



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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРОВ**

Кафедра физической электроники

Образовательная программа **03.04.02 - Физика**

Профиль подготовки: **Физика плазмы**

Уровень высшего образования:  
**Магистратура**

Форма обучения: **Очная**

Статус дисциплины: **Вариативная по выбору**

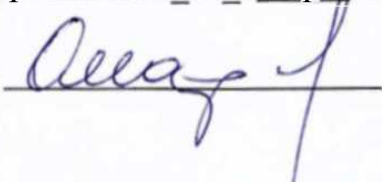
Махачкала, 2017 год

Рабочая программа дисциплины «Применение лазеров» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки **03.04.02 - Физика** (уровень: магистратура) от «28» августа 2015г. № 913.

Разработчик: кафедра физической электроники, Курбанисмаилов В.С., д.ф.-м.н., профессор.

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от «22» марта 2017 г., протокол № 8

Зав. кафедрой



Омаров О.А.

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 «Применение 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.

Для успешного усвоения курса студентам необходимо знание общих курсов физики, ряда разделов теоретической физики и физики конденсированного состояния. Данный курс является базой для осознанного использования студентами при выполнении дипломных работ данных по взаимодействию лазерного излучения с веществом, а также для освоения практических навыков работы с лазерной техникой в качестве специалиста.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с областью использования лазеров как научного и технологического инструмента, в котором в систематизированном виде рассматриваются физические принципы и примеры применения лазеров.

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:

Семес тр	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциро ванный зачет, экзамен	
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все го	из них						
Лекц ии		Лаборатор ные занятия	Практич еские занятия	КСР	консульт ации	СРС, в том числе экза мен		
9	72	8	-	10				54

## **1. Цели освоения дисциплины**

Курс лекций «Применение лазеров» является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1., читаемых для магистров по направлению 03.04.02 - Физика на кафедре физической электроники Даггосуниверситета в 9 семестре магистратуры.

**Целями освоения дисциплины «Применение лазеров»** – дать студентам базовые знания и навыки по изучаемому предмету, как в теоретическом, так и в практическом и экспериментальном плане.

**Задачами** курса являются:

1. Изучение физики генерации лазерного излучения, свойств лазерных пучков и методов их преобразования, принципов использования лазеров в науке и прикладных целях.
2. Формирование умения использовать полученные знания для оценки результатов воздействия лазерного излучения на вещество.
3. Практическое усвоение основных методик физического эксперимента по тематике курса.

## **2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры**

Дисциплина «Применение 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, ряда разделов теоретической физики и физики конденсированного состояния. Данный курс является базой для осознанного использования студентами при выполнении дипломных работ, данных по взаимодействию лазерного излучения с веществом, а также для освоения практических навыков работы с лазерной техникой в качестве специалиста.

Результатом обучения дисциплины «Применение 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.

**Особенности изучения дисциплины** – При построении лекционного курса основное внимание уделено физике рассматриваемых явлений на качественном уровне, однако используются и теоретические соотношения, необходимые для углубленного понимания предмета. В идейном плане в лекциях рассматриваются базовые физические принципы, на основе которых создаются те или иные лазерные устройства для науки, техники, медицины, оборонных задач и т.д. Преподавание курса «Применение 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, классификация и типы лазеров, твердотельные, газовые, жидкостные, полупроводниковые лазеры, элементы источников накачки лазерных активных сред, основы физики 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><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• содержания курса "Применение лазеров";</li> <li>• современное состояние лазерной техники;</li> <li>• новые научные направления и новые области использования лазерных систем в науке и технике;</li> <li>• специфические особенности лазерного излучения.</li> <li>• современные проблемы и новейшие достижения в физике газовых лазеров и их применения в научно-исследовательской работе.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• производить выбор типов лазеров для решения поставленной задачи;</li> <li>• применять лазеры при решении различных прикладных задач;</li> <li>• планировать проведение экспериментов на лабораторных занятиях;</li> <li>• производить самостоятельный анализ результатов работы при изучении данной дисциплины.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами использования лазеров в научных исследованиях;</li> <li>• способами применения лазеров в технологических процессах;</li> <li>• методами использования лазеров в системах дальнометрии, локации и связи;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• методами применения лазеров в медицине и в военных целях;</li> <li>• 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.</li> <li>• навыками выполнения физических измерений с применением лазерной техники.</li> </ul>
ПК-2	<p>способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики;</li> <li>• методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики применения лазеров;</li> <li>• основы лазерной физики и техники;</li> <li>• физические процессы, происходящие в лазерах;</li> <li>• принцип действия лазеров различных типов и их технические характеристики.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач по физике газовых лазеров;</li> <li>• использовать в научно – инновационной деятельности и в научных исследованиях современные достижения в области физики газовых лазеров;</li> <li>• оценить световые, энергетические, спектральные характеристики различных типов лазеров;</li> <li>• рассчитать простейшие системы с применением лазеров;</li> <li>• оценить нелинейные характеристики среды; оценить основные параметры активных сред лазеров.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики газовых лазеров;</li> <li>• некоторыми диагностическими методами исследования газоразрядной плазмы с</li> </ul>

		<p>помощью лазеров;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области лазерной физики;</li> <li>• владеть разделами физики газовых лазеров, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности;</li> <li>• навыками расчета параметров лазеров и лазерных систем.</li> </ul>
ПК-4	<p>способность планировать и организовывать физические исследования, семинары и конференции</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно добывать знания по изучаемой дисциплине;</li> <li>• критически анализировать и излагать получаемую на семинарских занятиях информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами;</li> <li>• применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях и при решении конкретных задач по лазерной физике;</li> <li>• строить и использовать простейшие модели при анализе элементарных процессов, протекающих в активной среде газовых лазеров;</li> <li>• основные свойства лазерного излучения, структурная схема лазера.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• решать задачи для описания поведения элементарных частиц, протекающих в активной среде газовых лазеров;</li> <li>• пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области лазерной физики;</li> <li>• анализировать устройство и принципы работы лазерной техники и приобрести навыки их использования при выполнении физических измерений.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками исследования физических процессов, протекающих в газах высокого давления с применением лазерной техники;</li> <li>• навыками для анализа взаимодействия лазерного излучения с веществом, ионизованным газом и С инверсной</li> </ul>

		<p>средой;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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;</li> <li>• методами планирования и организации физических исследований, семинаров и конференций.</li> </ul>
--	--	---

#### 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.		
<b>Модуль 1.</b>									
1	<b>Блок 1.</b> Свойства лазерных пучков. Квантовые системы в поле лазерного излучения. Многофотонная спектроскопия. Селективное воздействие лазерного излучения на молекулы.	9		2	4			12	Устный опрос, контрольная работа
2	<b>Блок 2.</b> Элементы нелинейной оптики. Генерация высших гармоник, смещение частот,	9		2	2			14	Устный опрос, контрольная работа



	спектроскопия КАРС, обращение волнового фронта.							
<i>Модуль 1.</i>								
3	<b>Блок 3.</b> Высокоинтенсивное воздействие лазерного излучения на макросистемы. Разрушение прозрачных тел. Плавление и испарение металлов. Технологические применения лазерного излучения при обработке металлов.	9		2	2		14	Устный опрос, контрольная работа
4	<b>Блок 4.</b> Возникновение лазерной плазмы. Поглощение лазерного излу- чения в плазме. Передача энергии от области поглощения излучения к плотной плазме. Лазерный термоядерный синтез.	9		2	2		14	Устный опрос, контрольная работа
	<b>Итого:</b>			8	10		54	

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

##### *Модуль 1.*

**Тема 1** Лазерное излучение и его основные свойства. Вещество. Взаимодействие на атомном уровне. Общие вопросы взаимодействия излучения с прозрачными и непрозрачными средами.

**Тема 2.** Линейная и нелинейная поляризация и восприимчивость. Линейная поляризация и линейное рассеяние света. Резонансная линейная восприимчивость. Нелинейные восприимчивости.

**Тема 3.** Однофотонное возбуждение (фотовозбуждение). Многофотонное возбуждение. Многофотонное возбуждение в некогерентном поле. Роль промежуточного резонанса. Практическая

реализация многофотонного возбуждения. Многофотонная резонансная спектроскопия.

**Тема 4.** Фотоионизация и туннельный эффект. Нелинейная ионизация. Прямой процесс многофотонной ионизации. Резонансный процесс многофотонной ионизации. Метод многофотонной резонансной ионизационной спектроскопии. Фотоионизация и туннельный эффект. Нелинейная ионизация. Прямой процесс многофотонной ионизации. Резонансный процесс многофотонной ионизации. Метод многофотонной резонансной ионизационной спектроскопии.

**Тема 5.** Двухступенчатая селективная фотоионизация атомов. Селективное воздействие лазерного излучения на молекулы. Нарушение селективности при фотовозбуждении атомов и молекул лазерным излучением.

**Тема 6.** Уравнение Максвелла для линейной и нелинейной сред. Условия фазового синхронизма.

**Тема 7.** Возбуждение второй гармоники. Возбуждение высших гармоник. Методы осуществления фазового синхронизма. Возбуждение высших гармоник лазерным излучением в реальных средах.

**Тема 8.** Связь трех волн в квадратичной среде. Вынужденное рассеяние Мандельштама — Бриллюэна. Связь четырех волн в кубичной среде. Закон сохранения числа фотонов и его следствия. Обращение волнового фронта при четырехволновом взаимодействии. Параметрические генераторы света.

### **Модуль 2.**

**Тема 9.** Распространение световой волны в линейной и нелинейной среде. Количественные характеристики процесса нелинейной рефракции. Самофокусировка импульсного излучения. Самоиндуцированная прозрачность.

**Тема 10.** Основные черты явления светового пробоя в газе. Образование плазмы за счет нелинейной ионизации газа. Ионизация газа электронами, ускоренными при столкновениях с атомами в поле излучения. Динамика плазмы, образованной в результате ионизации газа.

**Тема 11.** Нестационарная проводимость кристаллов. Разрушение идеально чистых тел. Разрушение, обусловленное локальными макроскопическими примесями. Эффект накопления.

**Тема 12.** Отражение и поглощение излучения. Нагревание поверхности металла. Эмиссия частиц с поверхности.

**Тема 13.** Плавление металлов. Испарение металлов. Технологические применения лазерного излучения при обработке металлов. Окисление металлической поверхности при облучении.

**Тема 14.** Процессы, приводящие к образованию плазмы. Экспериментальные методы исследования плазменного факела. Основные характеристики плазменного факела.

**Тема 15.** Критическая плотность плазмы. Поглощение лазерного излучения в плазме. Передача энергии от области поглощения излучения к плотной плазме. Лазерный термоядерный синтез.

### **Темы практических (семинарских) занятий**

#### **Модуль 1.**

**Тема 1.** Свойства лазерных пучков. Квантовые системы в поле лазерного излучения. Многофотонная спектроскопия. Селективное воздействие лазерного излучения на молекулы.

**Тема 2.** Элементы нелинейной оптики. Генерация высших гармоник, смешение частот, спектроскопия КАРС, обращение волнового фронта.

#### **Модуль 2.**

**Тема 3.** Высокоинтенсивное воздействие лазерного излучения на макросистемы. Разрушение прозрачных тел. Плавление и испарение металлов. Технологические применения лазерного излучения при обработке металлов.

**Тема 4.** Возникновение лазерной плазмы. Поглощение лазерного излучения в плазме. Передача энергии от области поглощения излучения к плотной плазме. Лазерный термоядерный синтез.

### **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-технологию, 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 контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<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><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• содержания курса "Применение лазеров";</li> <li>• современное состояние лазерной техники;</li> <li>• новые научные направления и новые области использования лазерных систем в науке и технике;</li> <li>• специфические особенности лазерного излучения.</li> <li>• современные проблемы и новейшие достижения в физике газовых лазеров и их применения в научно-исследовательской работе.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• производить выбор типов лазеров для решения поставленной задачи;</li> <li>• применять лазеры при решении различных прикладных задач;</li> <li>• планировать проведение экспериментов на лабораторных занятиях;</li> <li>• производить самостоятельный анализ результатов работы при изучении</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос

	<p>данной дисциплины.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами использования лазеров в научных исследованиях;</li> <li>• способами применения лазеров в технологических процессах;</li> <li>• методами использования лазеров в системах дальнометрии, локации и связи;</li> <li>• методами применения лазеров в медицине и в военных целях;</li> <li>• 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;</li> <li>• навыками выполнения физических измерений с применением лазерной техники.</li> </ul>	
ПК-2	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики;</li> <li>• методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики газовых лазеров;</li> <li>• основы лазерной физики и техники;</li> <li>• физические процессы, происходящие в лазерах;</li> <li>• принцип действия лазеров различных типов и их технические характеристики.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач по физике газовых лазеров;</li> <li>• использовать в научно – инновационной деятельности и в научных исследованиях современные достижения в области физики газовых лазеров;</li> <li>• оценить световые, энергетические, спектральные характеристики различных типов лазеров;</li> <li>• рассчитать простейшие системы с применением лазеров;</li> <li>• оценить нелинейные характеристики среды; оценить основные параметры активных сред лазеров.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики газовых лазеров;</li> <li>• некоторыми диагностическими методами исследования газоразрядной плазмы с помощью лазеров;</li> <li>• методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области лазерной физики;</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• владеть разделами физики газовых лазеров, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности;</li> <li>• навыками расчета параметров лазеров и лазерных систем.</li> </ul>	
ПК-4	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно добывать знания по изучаемой дисциплине;</li> <li>• критически анализировать и излагать получаемую на семинарских занятиях информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами;</li> <li>• применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях и при решении конкретных задач по лазерной физике;</li> <li>• строить и использовать простейшие модели при анализе элементарных процессов, протекающих в активной среде газовых лазеров;</li> <li>• основные свойства лазерного излучения, структурная схема лазера.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• решать задачи для описания поведения элементарных частиц, протекающих в активной среде газовых лазеров;</li> <li>• пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области лазерной физики;</li> <li>• анализировать устройство и принципы работы лазерной техники и приобрести навыки их использования при выполнении физических измерений.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками исследования физических процессов, протекающих в газах высокого давления с применением лазерной техники;</li> <li>• навыками для анализа взаимодействия лазерного излучения с веществом, ионизованным газом и с инверсной средой;</li> <li>• 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;</li> <li>• методами планирования и организации физических исследований, семинаров и конференций.</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос

**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. Свойства лазерного излучения.
2. Линейная поляризация и линейное рассеяние света.
3. Вероятности межуровневых переходов в атомах. Квантово-механическое и полуклассическое описание.
4. Виртуальные и реальные оптические переходы электрона в атоме.
5. Нелинейная поляризация и нелинейные восприимчивости.
6. Однофотонное и многофотонное возбуждение квантовых систем.
7. Уширение уровней в квантовых системах и его влияние на эффективность многофотонного возбуждения.
8. Многофотонное возбуждение реальным лазерным излучением. Статистический фактор.
9. Роль промежуточного резонанса в многофотонном возбуждении. Многофотонная резонансная спектроскопия.
10. Фотоионизация, надбарьерный распад и туннелирование в постоянном электрическом поле. Условия осуществления нелинейной ионизации в поле лазерного излучения.
11. Прямой и резонансный процессы многофотонной ионизации. Метод многофотонной резонансной ионизационной спектроскопии.
12. Двухступенчатая селективная фотоионизация атомов.
13. Селективное воздействие лазерного излучения на молекулы.
14. Нарушение селективности при возбуждении лазерным излучением.
15. Уравнения Максвелла для линейной и нелинейной сред. Условия фазового синхронизма.

16. Возбуждение высших гармоник. Практические методы осуществления фазового синхронизма.
17. Связь трех волн в квадратичной среде. Смещение частот.
18. Вынужденное рассеяние Манделъштама — Бриллюэна.
19. Связь четырех волн в кубичной среде. Закон сохранения числа фотонов и его следствия.
20. Обращение волнового фронта при четырехволновом взаимодействии.
21. Параметрическая генерация световых импульсов сверхкороткой длительности.
22. Количественные характеристики процесса нелинейной рефракции.
23. Самофокусировка импульсного лазерного излучения.
24. Явление самоиндуцированной прозрачности.
25. Оптический пробой в газах. Механизмы нелинейной ионизации, ионизации газа электронами, ускоренными в поле излучения.
26. Динамика плазмы, образованной ионизацией газа.
27. Оптическое разрушение номинально чистых прозрачных диэлектриков.
28. Оптическое разрушение прозрачных диэлектриков, обусловленное локальными макропримесями. Эффект накопления.
29. Отражение и поглощение излучения непрозрачными материалами. Нагревание поверхности металла.
30. Эмиссия частиц с поверхности металлов.
31. Плавление и испарение металлов.
32. Влияние окисления металлической поверхности при облучении на процессы плавления и испарения.
33. Физические процессы, приводящие к образованию лазерной плазмы.
34. Экспериментальные методы исследования лазерной плазмы.
35. Основные характеристики плазменного факела.
36. Критическая плотность лазерной плазмы.
37. Поглощение лазерного излучения в плазме. Передача энергии от области поглощения излучения к плотной плазме.
38. Лазерный термоядерный синтез.

**Тематика рефератов и курсовых работ и  
методические указания по их выполнению**

1. Пороговые условия генерации лазеров
2. Пиковый 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.
11. Лазеры в медицине.

12. Лазеры в технологии.
13. Лазеры в метрологии.
14. Лазерная связь.
15. Оптическая голография.
16. Лазеры в информационных технологиях.
17. Лазеры в военном деле.

### ***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 физика 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. Климов Ю.М. Прикладная лазерная оптика. - М.: Машиностроение, 1985.
6. Пахомов И.И., Рожков О.В., Рождествин 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](http://www.elibrary.ru), включая научные обзоры журнала Успехи физических наук [www.ufn.ru](http://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.*