



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА ГАЗОВЫХ ЛАЗЕРОВ

Кафедра физической электроники

Образовательная программа **03.04.02 - Физика**

Профиль подготовки: **Физика плазмы**

Уровень высшего образования: **Магистратура**

Форма обучения: **Очная**

Статус дисциплины: **по выбору**

Махачкала, 2017 год

Рабочая программа дисциплины «Физика газовых лазеров» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02. –Физика, профиль подготовки: физика плазмы (уровень: магистратура) от «28» августа 2015г. № 913

Разработчик (и): кафедра физической электроники Ашурбеков Н.А., д.ф.-м.н., профессор; Курбанисмаилов В.С., д.ф.-м.н., профессор;

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от « 2 2 » марта 2017г. протокол № 7

Зав. кафедрой  Омаров О.А.

на заседании Совета физического факультета от «31» марта 2017 протокол № 7г.,

Председатель



Курбанисмаилов В.С.

На заседании Методической комиссии физического факультета от «30» марта 2017 г., протокол № 8

Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно- методическим управлением «3» апреля 2017г.

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Физика газовых лазеров» входит в Блок 1, дисциплина по выбору образовательной программы магистратуры по направлению 03.04.02 – Физика (профиль – физика плазмы).

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физической электроники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физическими принципами работы оптических квантовых генераторов (лазеров), свойствами лазерного излучения, типами лазеров и их основными характеристиками.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: *общепрофессиональных*: ОПК–6; *профессиональных*: ПК–2, ПК–4.

Общепрофессиональные компетенции:

- способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе (ОПК-6).

Профессиональными компетенциями:

- способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);
- способностью планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции (ПК-4).

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: контрольная работа, коллоквиум и пр.) и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 2 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
1	72	10	-	10	36		52	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Курс лекций «Физика газовых лазеров» является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1., читаемых для магистров по направлению 03.04.02 - Физика на кафедре физической электроники Даггосуниверситета в 1 семестре магистратуры.

Целями освоения дисциплины физика лазеров является расширение и углубление знаний об общей природе оптических явлений, ознакомление студентов с современным состоянием и перспективами развития лазерной физики и техники, изучение основ физики и техники лазеров, особенностей распространения и преобразования лазерного излучения оптическими элементами и системами, принципов действия и технических характеристик лазеров различных типов, освоение терминологии, применяемой в лазерной физике и технике.

2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры

Дисциплина «Физика газовых лазеров» входит как курс по выбору Блока 1 образовательной программы (ФГОС ВО) магистратуры по направлению 03.04.02– Физика.

Данная дисциплина призвана выработать профессиональные компетенции, связанные со способностью использовать теоретические знания в области общей физики, квантовой механики, теоретической физики, атомной физики, статистической физики для решения конкретных практических задач на примере задач физики газовых лазеров.

Студенты, изучающие данную дисциплину, должны иметь сведения и базовые знания о законах движения заряженных и нейтральных частиц, законах сохранения энергии, импульса и момента количества движения, основах квантового описания частиц на основе концепции волновых функций, строении атомов и молекул в объеме знаний курса общей физики и атомной физики, квантовой механики, статистических законах распределения.

Результатом обучения дисциплине физика лазеров должно стать умение студента оперировать специальной терминологией лазерной физики, понимание основных понятий, законов и моделей, применяемых в лазерной физике, теоретических и экспериментальных методов исследований оптических и спектральных явлений, приобретение способности к системному мышлению.

Курс физика газовых лазеров подготовлен по классической схеме преподавания естественнонаучных дисциплин. Особенность курса состоит в фундаментальном характере изложения предмета. Материал излагается от простого к сложному, от физики излучательных процессов отдельных атомов и молекул до физики сложных сред с усилением света. Основное внимание уделяется освещению физической природы оптических явлений и процессов. Также большое внимание уделяется применению современных физических методов, применяемых в научных лазерных исследованиях, для изучения активных сред лазеров в газообразном, твердом и жидком состояниях. Кроме

того, обсуждаются применение результатов оптических исследований в диагностике неравновесных систем.

Преподавание курса «Физика газовых лазеров» сочетает традиционную лекционную форму с мультимедийными компьютерными презентациями.

Данная дисциплина является базовой для дальнейшего изучения дисциплин: электронная оптика, методы физических измерений, плазменные приборы, методы диагностики плазмы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Студенты в ходе изучения дисциплины должны освоить основы лазерной физики, основные свойства лазерного излучения, взаимодействие излучения с инверсной средой, структурная схема лазера, оптические резонаторы, устройства и элементы вывода излучения из резонатора лазера, параметры и характеристики лазерного излучения, методы описания процессов в лазерах, классификация и типы лазеров, твердотельные, газовые, жидкостные, полупроводниковые лазеры, элементы источников накачки лазерных активных сред, основы физики нелинейного и когерентного взаимодействия лазерного излучения с веществом.

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК – 6	Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализировать основные элементарные процессы образования и гибели заряженных частиц в плазме газовых лазеров; • способы применения газовых разрядов в качестве активных сред лазеров; • основы физики газовых лазеров и современные представления о лазерах; • знать современные проблемы и новейшие достижения в физике газовых лазеров и их применения в научно-исследовательской работе. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области физики газовых лазеров; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях; • применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по физике газовых лазеров;

		<ul style="list-style-type: none"> • проводить научные исследования в области лазерной физики с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками решения задач для описания поведения частиц в активной среде газовых лазеров; • знаниями современных проблем и новейших достижений физики газовых лазеров в научно-исследовательской работе; • современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физики газовых лазеров; • устройством и принципом работы различных типов лазеров; • навыками выполнения физических измерений с применением лазерной техники.
ПК-2	<p>способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики; • методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики газовых лазеров; • основы лазерной физики и техники; • физические процессы, происходящие в лазерах; • принцип действия лазеров различных типов и их технические характеристики. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач по физике газовых лазеров; • использовать в научно – инновационной деятельности и в научных исследованиях современные достижения в области физики газовых лазеров;

		<ul style="list-style-type: none"> • оценить световые, энергетические, спектральные характеристики различных типов лазеров; • рассчитать простейшие системы с применением лазеров; • оценить нелинейные характеристики среды; оценить основные параметры активных сред лазеров. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики газовых лазеров; • некоторыми диагностическими методами исследования газоразрядной плазмы с помощью лазеров; • методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области лазерной физики; • владеть разделами физики газовых лазеров, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности; • навыками расчета параметров лазеров и лазерных систем.
ПК-4	<p>способность планировать и организовывать физические исследования, семинары и конференции</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно добывать знания по изучаемой дисциплине; • критически анализировать и излагать получаемую на семинарских занятиях информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях и при решении конкретных задач по лазерной физике; • строить и использовать простейшие модели при анализе элементарных процессов, протекающих в активной среде газовых лазеров; • основные свойства лазерного излучения, структурная схема лазера. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • решать задачи для описания поведения элементарных частиц, протекающих в активной среде газовых лазеров;

		<ul style="list-style-type: none"> • пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области лазерной физики; • анализировать устройство и принципы работы лазерной техники и приобрести навыки их использования при выполнении физических измерений. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками исследования физических процессов, протекающих в газах высокого давления с применением лазерной техники; • навыками для анализа взаимодействия лазерного излучения с веществом, ионизованным газом и с инверсной средой; • навыками проведения научных исследований в области физики газовых лазеров с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта; • методами планирования и организации физических исследований, семинаров и конференций.
--	--	---

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет **2** зачетные единицы, **72** академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Основы физики лазеров									
1	Тема 1. Основные свойства	1						4	Устный опрос

	<i>лазерного излучения</i>								
2	Тема 2. <i>Взаимодействие излучения с инверсной средой</i>	1		1				3	Устный опрос
3	Тема 3. <i>Структурная схема лазера</i>	1			1			4	Устный опрос
4	Тема 4. <i>Оптические резонаторы</i>	1		1	1			4	Устный опрос
5	Тема 5. <i>Устройства и элементы вывода излучения из резонатора лазера</i>	1		1				4	Устный опрос
6	Тема 6. <i>Управление параметрами лазерного излучения Устройства селекции лазерного излучения</i>	1		1	1			3	Устный опрос
7	Тема 7. <i>Параметры и характеристики лазерного излучения</i>	1		1	2			4	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 1:</i>			5	5			26	Письменная контрольная работа, коллоквиум
Модуль 2. Техника лазеров									
8	Тема 8. <i>Методы описания процессов в лазерах</i>	1			1			4	Устный опрос
9	Тема 9. <i>Режимы работы лазеров. Особенности основных режимов</i>	1		1				4	Устный опрос
10	Тема 10. . <i>Классификация и типы лазеров. Твердотельные, газовые,</i>	1		1				3	Устный опрос

	<i>жидкостные, полупроводниковые лазеры</i>								
11	Тема 11. <i>Методы расчета основных элементов лазерных систем</i>	1		1	1			4	Устный опрос
12	Тема 12. <i>Элементы источников накачки лазерных активных сред</i>	1		1	1			4	Устный опрос
13	Тема 13. <i>Внутрирезонаторные затворы и модуляторы лазерного излучения</i>	1		1	1			3	Устный опрос
14	Тема 14. <i>Основы физики нелинейного и когерентного взаимодействия лазерного излучения с веществом</i>	1			1			4	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 2:</i>			5	5			26	Письменная контрольная работа, коллоквиум
	ИТОГО:			10	10			52	экзамен

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1. Основы лазерной физики

Введение

Определение лазера как прибора. Роль лазеров в современном приборостроении. Краткий исторический очерк. Современное состояние и перспективы развития лазеров. Задачи курса.

Тема 1. Основные свойства лазерного излучения

Монохроматичность. Когерентность. Направленность. Интенсивность. Поляризованность. Способы получения этих свойств от обычных источников и их недостатки. Способы демонстрации указанных свойств. Преимущества лазера как источника излучения, вытекающие из рассмотренных свойств излучения.

Тема 2. Взаимодействие излучения с инверсной средой

Энергетические уровни атомов, ионов и молекул. Оптические и неоптические переходы. Вероятности и скорости оптических переходов. Мощность спонтанного и вынужденного излучения. Кинетические уравнения.

Ширина и контур спектральных линий. Естественная ширина линий. Факторы, влияющие на уширение линий. Поперечная и продольная релаксации. Однородное и неоднородное уширение линий. Спектральная плотность мощности.

Взаимодействие излучения с инверсной средой. Условия усиления электромагнитных волн в идеальной среде. Закон Бугера для нормальной и инверсной сред. Ненасыщенный показатель усиления, зависимость его от частоты.

Усиление света в реальной среде. Коэффициент потерь. Активная часть контура усиления.

Насыщение усиления. Усиление с учетом эффекта насыщения. Деформация контура усиления в случаях однородного и неоднородного уширения линий. Зависимость потока излучения от пути в усиливающей среде. Сужение спектра при прохождении излучения через усиливающую среду.

Способы получения инвертированных сред. Общие принципы создания инверсии. Методы заселения и расселения уровней. Способы создания инверсии в различных средах.

Тема 3. Структурная схема лазера

Основные элементы лазера и их роль. Лазер как усилитель с положительной обратной связью. Роль спонтанного излучения в развитии генерации.

Тема 4. Оптические резонаторы

Разновидности оптических резонаторов. Резонатор как оптический волновод. Потери излучения и добротность резонатора, резонансные свойства. Устойчивые и неустойчивые резонаторы. Анизотропные резонаторы.

Оптический резонатор с активным веществом. Основные процессы, происходящие в активном резонаторе: усиление и потери мощности, формирование модового состава излучения, спектральных характеристик, конкуренция и деформация мод.

Тема 5. Устройства и элементы вывода излучения из резонатора лазера

Полупрозрачные зеркала. Элемент с отверстием связи. Вывод излучения через края одного из отражателей. Использование полупрозрачной пластинки, помещаемой внутрь полости резонатора, для вывода излучения.

Тема 6. Управление параметрами лазерного излучения Устройства селекции лазерного излучения

Способы получения одномодового и одночастотного излучения. Схемы и устройства селекции продольных и поперечных мод лазерного излучения. Способы управления длиной волны лазерного излучения. Модуляция и отклонение лазерного излучения.

Тема 7. Параметры и характеристики лазерного излучения

Энергетические, временные спектральные и пространственные характеристики лазерного излучения. Расходимость, длина волны, понятие

ближней и дальней зоны, размер пучка, форма волнового фронта. Эксплуатационные параметры лазеров.

Модуль 2. Техника лазеров

Тема 8. Методы описания процессов в лазерах

Вероятностный, полуклассический и квантовый методы. Основные положения.

Тема 9. Режимы работы лазеров. Особенности основных режимов

Режим свободной генерации. Режим модуляции добротности резонатора. Режим синхронизации мод. Многомодовый, одномодовый и одночастотный режимы генерации лазера.

Тема 10. Классификация и типы лазеров. Твердотельные, газовые, жидкостные, полупроводниковые лазеры

Твердотельные лазеры. Общие особенности. Системы оптической накачки. Твердотельные лазеры с накачкой лазерными диодами и светодиодами. Активные среды. Трехуровневые и четырехуровневые лазеры. Перестраиваемые твердотельные лазеры. Твердотельные микролазеры и волоконные лазеры.

Газовые лазеры. Общие особенности. Обеспечение инверсии в газовых лазерах. Лазеры на нейтральных атомах. Ионные лазеры. Молекулярные лазеры. Лазеры на эксимерах. Электроионизационные, газодинамические и химические лазеры.

Жидкостные лазеры. Общие особенности. Лазеры на растворах неорганических соединений редкоземельных элементов. Лазеры на растворах органических красителей. Управление спектром излучения жидкостных лазеров.

Полупроводниковые лазеры. Общие особенности. Создание инверсии в полупроводниках. Лазеры с электронной накачкой. Инжекционные лазеры. Гетероструктурные лазеры с одно- и двухсторонним ограничением.

Рентгеновские, гамма-лазеры и лазеры на свободных электронах. Основные особенности, проблемы и тенденции развития.

Тема 11. Методы расчета основных элементов лазерных систем

Оценка мощности излучения лазера. Расчет оптимального коэффициента полезных потерь лазера. Основы расчета систем оптической накачки лазеров. Расчет КПД лазера.

Тема 12. Элементы источников накачки лазерных активных сред

Элементы систем накачки твердотельных лазеров: лампы накачки, осветители, полупроводниковые лазеры и светодиоды в системах накачки.

Элементы систем накачки газовых лазеров. Элементы систем накачки жидкостных лазеров. Элементы накачки полупроводниковых лазеров.

Тема 13. Внутррезонаторные затворы и модуляторы лазерного излучения

Оптико-механические затворы. Электрооптические затворы и модуляторы. Ячейка Поккельса и ячейка Керра. Управляемые электрооптические отражатели. Магнитооптические модуляторы. Ячейка

Фарадея. Невзаимные оптические элементы. Акустооптические модуляторы. Затворы нарушенного полного внутреннего отражения.

Тема 14. Основы физики нелинейного и когерентного взаимодействия лазерного излучения с веществом

Нелинейная поляризация среды. Генерация оптических гармоник. Параметрическая генерация света. Когерентные эффекты взаимодействия лазерного излучения с веществом.

Темы практических (семинарских) занятий

Модуль 1. Основы лазерной физики:

Тема 1. Взаимодействие излучения с инверсной средой. Энергетические уровни атомов, ионов и молекул. Оптические и неоптические переходы. Ширина и контур спектральных линий. Естественная ширина линий. Факторы, влияющие на уширение линий. Взаимодействие излучения с инверсной средой. Закон Бугера для нормальной и инверсной сред. Усиление света в реальной среде. Общие принципы создания инверсии. Методы заселения и расселения уровней. Способы создания инверсии в различных средах.

Тема 2. Оптические резонаторы. Разновидности оптических резонаторов. Резонатор как оптический волновод. Оптический резонатор с активным веществом. Основные процессы, происходящие в активном резонаторе: усиление и потери мощности, формирование модового состава излучения, спектральных характеристик, конкуренция и деформация мод. Устройства и элементы вывода излучения из резонатора лазера.

Тема 3. Управление параметрами лазерного излучения. Устройства селекции лазерного излучения. Параметры и характеристики лазерного излучения. Методы описания процессов в лазерах.

Модуль 2. Техника лазеров:

Тема 4. Режимы работы лазеров. Классификация и типы лазеров. Твердотельные, газовые, жидкостные, полупроводниковые лазеры. Методы расчета основных элементов лазерных систем. Элементы источников накачки лазерных активных сред.

Тема 5. Внутрирезонаторные затворы и модуляторы лазерного излучения. Оптико-механические затворы. Электрооптические затворы и модуляторы. Ячейка Поккельса и ячейка Керра. Ячейка Фарадея. Основы физики нелинейного и когерентного взаимодействия лазерного излучения с веществом

5. Образовательные технологии.

При реализации дисциплины используются различные виды образовательных технологий, которые связаны с применением, как правило, компьютерных и технических средств, в том числе компьютерных презентаций. В числе образовательных технологий используются ИКТ технологии, работа в команде, проблемное обучение, контекстное обучение, междисциплинарное обучение и опережающая самостоятельная работа.

Среди интерактивных технологий, используемых в ходе реализации образовательного модуля, можно выделить кейс-технологии, метод проблемного изложения, мозговой штурм, защита проектов, деловая игра, web 2.0. технологии для дистанционного обучения. Web-технологии обеспечивают доступность информации о результатах научно-образовательной и инновационной деятельности различных вузов и научно-исследовательских групп, использование которой студентами позволяет повысить уровень формирования их дополнительных профессиональных компетенций.

В рамках учебного курса предусмотрены встречи с представителями ЦКП «Аналитическая спектроскопия», с учеными из других вузов, принимающих участие в научных мероприятиях ДГУ по профилю дисциплины.

По всему лекционному материалу подготовлен конспект лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **Power Point**, а также с использованием интерактивных досок.

Обучающие и контролируемые модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Дагосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Промежуточный контроль. В течение семестра студенты выполняют:

- домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на практических занятиях;
- промежуточные контрольные работы во время практических занятий для выявления степени усвоения пройденного материала;
- выполнение итоговой контрольной работы по решению задач, охватывающих базовые вопросы курса: в конце семестра.

Итоговый контроль. Экзамен в конце 1 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

К оценочным средствам результатов обучения по данной дисциплине относятся:

Устный опрос (экзамен, теоретический зачет) – диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала.

Коллоквиум – способ промежуточной проверки знаний, умений, навыков студента в середине семестра по пройденным темам изучаемого предмета.

Тесты – инструмент, с помощью которого педагог оценивает степень достижения студентом требуемых знаний, умений, навыков. Составление теста включает в себя создание выверенной системы вопросов, собственно процедуру проведения тестирования и способ измерения полученных результатов.

Контрольная работа – средство промежуточного контроля остаточных знаний и умений, обычно состоящее из нескольких вопросов или заданий, которые студент должен решить, выполнить.

Курсовая работа – научно-методическая работа, выполняемая студентом самостоятельно, с учетом определенных требований, под руководством выбранного преподавателя, в заданные сроки.

Проектная деятельность – воплощение имеющегося замысла, идеи, образа решения какой-либо проблемы в подходящей для этого форме (описание, обоснование, расчеты, чертежи).

Презентация – представление студентом наработанной информации по заданной тематике в виде набора слайдов и спецэффектов, подготовленных в выбранной программе.

Кейс-задача – проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы. Студент самостоятельно формулирует цель, находит и собирает информацию, анализирует ее, выдвигает гипотезы, ищет варианты решения проблемы, формулирует выводы, обосновывает оптимальное решение ситуации.

Доклад, сообщение – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Реферат – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемого вопроса, приводит различные точки зрения, а также собственное понимание проблемы.

Портфолио – конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК-6	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализировать основные элементарные процессы образования и гибели заряженных частиц в плазме газовых лазеров; • способы применения газовых разрядов в качестве активных сред лазеров; • основы физики газовых лазеров и современные представления о лазерах; • знать современные проблемы и новейшие достижения в физике газовых лазеров и их применения в научно-исследовательской работе. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области физики газовых лазеров; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях; • применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по физике газовых лазеров; • проводить научные исследования в области лазерной физики с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками решения задач для описания поведения частиц в активной среде газовых лазеров; • знаниями современных проблем и новейших достижений физики газовых лазеров в научно-исследовательской работе; • современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физики газовых лазеров; • устройством и принципом работы различных типов лазеров; • навыками выполнения физических измерений с применением лазерной техники. 	Устный опрос, письменный опрос
ПК-2	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики; • методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики газовых лазеров; • основы лазерной физики и техники; • физические процессы, происходящие в лазерах; • принцип действия лазеров различных типов и их технические характеристики. 	Устный опрос, письменный опрос

	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач по физике газовых лазеров; • использовать в научно – инновационной деятельности и в научных исследованиях современные достижения в области физики газовых лазеров; • оценить световые, энергетические, спектральные характеристики различных типов лазеров; • рассчитать простейшие системы с применением лазеров; • оценить нелинейные характеристики среды; оценить основные параметры активных сред лазеров. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики газовых лазеров; • некоторыми диагностическими методами исследования газоразрядной плазмы с помощью лазеров; • методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области лазерной физики; • владеть разделами физики газовых лазеров, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности; • навыками расчета параметров лазеров и лазерных систем. 	
ПК-4	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно добывать знания по изучаемой дисциплине; • критически анализировать и излагать получаемую на семинарских занятиях информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях и при решении конкретных задач по лазерной физике; • строить и использовать простейшие модели при анализе элементарных процессов, протекающих в активной среде газовых лазеров; • основные свойства лазерного излучения, структурная схема лазера. <p>Уметь:</p>	Устный опрос, письменный опрос

	<ul style="list-style-type: none"> • решать задачи для описания поведения элементарных частиц, протекающих в активной среде газовых лазеров; • пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области лазерной физики; • анализировать устройство и принципы работы лазерной техники и приобрести навыки их использования при выполнении физических измерений. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками исследования физических процессов, протекающих в газах высокого давления с применением лазерной техники; • навыками для анализа взаимодействия лазерного излучения с веществом, ионизованным газом и С инверсной средой; • навыками проведения научных исследований в области физики газовых лазеров с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта; • методами планирования и организации физических исследований, семинаров и конференций. 	
--	--	--

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ОПК-6

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	уметь использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.	Ознакомлен с использованием знаний современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.	Демонстрирует знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.	Показывает навыки успешного использования современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.

ПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	Ознакомлен с разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	Демонстрирует свободное владение разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	Показывает навыки успешного владения разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности

ПК-4

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность планировать и организовывать физические исследования, семинары и конференции».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление планировать и организовывать физические исследования, семинары и конференции	Ознакомлен с планированием и организацией физических исследований, семинаров и конференций	Демонстрирует умение планировать и организовывать физические исследования, семинары и конференции	Показывает навыки успешного планирования и организации физических исследований, семинаров и конференций.

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

7.3. Типовые контрольные задания

Перечень вопросов к коллоквиуму

1. Определение лазера как прибора. Роль лазеров в современном приборостроении. Краткий исторический очерк. Современное состояние и перспективы развития лазеров. Задачи курса.
2. Монохроматичность. Когерентность. Направленность. Интенсивность. Поляризованность. Способы получения этих свойств от обычных источников и их недостатки. Способы демонстрации указанных свойств. Преимущества лазера как источника излучения, вытекающие из рассмотренных свойств излучения.
3. Энергетические уровни атомов, ионов и молекул. Оптические и неоптические переходы. Вероятности и скорости оптических переходов. Мощность спонтанного и вынужденного излучения. Кинетические уравнения.
4. Ширина и контур спектральных линий. Естественная ширина линий. Факторы, влияющие на уширение линий. Поперечная и продольная релаксации. Однородное и неоднородное уширение линий. Спектральная плотность мощности.
5. Взаимодействие излучения с инверсной средой. Условия усиления электромагнитных волн в идеальной среде. Закон Бугера для нормальной и инверсной сред. Ненасыщенный показатель усиления, зависимость его от частоты.
6. Усиление света в реальной среде. Коэффициент потерь. Активная часть контура усиления.
7. Способы получения инвертированных сред. Общие принципы создания инверсии. Методы заселения и расселения уровней. Способы создания инверсии в различных средах.
8. Основные элементы лазера и их роль. Лазер как усилитель с положительной обратной связью. Роль спонтанного излучения в развитии генерации.
9. Разновидности оптических резонаторов. Резонатор как оптический волновод. Потери излучения и добротность резонатора, резонансные свойства. Устойчивые и неустойчивые резонаторы. Анизотропные резонаторы.
10. Оптический резонатор с активным веществом. Основные процессы, происходящие в активном резонаторе: усиление и потери мощности, формирование модового состава излучения, спектральных характеристик, конкуренция и деформация мод.
11. Полупрозрачные зеркала. Элемент с отверстием связи. Вывод излучения через края одного из отражателей. Использование полупрозрачной пластинки, помещаемой внутрь полости резонатора, для вывода излучения.
12. Способы получения одномодового и одночастотного излучения. Схемы и устройства селекции продольных и поперечных мод

- лазерного излучения. Способы управления длиной волны лазерного излучения. Модуляция и отклонение лазерного излучения.
13. Энергетические, временные спектральные и пространственные характеристики лазерного излучения. Расходимость, длина волны, понятие ближней и дальней зоны, размер пучка, форма волнового фронта. Эксплуатационные параметры лазеров.
 14. Вероятностный, полуклассический и квантовый методы. Основные положения.
 15. Режим свободной генерации. Режим модуляции добротности резонатора. Режим синхронизации мод. Многомодовый, одномодовый и одночастотный режимы генерации лазера.
 16. Твердотельные лазеры. Общие особенности. Системы оптической накачки. Твердотельные лазеры с накачкой лазерными диодами и светодиодами. Активные среды. Трехуровневые и четырехуровневые лазеры.
 17. Газовые лазеры. Общие особенности. Обеспечение инверсии в газовых лазерах. Лазеры на нейтральных атомах. Ионные лазеры. Молекулярные лазеры. Лазеры на эксимерах. Электроионизационные, газодинамические и химические лазеры.
 18. Жидкостные лазеры. Общие особенности. Лазеры на растворах неорганических соединений редкоземельных элементов. Лазеры на растворах органических красителей. Управление спектром излучения жидкостных лазеров.
 19. Полупроводниковые лазеры. Общие особенности. Создание инверсии в полупроводниках. Лазеры с электронной накачкой. Инжекционные лазеры. Гетероструктурные лазеры с одно - и двухсторонним ограничением.
 20. Оценка мощности излучения лазера. Расчет оптимального коэффициента полезных потерь лазера. Основы расчета систем оптической накачки лазеров. Расчет КПД лазера.
 21. Элементы систем накачки твердотельных лазеров: лампы накачки, осветители, полупроводниковые лазеры и светодиоды в системах накачки.
 22. Элементы систем накачки газовых лазеров. Элементы систем накачки жидкостных лазеров. Элементы накачки полупроводниковых лазеров.
 23. Оптико-механические затворы. Электрооптические затворы и модуляторы. Ячейка Поккельса и ячейка Керра. Управляемые электрооптические отражатели. Магнитооптические модуляторы. Ячейка Фарадея. Невзаимные оптические элементы. Акустооптические модуляторы. Затворы нарушенного полного внутреннего отражения. Фототропные затворы.
 24. Нелинейная поляризация среды. Генерация оптических гармоник. Параметрическая генерация света. Когерентные эффекты

взаимодействия лазерного излучения с веществом (фотонное эхо, самоиндуцированная прозрачность, явления сверхизлучения).

Тематика рефератов и курсовых работ и методические указания по их выполнению

1. Пороговые условия генерации лазеров
2. Пиктовый режим генерации лазеров
3. Синхронизация мод в лазерах
4. Оптические резонаторы и их свойства
5. Твердотельные лазеры
6. Ионные аргоновые лазеры
7. Фемтосекунтные лазеры
8. Лазеры на красителях
9. Методы регистрации лазерного излучения
10. Модуляция добротности в лазерах.

Методические указания к выполнению курсовой работы

Целью выполнения курсовой работы по дисциплине "Физика лазеров" является проверка знаний студентов по вопросам основ физики лазеров, полученных в ходе лекционных и семинарских занятий, умения анализировать и обобщать материалы, раскрывающие связи между теорией и экспериментом, углубленное самостоятельное изучение отдельных разделов физики лазеров.

Основные задачи выполнения рефератов и курсовых работ:

- изучение методов анализа специальной учебной и научной литературы, проблемных статей, статистических данных по конкретной теме;
- анализ, обобщение и систематизация материалов по конкретным вопросам лазерной физики;
- изучение теоретических вопросов анализа излучательных процессов;
- анализ различных областей физики лазеров в науке и технике;

Реферат должен, как правило, базироваться на конкретных материалах одного типа лазеров или оптического явления.

Выбор темы реферата осуществляется студентом самостоятельно, исходя, прежде всего из возможностей получения необходимых для ее выполнения фактических экспериментальных и теоретических материалов. Изменение формулировки темы по инициативе студента не допускается. Тема реферата утверждается лектором данного курса. Студент должен выполнять реферат в соответствии с планом, утвержденным научным руководителем. Это позволяет выдержать логику изложения и проверить ключевые моменты усвоения студентами базовых физических понятий, умение анализировать конкретные ситуации с применением характеристик лазерного излучения.

План реферата разрабатывается студентом самостоятельно, но при этом он должен учитывать ниже изложенные положения. Структура реферата по дисциплине "Физика лазеров", как правило, включает:

- введение;
- теоретическую часть;

- аналитическую часть;
- практическая часть, посвященная конкретным экспериментальным результатам;
- заключение;
- список использованной литературы;
- приложения.

Во **введении** необходимо охарактеризовать актуальность проблемы, цель и задачи реферата, объект и предмет исследования, методы, используемые при выполнении реферата, ее теоретическую и методологическую основу. Очень важно различать понятия "объект" и "предмет" исследования. Как правило, под объектом понимается определенный тип лазера или оптического явления (например, лазерная искра). Предмет исследования – это более конкретная характеристика определенных аспектов объекта (например, методы расчета порога лазерной искры и т.п.).

В **теоретической части** реферата раскрывается сущность рассматриваемого физического процесса. Необходимо изучить основные теоретические положения, охарактеризовать на основе обобщения учебной и научной литературы, в т.ч. зарубежных авторов, различные трактовки и классификации исследуемого объекта. Теоретическая часть работы может включать исторические аспекты появления и развития данного направления исследований.

Центральное место в реферате занимает **аналитическая часть**. Целью данной части является всесторонний анализ задач, методов экспериментального и теоретического исследования, основные закономерности. Необходимо привести общие сведения об объекте, в т.ч.:

- новые теоретические и экспериментальные результаты, полученные за последние десять лет;
- области применения полученных результатов;
- имеющиеся проблемы и нерешенные вопросы

В данном разделе необходимо проанализировать соответствие экспериментальных результатов теоретическим моделям, анализировать погрешности измерений и точность теоретических расчетов. Следует показать собственную позицию в оценке проблемной ситуации и возможностей ее решения. Обязательно нужно делать ссылки на использованную литературу и точки зрения цитируемых авторов.

Проведенный анализ объекта исследования с использованием современных, включая квантовых, методов является базой для разработки конкретных предложений.

Практическая часть реферата по дисциплине "Физика лазеров" включает собственные экспериментальные результаты, оценки и расчеты, если эта часть работы запланирована. В данной части необходимо рассмотреть схемы экспериментальных установок, методов исследования и теоретического анализа.

В **заключении** реферата, опираясь на цели и задачи, сформулированные во введении, и результаты трех предшествующих частей, нужно сделать выводы по исследуемой проблеме и обобщить предложения, направленные на конкретные рекомендации.

Список использованной литературы должен включать действительно использованные в работе источники. При этом библиография составляется в порядке ссылок по тексту. При ссылке в тексте реферата на использованный источник приводится его порядковый номер в общем списке в квадратных скобках.

В **приложения** включаются вспомогательные материалы, использованные в курсовой работе для характеристики объекта исследования, подготовки таблиц, расчета показателей.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Лекции - Текущий контроль включает:

- посещение занятий __10__ бал.
- активное участие на лекциях __15__ бал.
- устный опрос, тестирование, коллоквиум __60__ бал.
- и др. (доклады, рефераты) __15__ бал.

Практика (р/з) - Текущий контроль включает:
(от 51 и выше - зачет)

- посещение занятий __10__ бал.
- активное участие на практических занятиях __15__ бал.
- выполнение домашних работ __15__ бал.
- выполнение самостоятельных работ __20__ бал.
- выполнение контрольных работ __40__ бал.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Литература

Основная:

1. Звелто О. Принципы лазеров. - М.: Мир, 2008.
2. Тарасов Л.В. Физика процессов в генераторах когерентного оптического излучения. - М.: Радио и связь, 1981.
3. Качмарек Ф. Введение в физику лазеров. - М.: Мир, 1981.
4. Крылов К.И., Прокопенко В.Т., Тарлыков В.А. Основы лазерной техники. - Л.: Машиностроение, 1990.

5. Климков Ю.М. Прикладная лазерная оптика. - М.: Машиностроение, 1985.
6. Пахомов И.И., Рожков О.В., Рождествен В.Н. Оптико-электронные квантовые приборы: Учебное пособие для вузов /Под ред. И.И. Пахомова. - М.: Радио и связь, 1982.

б) дополнительная литература:

1. "Справочник по лазерам" /Под ред. акад. Прохорова А. М., Т. 1, 2. - М.: Сов. радио, 1978.
2. "Справочник по лазерной технике" /Под ред. Байбородина Ю.В. и др. - Киев: Техника, 1978.
3. Пихтин А.Н. Физические основы квантовой электроники. - М.: Высшая школа, 1983.
4. Ананьев Ю. А. Оптические резонаторы и лазерные пучки. - М.: Наука, 1990.
5. Зверев Г.М., Голяев Ю.Д. Лазеры на кристаллах и их применение. - М.: Радио и связь, Рикел, 1994.
6. Справочник по лазерной технике /Пер. с нем. - М.: Энергоатомиздат, 1991.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Международная база данных Scopus по разделу физика столкновений и элементарные процессы <http://www.scopus.com/home.url>
2. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier по тематике элементарные процессы <http://www.sciencedirect.com/>
3. Ресурсы Российской электронной библиотеки www.elibrary.ru, включая научные обзоры журнала Успехи физических наук www.ufn.ru
4. Региональный ресурсный Центр образовательных ресурсов <http://rrc.dgu.ru/>
5. Электронные ресурсы Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- словарь терминов по физике газовых лазеров;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

Самостоятельная работа студентов:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;

- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- выполнение курсовых работ (проектов);
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- моделирование кинетических процессов в плазме газовых лазеров;

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

1. Программное обеспечение для лекций: MS Power Point (MS Power Point Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, табличный процессор.
2. Программное обеспечение в компьютерный класс: MS Power Point (MS PowerPoint Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков использования аппаратуры для проверки физических законов обеспечивается лабораториями специального физического практикума – 2 лаб.

При проведении занятий используются компьютерный класс, оснащенный современной компьютерной техникой.

При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

Комплект мультимедийных слайд-лекций по всем разделам дисциплины.

Комплект анимированных интерактивных компьютерных демонстраций по ряду разделов дисциплины.