



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись)

Голик С.С.

«УТВЕРЖДАЮ»



Заведующий кафедрой общей и экспериментальной физики

(подпись)

Короченцев В.В.

2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Физика лазеров»
Направление подготовки – 03.03.02 Физика
Экспериментальная физика
Форма подготовки очная

курс 3 семестр 5

лекции 36 час.

практические занятия 18 час.

лабораторные работы не предусмотрены.

в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 18 /лаб. 0 час.

в том числе в электронной форме лек. 0 /пр. 0 /лаб. 0 час.

всего часов аудиторной нагрузки 54 час.

в том числе с использованием МАО 18 час.

самостоятельная работа 90 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

контрольные работы (2)

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены.

экзамен 5 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно установленного ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 № 1282

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики, протокол № 8 от «27» 05 2019 г.

Заведующий кафедрой общей и экспериментальной физики В.В. Короченцев

Составитель (ли): к. ф.-м. н., в.н.с. Голик С.С.

Владивосток
2019

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Физика лазеров»

Курс «Физика лазеров» предназначен для студентов очной формы обучения направления подготовки 03.03.02 «Физика», направленность «Экспериментальная физика».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часов), практические занятия (18 часов), самостоятельная работа (90 часов), контрольные работы (36 часов). Дисциплина реализуется на 3 курсе в 5-м семестре.

Дисциплина «Физика лазеров» относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин по выбору (Б1.В.ДВ.01.02).

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: «Математический анализ», «Общая физика», «Атомная физика».

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: «Аналитическая лазерная спектроскопия», «Нелинейная оптика».

В курсе «Физика лазеров» рассматриваются физические основы лазерной физики и квантовой электроники, вопросы генерации вынужденного излучения и применение эйнштейновской теории излучения к термодинамически неравновесным системам с дискретными уровнями энергии. Излагаются основные сведения о принципах работы распространенных лазерных систем и их применении для решения различного круга прикладных задач.

Цель изучения дисциплины – приобретение систематизированных знаний по физике лазеров.

Задачи:

- изучение физических основ физики лазеров;
- изучение основных принципов работы распространенных лазерных систем;
- приобретение навыков решения задач по дисциплине физики лазеров.

Для успешного изучения дисциплины «Физика лазеров» у студентов должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- ОПК-1 способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественно-научные знания, включая знания о

предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук;

- ОПК-3 Способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и атомной физики для решения профессиональных задач

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие общекультурные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-3 способность эксплуатировать и обслуживать современную физическую аппаратуру и оборудование	Знает	<ul style="list-style-type: none"> - предпосылки создания физики лазеров; - основные принципы физики лазеров; - основные источники лазерного излучения и принципы их работы;
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> - применять теоретические знания к решению практических и научных задач; - находить применение распространенных лазерных систем для решения различного круга прикладных задач - излагать, понимать и критически анализировать общефизическую информацию.
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> - самостоятельной работой с учебной и научной литературой; - использованием базовых теоретических и практических знаний в области физики лазеров при решении профессиональных задач.
ПК-2 способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и	Знает	Основные виды лазеров, их особенности и возможности применения.
	Умеет	Самостоятельно включать и калибровать лабораторное оборудование для проведения экспериментов в области физики лазеров.
	Владеет	Навыками самостоятельной настройки и получения лазерного излучения для проведения экспериментов с помощью лазерного оборудования.

зарубежного опыта		
-------------------	--	--

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Физика лазеров» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: обсуждение в группах, решение задач с обсуждением.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(36 часов)

Раздел 1. Принципы работы лазеров (18 часов)

Тема 1. Коэффициенты Эйнштейна (3 часа)

Определение физики лазеров. Индуцированные и спонтанные переходы, коэффициенты Эйнштейна. Свойства индуцированного излучения.

Тема 2. Ширина линии (3 часа)

Естественное время жизни, ширина спектра спонтанного излучения. Лоренцева форма линии. Однородное и неоднородное уширения. Гауссова форма линии при доплеровском уширении

Тема 3. Усиление (3 часа)

Поглощение и усиление. Активная среда. Сечение поглощения. Эффект насыщения.

Тема 4. Лазеры усилители (3 часа).

Усиление и генерация. Полоса пропускания усилителя бегущей волны. Шум квантового усилителя. Максимальная выходная мощность. Импульсный режим, максимальная выходная энергия, изменение формы импульса при нелинейном усилении.

Тема 5. Генерация излучения (3 часа)

Открытый резонатор, его добротность. Регенерация резонатора при усилении. Пролодной резонаторный усилитель. Отражательный усилитель. Условия самовозбуждения. Условия резонанса. Частота генерации. Максимальная выходная мощность.

Тема 6. Оптические резонаторы(3 часа)

Открытые резонаторы, прореживание спектра. Число Френеля. Моды. Время жизни моды пассивного резонатора. Дифракционные потери. Метод Фокса и Ли. Интегральное уравнение открытого резонатора. Конфокальный резонатор. Распределение поля.

Раздел 2. Типы лазеров и их свойства (18 часов)

Тема 1. Газовые лазеры. (2 часа)

Свойства и особенности газообразных сред. Гелий-неоновый лазер, схема уровней, мощность и ширина линии излучения.

Тема 2. Ионные лазеры, лазеры на парах металлов (2 часа)

Аргоновый лазер. Двухступенчатое возбуждение. Зависимость от плотности тока разряда. Условие инверсии. Эффект перекачки газа в разряде. Гелий-кадмиевый лазер. Пеннинговский механизм ионизации и возбуждения. КПД газоразрядных лазеров. Самоограниченные переходы. КПД, энергия, мощность лазеров на самоограниченных переходах. Медный лазер, схема уровней, параметры лазера.

Тема 3. Твердотельные лазеры (2 часа)

Рубиновый лазер, Nd:YAG лазер.

Тема 4. Полупроводниковые лазеры (4 часа)

Лазеры на гомо- и гетеропереходах. Лазеры с распределенной обратной связью, РБО лазеры, перестраиваемые лазеры.

Тема 5. CO₂ лазеры (4 часа)

Непрерывная генерация, ТЕА CO₂ лазеры

Тема 6. Лазеры сверхкоротких импульсов (4 часа)

Титан-сапфировый лазер. Генерация и усиление ультракоротких импульсов.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (18 часов)

Занятие 1. Свойства излучения и применение газовых лазеров (обсуждение в группах) (2 часа)

Занятие 2. Свойства излучения и применение твердотельных лазеров (обсуждение в группах) (2 часа)

Занятие 3. Свойства излучения и применение полупроводниковых лазеров (обсуждение в группах) (2 часа)

Занятие 4. Свойства излучения и применение волоконных лазеров (обсуждение в группах) (2 часа)

Занятие 5. Свойства излучения и применение фемтосекундных лазеров субгигаватной мощности (обсуждение в группах) (2 часа)

Занятие 6. Свойства излучения и применение фемтосекундных лазеров тераваттной мощности (обсуждение в группах) (2 часа)

Занятие 7. Применение лазеров в медицине (обсуждение в группах) (2 часа)

Занятие 8. Расчет параметров резонаторов, оценка ширины линии генерации (решение задач с обсуждением) (2 часа)

Занятие 9. Основные методы измерений параметров лазерных импульсов (обсуждение в группах) (2 часа)

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Название дисциплины» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация

1	Раздел 1. Принципы работы лазеров	ПК-3	знает: предпосылки создания лазерной физики, основные физические принципы работы лазеров; умеет: излагать, понимать и критически анализировать информацию; владеет: методологией использования базовых теоретических знаний в области естественных наук при решении профессиональных задач;	Контрольная работа	Экзамен, вопросы № 1 - 10
2	Раздел 2. Типы лазеров и их свойства	ПК-2	знает: основные типы лазеров, принципы их работы и основные характеристики и свойства, области их применения; умеет: производить оценки основных параметров лазерных систем; владеет: навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой.	Контрольная работа. Работа на семинарских занятиях	Экзамен, вопросы № 10 - 26

Контрольные и методические материалы, а также критерии и показатели необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Лазеры: применения и приложения [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Борейшо [и др.] ; под ред. А. С. Борейшо. М.Ю. Ильин, А.А. Ким, И.А. Киселев, Д.В. Клочков, М.А. Коняев, Л.Б. Кочин, В.С. Лугиня, Н.Ю. Малькова, А.В. Морозов, Е.Н. Никулин, С.Ю. Страхов, А.В. Федин, А.В. Чугреев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 520 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/87570>.
2. Тучин, В.В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях [Электронный ресурс] / В.В. Тучин. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2010. — 499 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2350>.
3. Борейшо, А.С. Лазеры: устройство и действие [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Борейшо, С.В. Ивакин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 304 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93585>
4. Лазеры: применения и приложения [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Борейшо [и др.] ; под ред. А. С. Борейшо. М.Ю. Ильин, А.А. Ким, И.А. Киселев, Д.В. Клочков, М.А. Коняев, Л.Б. Кочин, В.С. Лугиня, Н.Ю. Малькова, А.В. Морозов, Е.Н. Никулин, С.Ю. Страхов, А.В. Федин, А.В. Чугреев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 520 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/87570>.
5. Лазеры: применения и приложения [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Борейшо [и др.] ; под ред. А. С. Борейшо. М.Ю. Ильин, А.А. Ким, И.А. Киселев, Д.В. Клочков, М.А. Коняев, Л.Б. Кочин, В.С. Лугиня, Н.Ю. Малькова, А.В. Морозов, Е.Н. Никулин, С.Ю. Страхов, А.В. Федин, А.В. Чугреев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург :

- Лань, 2016. — 520 с. — Режим доступа:
<https://e.lanbook.com/book/87570>.
6. Лазеры на самоограниченных переходах атомов металлов — 2. В 2 т. Т.2 [Электронный ресурс] : учебное пособие / под ред. В.М. Батенина. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2011. — 616 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59615>.
 7. П.Г. Крюков Фемтосекундные импульсы, М.:Физматлит, 2008 г., 208 стр., ISBN: 978-5-9221-0941-3
 8. О. Звелто Принципы лазеров пер. с англ. Д. Н. Козлова [и др.]. Санкт-Петербург : Лань, 2008. 719 с. Режим доступа: научная библиотека ДВФУ. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:265786&theme=FEFU>

Дополнительная литература
(электронные и печатные издания)

1. Ярив А. Квантовая электроника. М.: Советское радио, 1980.
2. Карлов Н. В. Лекции по квантовой электронике. М.: Наука, 1983.
3. М. Янг Оптика и лазеры, включая волоконную оптику и оптические волноводы Мир, 2005 г., 544 стр. ISBN 5-03-003457-9;

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети
«Интернет»**

1. Научная библиотека ДВФУ.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:326565&theme=FEFU>
2. Научная библиотека ДВФУ.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:378524&theme=FEFU>
3. Научная библиотека ДВФУ.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:340712&theme=FEFU>
4. Научная библиотека ДВФУ.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:61623&theme=FEFU>
5. Научная библиотека ДВФУ.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:679196&theme=FEFU>
6. <http://www.physbook.ru/>
7. <https://www.rp-photonics.com/encyclopedia.html>

8. <https://www.photonics.com/>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

Важной является самостоятельная работа по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. При подготовке к занятиям студенты могут пользоваться рабочей программой учебной дисциплины, а также справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

При промежуточной аттестации до экзамена должны сдать все отчетные работы и получить допуск к экзамену.

VIII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитория для чтения лекций и проведения практических занятий:

персональный компьютер Lenovo ThinkPad E125 с лицензионным и свободным программным обеспечением – MS PowerPoint 2007 и Acrobat Reader XI;

проектор Benq MP770;

переносной экран.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**
по дисциплине «Физика лазеров»
Направление подготовки – 03.03.02 Физика
Экспериментальная физика
Форма подготовки очная

**Владивосток
2019**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	2 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	10 часов	Работа на практических занятиях
2	4 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	10 часов	Работа на практических занятиях
3	6 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	10 часов	Работа на практических занятиях
4	8 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	10 часов	Работа на практических занятиях
5	10 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	10 часов	Работа на практических занятиях
6	12 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	10 часов	Работа на практических занятиях
7	14 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	10 часов	Работа на практических занятиях
8	16 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	10 часов	Работа на практических занятиях
9	18 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	10 часов	Работа на практических занятиях

Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению

Самостоятельная работа помогает студентам:

1) овладеть знаниями:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.);

- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;

- работа со справочниками и др. справочной литературой;

- использование компьютерной техники и Интернета и др.;

2) закреплять и систематизировать знания:

- работа с конспектом лекции;

- обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей;

- подготовка плана;

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности и уровня умений студентов.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов должен осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа на лекции

Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

Работа с литературными источниками

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме. Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Требования к конспекту для практических занятий:

1. Должен быть в отдельной тетради, подписанный.
2. Обязательно писать план занятия с указанием темы, вопросов, списка литературы и источников.

3. Отражать проблематику всех поставленных вопросов (анализ источника, литературы).

4. Иметь по ним аргументированные выводы. Слово «аргументированные» является ключевым. Главное - доказуемость выводов.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Контроль самостоятельной работы студентов предусматривает:

- соотнесение содержания контроля с целями обучения;
- объективность контроля;
- валидность контроля (соответствие предъявляемых заданий тому, что предполагается проверить);
- дифференциацию контрольно-измерительных материалов.

Формы контроля самостоятельной работы:

- Работа на практических занятиях.

Критерии оценки результатов самостоятельной работы

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентами учебного материала;
- сформированность общеучебных умений;
- умения студента активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Физика лазеров»
Направление подготовки – 03.03.02 Физика
Экспериментальная физика
Форма подготовки очная

Владивосток
2019

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-3 способность эксплуатировать и обслуживать современную физическую аппаратуру и оборудование	Знает	<ul style="list-style-type: none"> - предпосылки создания физики лазеров; - основные принципы физики лазеров; - основные источники лазерного излучения и принципы их работы;
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> - применять теоретические знания к решению практических и научных задач; - находить применение распространенных лазерных систем для решения различного круга прикладных задач - излагать, понимать и критически анализировать общезначимую информацию.
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> - самостоятельной работой с учебной и научной литературой; - использованием базовых теоретических и практических знаний в области физики лазеров при решении профессиональных задач.
ПК-2 способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	Знает	Основные виды лазеров, их особенности и возможности применения.
	Умеет	Самостоятельно включать и калибровать лабораторное оборудование для проведения экспериментов в области физики лазеров.
	Владеет	Навыками самостоятельной настройки и получения лазерного излучения для проведения экспериментов с помощью лазерного оборудования.

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Принципы работы лазеров	ПК-3	знает: предпосылки создания лазерной физики, основные физические принципы работы лазеров; умеет: излагать, понимать и критически анализировать информацию; владеет: методологией использования базовых теоретических знаний в области естественных наук при решении профессиональных задач;	Контрольная работа	Экзамен, вопросы № 1 - 10
2	Раздел 2. Типы лазеров и их свойства	ПК-2	знает: основные типы лазеров, принципы их работы и основные характеристики и свойства, области их применения; умеет: производить оценки основных параметров лазерных систем; владеет: навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой.	Контрольная работа. Работа на семинарских занятиях	Экзамен, вопросы № 10 - 26

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
ПК-3 способность эксплуатировать и обслуживать современную физическую аппаратуру и оборудование	знает (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> - предпосылки создания лазерной физики, - основные физические принципы работы лазеров; - основные типы лазеров, принципы их работы и основные характеристики и свойства, области их применения 	Знание математического аппарата физики лазеров, основных принципов физики лазеров.	Способность перечислить и раскрыть суть основных принципов физики лазеров и лазерных систем.	45-64
	умеет (продвинутой)	<ul style="list-style-type: none"> - производить оценки основных параметров лазерных систем; - применять теоретические знания к решению практических и научных задач; - излагать, понимать и критически анализировать общефизическую информацию. 	Умение производить оценки основных параметров лазерных систем.	Способность применять теоретические знания к решению практических и научных задач; излагать, понимать и критически анализировать общефизическую информацию.	65-84
	владеет (высокий)	<ul style="list-style-type: none"> - самостоятельной работы с учебной и научной литературой; - использования базовых теоретических знаний в области естественных наук при решении профессиональных задач. 	Владение навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой; использования базовых теоретических знаний в области лазерной физики при решении профессиональных задач.	Способность самостоятельно работать с учебной и научной литературой; использовать базовые теоретические знания в области лазерной физики при решении профессиональных задач.	85-100
ПК-2 способность проводить научные	знает (пороговый уровень)	Основные виды лазеров, их особенности и возможности	Классификация и назначение лазерных	Знание основных видов лазерных систем, принципиальное	45-64

исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта		применения.	систем.	отличие их друг от друга, области применения.	
	умеет (продвинутой)	Самостоятельно включать и калибровать лабораторное оборудование для проведения экспериментов в области физики лазеров.	Алгоритм включения и выключения лабораторных лазерных систем.	Производство включения и вывода в рабочий режим лабораторных лазеров. Навыки безопасной работы с лазерным излучением.	65-84
	владеет (высокий)	Навыками самостоятельной настройки и получения лазерного излучения для проведения экспериментов с помощью лазерного оборудования.	Параметры калибровки лабораторных лазерных систем, их влияние на характеристики лазерного излучения.	Самостоятельная калибровка и получения излучения с заданными характеристиками на лазерном оборудовании.	85-100

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Промежуточная аттестация обучающихся по учебной дисциплине осуществляется в рамках завершения изучения данной дисциплины и позволяет определить качество и уровень ее освоения. Предметом оценки освоения являются умения и знания.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме экзамена и позволяет определить развитие общих компетенций, предусмотренных для ОПОП. Условием допуска к экзамену является успешное освоение обучающимися всех элементов дисциплины (выполнение и сдача всех контрольных работ).

Текущий контроль успеваемости осуществляется в ходе повседневной учебной работы по курсу дисциплины. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины, овладению общими компетенциями..

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ по дисциплине «Физика лазеров»

1. Определение КЭ. Индуцированные и спонтанные переходы, коэффициенты Эйнштейна. Свойства индуцированного излучения.
2. Свойства лазерных пучков. Принцип работы лазера.

3. Естественное время жизни, ширина спектра спонтанного излучения. Лоренцева форма линии. Однородное уширение.
4. Неоднородное уширение. Гауссова форма линии при доплеровском уширении.
5. Поглощение и усиление. Активная среда. Сечение поглощения. Эффект насыщения.
6. Лазеры-усилители. Непрерывное и импульсное излучение.
7. Генерация излучения. Добротность резонатора. Условие энергетического самовозбуждения резонатора Фабри-Перо.
8. Баланс фаз, выходная мощность лазерных генераторов.
9. Резонаторы. Моды резонатора. Разности частот между продольными и поперечными модами. Распределение интенсивности нулевой моды в плоско-параллельном резонаторе.
10. Виды резонаторов, методы селекции мод. Импульсная генерация: режим свободной генерации, режим модуляции добротности.
11. Газовые лазеры, особенности и следствия газообразной активной среды. Способы накачки.
12. Гелий-неоновый лазер. Упрощенная схема уровней, длины волн генерации, ширина линии, выходная мощность.
13. Аргонный лазер. Схема накачки, упрощенная схема уровней, длина волны генерации, выходная мощность. Особенности конструкции лазера. Области применения лазера.
14. Гелий-кадмиевый лазер. Схема накачки (пеннинговская ионизация), упрощенная схема уровней, длина волны генерации, выходная мощность. Особенности конструкции лазера, области применения.
15. КПД газоразрядных лазеров. Непрерывный и импульсный режимы.
16. Лазер на парах меди. Упрощенная схема уровней, способ накачки, длины волн излучения, длительность импульса, частота повторения импульсов. Выходная мощность, КПД.
17. Рубиновый лазер. Упрощенная схема уровней, длины волн излучения. Ширина спектральных линий.
18. Устройство и принцип действия рубинового лазера. Режим свободной генерации, модуляция добротности, непрерывный режим. Выходная мощность для различных режимов.
19. Твердотельные лазеры с активными веществами на основе редкоземельных элементов. Основные достоинства. Nd:YAG лазер. Упрощенная схема уровней, способ накачки, длины волн излучения, длительность импульса (модуляция добротности). Области применения.
20. Полупроводниковые лазеры. Основные достоинства и недостатки. Принцип работы лазера. GaAs лазер с широким p-n гомопереходом.
21. Лазеры на основе двойного гетероперехода.
22. Резонатор полупроводникового лазера. РОС лазеры.
23. Лазеры с распределенными брэгговскими отражателями. VCSEL лазер.
24. Волоконные лазеры.
25. Генерация ультракоротких импульсов.
26. Усиление ультракоротких импульсов.

Критерии оценки на экзамене по дисциплине

«Физика лазеров»

Оценка **«отлично»** ставится, если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

Оценка **«хорошо»** ставится, если ответ обнаруживает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится, если ответ свидетельствует в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличается недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится, если ответ обнаруживает незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Комплект заданий для контрольной работы

Тема 1. Принципы работы лазеров

Вариант 1.. Коэффициенты Эйнштейна

Определение физики лазеров. Индуцированные и спонтанные переходы, коэффициенты Эйнштейна. Свойства индуцированного излучения.

Вариант 2. Ширина линии

Естественное время жизни, ширина спектра спонтанного излучения. Лоренцева форма линии. Однородное и неоднородное уширения. Гауссова форма линии при доплеровском уширении

Вариант 3. Усиление

Поглощение и усиление. Активная среда. Сечение поглощения. Эффект насыщения.

Вариант 4. Лазеры усилители

Усиление и генерация. Полоса пропускания усилителя бегущей волны. Шум квантового усилителя. Максимальная выходная мощность. Импульсный режим, максимальная выходная энергия, изменение формы импульса при нелинейном усилении.

Вариант 5. Генерация излучения

Открытый резонатор, его добротность. Регенерация резонатора при усилении. Пропускной резонаторный усилитель. Отражательный усилитель. Условия самовозбуждения. Условия резонанса. Частота генерации. Максимальная выходная мощность.

Вариант 6. Оптические резонаторы

Открытые резонаторы, прореживание спектра. Число Френеля. Моды. Время жизни моды пассивного резонатора. Дифракционные потери. Метод Фокса и Ли. Интегральное уравнение открытого резонатора. Конфокальный резонатор. Распределение поля.

Тема 2. Типы лазеров и их свойства

Вариант 1. Газовые лазеры

Свойства и особенности газообразных сред. Гелий-неоновый лазер, схема уровней, мощность и ширина линии излучения.

Вариант 2. Ионные лазеры, лазеры на парах металлов (2 часа)

Аргонный лазер. Двухступенчатое возбуждение. Зависимость от плотности тока разряда. Условие инверсии. Эффект перекачки газа в разряде. Гелий-кадмиевый лазер. Пеннинговский механизм ионизации и возбуждения. КПД газоразрядных лазеров. Самоограниченные переходы. КПД, энергия, мощность лазеров на самоограниченных переходах. Медный лазер, схема уровней, параметры лазера.

Вариант 3. Твердотельные лазеры

Рубиновый лазер, Nd:YAG лазер.

Вариант 4. Полупроводниковые лазеры

Лазеры на гомо- и гетеропереходах. Лазеры с распределенной обратной связью, РБО лазеры, перестраиваемые лазеры.

Вариант 5. CO₂ лазеры

Непрерывная генерация, ТЕА CO₂ лазеры

Вариант 6. Лазеры сверхкоротких импульсов

Титан-сапфировый лазер. Генерация и усиление ультракоротких импульсов.

Критерии оценки выполнения контрольной работы

Отметка "Отлично"

Верно выполнено более 85% заданий.

Отметка "Хорошо"

Верно выполнено 75-85% заданий.

Отметка "Удовлетворительно"

Верно выполнено 60-75% заданий.

Отметка "Неудовлетворительно"

Верно выполнено менее 60% заданий.