и поперечное время релаксации. Понятие ансамбля частиц. Спектральный контур линии Соотношение неопределенностей энергия-время и естественная ширина линии излучения. Естественное, доплеровское и ударное уширение. Физические механизмы однородного и неоднородного уширения. Оценки величин неоднородного уширения линий в различных средах. Новые формы контура и обуславливающие их эффекты. Релаксация. Релаксационные процессы в различных физических системах Продольное и поперечное времена релаксации и их физический смысл. Оценки продольного и поперечного времен релаксации для различных сред.	Лекции		2	2	Войцеховская О. К. Теоретические вопросы физики лазеров: учебное пособие: / О.К. Войцеховская ; Том. гос. ун-т. - 2-е изд. - Томск : СКК-Пресс, 2006. - 252 с.
4.2.	Изучение теоретического материала	СРС			0,15	
4.3.	Подготовка к коллоквиумам	СРС			0,15	
	Раздел 5. Квантовая кинетика		8			

5.1	Чистые и смешанные состояния. Временная эволюция статистических смесей. Матрица плотности в квантовой теории и ее свойства. Свойства матричных элементов матрицы плотности. Оператор временной эволюции. Уравнение Лиувилля-Неймана. Временная эволюция элементов матрицы плотности.	Лекции		4	4	Войцеховская О. К. Теоретические вопросы физики лазеров: учебное пособие: / О.К. Войцеховская ; Том. гос. ун-т. - 2-е изд. - Томск : СКК-Пресс, 2006. - 252 с.	ОП-1.2.1
5.2.	Изучение теоретического материала	СРС			0,35		
5.3.	Подготовка к коллоквиумам	СРС			0,45		
	Раздел 6. Методы создания инверсной разности населенностей		8				
6.1	Основные методы создания инверсии в средах. Метод оптической накачки. Трехуровневые системы. Представление 3-х уровневой системы. Преимущества четырехуровневых систем. Электрический разряд. Создание инверсной разности населенностей в газах с помощью газового разряда. Возбуждение атомов при столкновении с электронами. Вероятность возбуждения атома налетающим электроном. Неупругие соударения атомов. Перенос энергии при неупругом соударении атомов и молекул. Химический способ. Использование <i>p-n</i> перехода в полупроводниках. Газодинамический метод.	Лекции		4	4	Войцеховская О.К. Лазеры и спектроскопия: учебное пособие: / О.К. Войцеховская ; Нац. исслед. Том. гос. ун-т. - Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. - 286 с. URL: http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000405143	ОП-1.2.1, ОП-1.2.2, ОП-2.1.1, ОП-2.1.2, ОП-2.1.3, ОП-3.1.2
6.2.	Изучение теоретического материала	СРС			0,35		
6.3.	Подготовка к коллоквиумам	СРС			0,45		
	Раздел 7. Элементная база лазеров и их параметры		8				
7.1.	Спектр мод резонатора Типы открытых резонаторов. Поля в открытых резонаторах. Принципы расчета оптического резонатора. Дискретные частоты внутри спектральной ширины линии излучения. Ширина полосы отдельной моды резонатора. Относительные и абсолютные значения частот. Стабильность, ее пределы. Воспроизводимость частоты. Усиление.	Лекции		4	4	Войцеховская О.К. Лазеры и спектроскопия: учебное пособие: / О.К. Войцеховская ; Нац. исслед. Том. гос. ун-т. - Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. - 286 с. URL: http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000405143	ОП-1.2.2, ОП-2.1.1, ОП-2.1.3, ОП-3.1.2
7.2.	1. Спектры поглощения и люминесценции рубина.	ЛР			4		
7.3.	Подготовка к лабораторным занятиям	СРС			3		ОП-1.2.2, ОП-1.3.1, ОП-2.1.1, ОП-2.1.3, ОП-3.1.1, ОП-3.1.2,

						ОП-3.1.3, ОП-3.2.1, ОП-3.2.2, ОП-3.2.3
7.4.	Изучение теоретического материала	СРС			0,35	ОП-1.2.2, ОП-2.1.1, ОП-2.1.3, ОП-3.1.2
7.5.	Подготовка к коллоквиумам	СРС			0,4	
	Раздел 8. Управление параметрами лазерных систем		8			
8.1.	Параметры лазерных систем. Внешние и внутренние лазерные параметры. Мощность излучения. Распределение мощности излучения внутри пучка, энергия излучения. Угловая расходимость и линейный размер пучка. Методы повышения мощности генерации лазеров. Метод модулированной добротности.	Лекции		4	4	ОП-1.2.1, ОП-2.1.1, ОП-2.1.3, ОП-3.1.2
8.2.	1. Распространение лазерного излучения в анизотропном кристалле в присутствии электрического поля.	ЛР			4	ОП-1.2.1, ОП-1.3.1, ОП-2.1.1, ОП-3.1.1, ОП-3.1.2, ОП-3.1.3, ОП-3.2.1, ОП-3.2.2, ОП-3.2.3
8.3.	Подготовка к лабораторным занятиям	СРС			3	
8.4.	Изучение теоретического материала	СРС			0,3	ОП-1.2.1, ОП-2.1.1, ОП-2.1.3, ОП-3.1.2
8.5.	Подготовка к коллоквиумам	СРС			0,45	
	Раздел 9. Конкретные лазеры и их характеристики		8			
9.1.	Атомные лазеры. Строение атома. Атомные орбитали. Квантовые числа электрона. Сложение векторных моментов в атоме. Типы связей. Электронные конфигурации атомов. Идентификация уровней. Гелий-неоновый лазер. Состав активной среды. Механизмы возбуждения. Лазер на аргоне. Состав активной среды. Механизмы возбуждения. Молекулярные лазеры. Основные типы движений в молекулах. Электронные, колебательные и вращательные уровни. Идентификация уровней. Оптические переходы в молекулах. Разрешенные и запрещенные переходы. Вероятность переходов. Лазер на углекислом газе. Состав рабочей смеси, роль каждой компоненты. Технические решения и особенности конструкций СО ₂ лазеров (продольная, поперечная прокачка, волноводные, отпаянные, газодинамические лазеры). Лазер на оксиде углерода	Лекции		10	10	ОП-1.2.1, ОП-1.2.2, ОП-2.1.1, ОП-2.1.2, ОП-2.1.3, ОП-3.1.2

	как пример ангармонической накачки и другие.						
9.2.	1. Исследование энергетических характеристик лазера на смеси гелия и неона. 2. Исследование спектра продольных мод лазера на смеси гелия и неона. 3. Моделирование процессов в лазере на рубине в режиме свободного генерирования. 4. Моделирование процессов в химическом лазере. 5. Моделирование процессов в газодинамическом лазере.	ЛР		12	20		ОП-1.2.1, ОП-1.2.2, ОП-1.3.1, ОП-2.1.1, ОП-2.1.2, ОП-2.1.3, ОП-3.1.1, ОП-3.1.2, ОП-3.1.3, ОП-3.2.1, ОП-3.2.2, ОП-3.2.3
9.3.	Подготовка к лабораторным занятиям	СРС			14		
9.4.	Изучение теоретического материала	СРС			0,5		ОП-1.2.1, ОП-1.2.2, ОП-2.1.1, ОП-2.1.2, ОП-2.1.3, ОП-3.1.2
9.5.	Подготовка к коллоквиумам	СРС			0,7		
	Подготовка к промежуточной аттестации	СРС			3,3		ОП-1.2.1, ОП-1.2.2, ОП-2.1.1, ОП-2.1.2, ОП-2.1.3, ОП-3.1.2
	Промежуточная аттестация	Экзамен			31,7		

4. Образовательные технологии, учебно-методическое и информационное обеспечение для освоения дисциплины/модуля

Процесс освоения дисциплины студентом заключается в прослушивании в 8 семестре курса лекций, разделённого условно на две части «Теоретические вопросы физики лазеров» и «Виды лазеров и их характеристики». По окончании каждой части лекций проводится коллоквиум, результаты которого учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Со второй половины 8 семестра у студентов начинаются лабораторные работы в количестве, определяемом лектором.

Самостоятельная работа студентов происходит внеаудиторно и для эффективного освоения дисциплины студентам рекомендуется:

- изучать теоретический материал по учебнику и конспекту (1 час в неделю);
- работать с дополнительной литературой (0,5 часа в неделю);
- готовиться к лабораторным занятиям (4 часа в неделю).

Текущая аттестация по первой и второй части теоретического курса проводится в виде коллоквиумов, результаты которых учитываются при проведении промежуточной аттестации. Коллоквиумы представляют собой on-line тестирование, каждый содержит около 40 вопросов и подробно охватывает весь пройденный материал.

Текущая аттестация перед выполнением лабораторных работ включает проверку, путём устного опроса, усвоения обучающимися знания механизмов генерации и процессов, протекающих в лазерах.

Текущая аттестация по итогам выполнения лабораторных работ включает оценку действий студента при выполнении экспериментов и содержания представленных ими отчётов. Отчет по лабораторной работе должен содержать рукописное или печатное изложение цели работы, основных этапов и приемов ее достижения, полученных теоретических и экспериментальных результатов, оценку их достоверности, анализ результатов и выводы. Текущая оценка формируется на основании содержания отчёта.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме устного экзамена по теоретическому материалу. К промежуточной аттестации допускаются только студенты, успешно прошедшие текущие аттестации по лабораторным работам.

Каждый билет для устного экзамена состоит из двух теоретических вопросов по двум темам дисциплины. В качестве дополнительных вопросов используются контрольные вопросы, предлагаемые для самостоятельной работы обучающегося.

4.1. Литература и учебно-методическое обеспечение

Основная учебная литература

1. Войцеховская О.К. Теоретические вопросы физики лазеров: учебное пособие / О.К. Войцеховская; Том. гос. ун-т. – 2-е изд. – Томск: СКК-Пресс, 2006. – 252 с.
2. Войцеховская О.К. Лазеры и спектроскопия: учебное пособие: НИ Том. гос. ун-т. – Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. – 286 с.
3. Штыков В.В. Квантовая радиофизика: учебное пособие для вузов / В.В. Штыков. – Москва: Академия, 2009. – 334 с.

Список дополнительной литературы

1. Коэн-Таннуджи К. Квантовая механика. Т. 1 / К. Коэн-Таннуджи, Б. Диу, Ф. Лалоз; пер. с фр. и предисл. Л. Н. Новикова. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: Ленанд [и др.], 2015. - 966 с.: рис.
2. Квантовая радиофизика: учебное пособие / П.М. Бородин, В.С. Касперович, А.В. Комолкин [и др.]; под ред. В.П. Чижики;. - СПб.: Издательство С.-Пб. гос. ун-та, 2004. - 688 с.: ил.
3. Файн В.М. Квантовая радиофизика Т. 1: Фотоны и нелинейные среды Москва: Советское радио , 1972.,-471 с.
4. Пойзнер Б.Н. Физические явления в лазерах: механизмы и модели: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2005. – 154 с.

4.2. Базы данных и информационно-справочные системы, в том числе зарубежные

1. Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электрон.-библиотечная система. Электрон. дан. – СПб., 2010- . – URL: <http://e.lanbook.com/>
2. Электронный ресурс <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
3. Электронный ресурс <http://lib.tsu.ru/ru/ssylki-internet>
4. Электронный ресурс <http://lib.tsu.ru/ru/elektronnye-resursy>
5. Электронный ресурс American Physical Society (<https://www.aps.org/>)
6. Электронный ресурс Journals Oxford Academic (<https://academic.oup.com/journals/>)
7. Электронный ресурс Cambridge Core Journals&Books Online (<https://www.cambridge.org/core>)
8. Электронный ресурс SAGE journals (<https://journals.sagepub.com/>).
9. Электронный ресурс Optica Publishing Group (<https://www.osapublishing.org/>).

4.3. Перечень лицензионного программного обеспечения

- Microsoft Office 2010 Russian Academic Open, Microsoft Windows Professional 7 Academic Open (Лицензия №47729022 от 26.11.2010).
- Пакет программного обеспечения РТС MathCad Education (Договор поставки №7193 от 14.10.2015).
- Пакет программного обеспечения MathWorks MATLAB Education (Договор поставки №7193 от 14.10.2015).
- Dr.Web Desktop Security Suite (Договор поставки №1095 от 21.10.2020).
- Microsoft office Access 2013 (Договор поставки №7193 от 14.10.2015).
- Microsoft office Vision Professional 2013 (Договор поставки №7193 от 14.10.2015).
- Microsoft office Project Professional 2013 (Договор поставки №7193 от 14.10.2015).

4.4. Оборудование и технические средства обучения

Освоение дисциплины обеспечено наличием учебной лаборатории квантовой радиофизики на кафедре квантовой электроники и фотоники НИ ТГУ, где имеются приборы и установки для измерения характеристик приборов, а также компьютерные рабочие места для обработки результатов лабораторных работ и моделирования характеристик приборов.

При освоении дисциплины используются видеофильмы и презентации по отдельным разделам дисциплины, компьютерные классы РФФ ТГУ с доступом к ресурсам Научной библиотеки ТГУ, в том числе отечественным и зарубежным периодическим изданиям, и сети Интернет, мультимедийные аудитории РФФ:

– учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации № 109, оснащённая мультимедийным оборудованием (компьютер, проектор) + 12 ПК.

– учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации № 401, оснащённая мультимедийным оборудованием (компьютер, документ-камера, 2 проектора).

В процессе освоения дисциплины, обучающиеся выполняют лабораторные работы на лабораторных стендах, расположенных в учебной лаборатории по лазерной технике № 311, и содержащих на следующие технические устройства:

- Лабораторный стол,
- измеритель энергии излучения 0,15-3 мкм и 10,6 мкм с энергетическим диапазоном: 7 мкДж-10м Дж марки OPHIR,
- фотоприемник Pin фотодиод ФДУК-1СТ,
- осциллограф Tektronix TDS2024,
- держатели оптических элементов,
- набор нейтральных светофильтров,
- головка пироэлектрическая PE110BB,
- импульсный электроразрядный азотный лазер NL-0.5-5,
- лазер He-Ne модель ГЛ-05

5. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Методические указания по выполнению лабораторных работ:

1. Исследование энергетических характеристик лазера на смеси гелия и неона.
2. Исследование спектра продольных мод лазера на смеси гелия и неона
3. Исследование спектра поперечных мод лазера на смеси гелия и неона.
4. Спектры поглощения и люминесценции рубина.
5. Распространение лазерного излучения в анизотропном кристалле в присутствии электрического поля.
6. Моделирование процессов в лазере на рубине в режиме свободного генерирования.
7. Моделирование процессов в химическом лазере.
8. Моделирование процессов в газодинамическом лазере

6. Преподавательский состав, реализующий дисциплину

Лектор – кандидат физ.-мат. наук, доцент Лячин Александр Владимирович.

Преподаватели лабораторных работ:

кандидат физ.-мат. наук, доцент Измайлов Игорь Валерьевич,
кандидат физ.-мат. наук, доцент Тельминов Евгений Николаевич,
кандидат физ.-мат. наук, доцент Тельминов Алексей Евгеньевич.

7. Язык преподавания – русский.