

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД
А.А.Панфилов

« 03 » 09 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Лазерные технологии»
(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии»

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного кон- троля (экз./зачет)
8	4/144	24	-	24	69	Экзамен (27 ч.), КР
Итого	4/144	24	-	24	69	Экзамен (27 ч.), КР

Владимир, 2018 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Лазерные технологии» являются развитие у студентов компетенций, которые позволяют: применять основные методы определения физических параметров лазерного излучения, физические принципы и аппаратную реализацию методов в лазерных устройствах и технологиях; – подготовить их к самостоятельной научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности, выработке организованности, трудолюбия и коммуникабельности; – использовать совокупность средств и способов человеческой деятельности, направленной на проектирование, конструирование, технологию производства и эксплуатацию приборов и устройств квантовой и оптической электроники различного функционального назначения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО.

Изучение дисциплины проходит в 8-ом семестре. Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части ОПОП учебного плана по направлению 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии». Изучение дисциплины предполагает наличие у студентов знания, умения и компетенции, полученные обучающимися в средней образовательной школе, а так же в первый год обучения в вузе дисциплин естественнонаучного блока: математики, физики, химии.

Дисциплина обеспечивает последующее изучение дисциплин: взаимодействие лазерного излучения с веществом, математическое моделирование нелинейных волновых процессов, системы автоматизированного проектирования в оптике. Знания, полученные в рамках изучения данной дисциплины, могут быть применены для написания выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие результаты образования:

ПК-1	<i>Способность к анализу поставленной задачи исследований в области приборостроения</i>	Знать: - основные принципы исследований в области приборостроения Уметь: - выбирать оптимальные методы анализа поставленной задачи исследований в области приборостроения Владеть: - практическими навыками анализа поставленной задачи исследований в области приборостроения
ПК-4	<i>Способность к наладке, настройке, юстировке и опытной проверке приборов и систем</i>	Знать: - основные принципы приборов и систем лазерной техники в научно-исследовательских лабораториях кафедры, предприятия Уметь: - настраивать приборы при проведении экспериментов в области лазерных технологий для решения поставленных задач Владеть: - навыками работы с приборами и системами лазерной техники в научно-исследовательских лабораториях кафедры, предприятия
ПК-6	<i>Способностью оценить технологичность конструкторских решений, разра-</i>	Знать: - принципы работы и характеристики современных лазеров и усилителей когерентного излучения Уметь:

	ботать технологические процессы сборки (юстировки) и контроля лазерных, оптико-электронных, механических и оптических блоков, узлов и деталей лазерных систем и комплексов	<ul style="list-style-type: none"> - анализировать принцип работы и проводить расчеты важнейших характеристик оптических элементов, устройств и приборов Владеть: <ul style="list-style-type: none"> - технологиями организации, проведения и обработки результатов измерений в соответствии с требованиями стандартов
ПК-7	Готовность к участию в монтаже, наладке, настройке, юстировке, испытаниях, сдаче в эксплуатацию опытных образцов, сервисном обслуживании и ремонте техники	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные принципы работы лазерной техники экспериментальных установок научно-исследовательских лабораторий кафедры, предприятия. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - настраивать лазерное оборудование при проведении экспериментов в области лазерных технологий для решения поставленных задач. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками работы с лазерной техникой экспериментальных установок научно-исследовательских лабораторий кафедры, предприятия

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 час.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1.	Введение	8	1	2	-	-	-	10	+	1/50	-
2.	Принцип действия лазеров. Структурная схема лазера. Основные свойства лазерного излучения.	8	2	6	-	6	-	13	+	6/50	-
3.	Оптические резонаторы. Процессы и способы накачки.	8	3-4	5	-	6	-	12	+	5/45	Рейтинг-контроль №1
4.	Параметры и характеристики лазерного излучения	8	5-6	5	-	6	-	15	+	5/45	Рейтинг-контроль №2
5.	Режимы работы лазеров. Особенности основных режимов. Классификация и типы лазеров. Газовые лазеры.	8	7-8	6	-	6	-	19	+	6/50	Рейтинг-контроль №3
Всего		8	8	24	-	24	-	69	КР	23/48	Экзамен (27ч.)

Содержание дисциплины

Лекции

1. Введение.

Определение лазера как прибора. Роль лазеров в современном приборостроении. Сравнение лазера с другими источниками энергии. Краткий исторический очерк. Современное состояние и перспективы развития лазеров.

2. Принципы действия лазеров.

Энергетические уровни атомов, ионов и молекул. Оптические переходы. Поглощение, спонтанное и вынужденное излучение. Активная среда и инверсия населенностей. Способы создания инверсии в различных средах. Усиление света в реальной среде. Коэффициент потерь. Насыщение усиления.

3. Структурная схема лазера.

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

4. Основные свойства лазерного излучения.

Монохроматичность. Когерентность. Направленность. Яркость. Поляризованность. Способы получения этих свойств от обычных источников и их недостатки. Преимущества лазера как источника излучения, вытекающие из его свойств излучения.

5. Оптические резонаторы.

Резонатор как оптический волновод. Потери излучения и добротность резонатора, резонансные свойства. Устойчивые и неустойчивые резонаторы. Моды резонатора и их обозначение. Плоский и конфокальный резонаторы и их свойства. Основные процессы, происходящие в активном резонаторе: усиление и потери мощности, формирование модового состава излучения, спектральных характеристик.

6. Процессы и способы накачки.

Способы создания инверсии в различных средах. Оптическая накачка. Системы оптической накачки. Скорость и эффективность оптической накачки.

Электронная накачка. Возбуждение электронным ударом. Эффективность накачки. Ее особенности и недостатки. Возбуждение посредством резонансной передачи энергии. Упругие и неупругие соударения.

Селективные способы накачки: фотодиссоциация, фотовозбуждение. Электронный пучок.

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.

8. Режим работы лазеров. Особенности основных режимов.

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

9. Классификация и типы лазеров. Классификация по типу активной среды. Классификация по способу накачки. Классификация по режиму работы. Главные достоинства и недостатки основных типов лазеров.

10. Газовые лазеры.

Общие особенности и типы газовых лазеров. Обеспечение инверсии в газовых лазерах. Газовые лазеры на нейтральных атомах. Ионные лазеры. Лазеры на парах металлов. Молекулярные газовые лазеры. Требования к рабочему веществу мощных газовых лазеров с высоким КПД. Механизм инверсии. Роль азота и гелия. CO₂ - лазеры с продольной прокачкой. CO₂ - лазеры с поперечной прокачкой газа. TEA CO₂ - лазеры. Газодинамиче-

ские лазеры. Лазеры на эксимерах. Химические лазеры.

11. Твердотельные лазеры.

Общие особенности и типы твердотельных лазеров. Системы оптической накачки. Активные среды. Трехуровневые и четырехуровневые твердотельные лазеры. Переключаемые твердотельные лазеры. Перспективы развития.

12. Жидкостные лазеры.

Общие особенности и типы жидкостных лазеров. Лазеры на растворах органических красителей. Управление спектром излучения жидкостных лазеров.

13. Полупроводниковые лазеры.

Общие особенности. Создание инверсии в полупроводниках. Лазеры с электронной накачкой. Инжекторные лазеры. Лазеры на гомоструктурах и гетероструктурах.

14. Лазеры на свободных электронах, рентгеновские и гамма - лазеры.

Основные особенности, проблемы и тенденции развития.

15. Конструктивные особенности элементов лазеров различных типов.

16. Техника безопасности при работе с лазерами.

Требование, нормы и правила безопасности при производстве, монтаже, юстировке и работе с лазерами и лазерными установками.

17. Применение лазеров и тенденции развития.

Примерный перечень тем лабораторных работ:

1. Исследование свойств оптических резонаторов.
2. Исследование работы лазера в режиме модуляции добротности резонатора.
3. Исследование работы газовых лазеров различных типов.
4. Исследование работы твердотельного лазера.
5. Исследование полупроводникового лазера.
6. Изучение конструктивных элементов газовых и твердотельных лазеров.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В рамках лекционного курса:

Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: (контрольные аудиторные работы, индивидуальные домашние работы).

Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению индивидуальной домашней работы, к практическим занятиям. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций, решение выданных преподавателем практики задач.

Мультимедийные технологии обучения

Некоторые из лекционных и практических занятий проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.

Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине

1. Лазерная наплавка. Назначение и сущность наплавки.
2. Требования, предъявляемые к процессу наплавки.

3. Недостатки традиционных способов наплавки и преимущества лазерной наплавки.
4. Наплавочные материалы.
5. Лазерная маркировка и гравировка. Суть и назначение процессов.
6. Достоинства лазерной маркировки. Схемы лазерной маркировки.
7. Лазерная обработка отверстий.
8. Сущность процессов (физических, металлургических), происходящих при одноимпульсной и многоимпульсной обработке отверстий.
9. Преимущества лазерной пробивки отверстий.
10. Лазерная технология послойного изготовления трехмерных объектов. Принципы и схемы формирования деталей (объектов).
11. Лазерные технологии в микроэлектронике.
12. Виды лазерных технологических процессов, применяемых в микроэлектронике.
13. Основные преимущества и недостатки лазерных технологий в микроэлектронике.
14. Лазерная динамическая балансировка деталей.
15. Назначение и суть лазерной балансировки.

Вопросы рейтинг-контроля

Вопросы рейтинг-контроля №1

1. Историческая хронология начальных этапов квантовой электроники.
2. Волновая теория открытых резонаторов.
3. Гауссовы пучки.
4. Волноводные резонаторы.
5. Режим модулированной добротности резонатора.

Вопросы рейтинг-контроля №2

1. Методы селекции продольных типов колебаний.
2. Методы селекции поперечных типов колебаний.
3. Пространственная и временная когерентность излучения.
4. Кольцевые лазеры и методы анализа встречных волн.
5. Лазеры на твердом теле.

Вопросы рейтинг-контроля №3

1. Лазеры на органических хеллатах.
2. Лазеры на красителях.
3. Твердотельные лазеры с накачкой от диодов полупроводниковых лазеров.
4. Полупроводниковые лазеры на гетероструктурах.
5. Лазеры на углекислом газе (CO₂-лазер).

Вопросы для контроля самостоятельной работы

1. Принцип действия CO₂ лазеров непрерывного действия и их конструктивные особенности.
2. Принцип действия твердотельных YAG:Nd³⁺ лазеров.
3. Способы управления параметрами лазерного излучения, получение гигантского импульса.
4. Основные типы оптических затворов и их принцип действия.
5. Способы управления лазерным излучением при непрерывной и импульсной накачке.
6. Методы управления параметрами лазерного излучения в пространстве.
7. Принципы и схемы построения лазерных технологических комплексов.
8. Конструктивные особенности лазерных комплексов по резке металлических материалов.
9. Схемы и технологию лазерных маркеров и гравиров.
10. Схемы и физические принципы лазерных комплексов по сварке и наплавке.

11. Нормы и методы по технике безопасности при работе с лазерами.
12. Основные физические процессы. Сопровождающие силовое воздействие лазерного излучения на вещество.
13. Тепловые процессы при взаимодействии лазерного излучения с веществом.
14. Основные стадии взаимодействия лазерного излучения с веществом.

Примерные темы курсовых работ

1. Лазеры и нелинейная оптика.
2. Эффект удвоения частоты.
3. Вынужденное рассеяние света.
4. Двухфотонное и многофотонное поглощение.
5. Нелинейный фотоэффект.
6. Физическая основа голографии.
7. Лазеры и опорное направление.
8. Лазерные неразрушающие методы контроля.
9. Лазерные системы записи и хранения информации.
10. Лазерные технологии при обработке различных материалов.
11. Лазерные лидары.
12. Лазерные системы связи.
13. Применение лазеров для получения высокотемпературной плазмы.
14. Лазерные технологии резки лазером неметаллических материалов.
15. 30. Лазерные технологии маркировки изделий.
16. Волноводные лазеры и области их применения.
17. Лазерные технологии гравировки.
18. Лазерные технологии сварки.
19. Лазерные технологии упрочнения поверхности отжига и металлических изделий.
20. Лазерные 3D технологии.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Белов, Н. П. Физические основы квантовой электроники [Электронный ресурс] / Н. П. Белов, А. С. Шерстобитова, А. Д. Яськов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2014. — 65 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/653>

2. Рябцев И.И., Физика лазеров [Электронный ресурс]: учеб. пособие. 2-е изд. / Рябцев И.И. - М. : Новосибирск : РИЦ НГУ, 2016. - 80 с. - ISBN 978-5-4437-0483-8 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785443704838.html>

3. Щапова И.А., Основы оптоэлектроники и лазерной техники [Электронный ресурс] / И.А. Щапова - М. : ФЛИНТА, 2017. - 235 с. - ISBN 978-5-9765-0040-4 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976500404.html>

Дополнительная литература:

1. Тучин, В. В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях [Электронный ресурс] / В. В. Тучин. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Физматлит, 2010. – 500 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75958> (дата обращения: 01.03.2016).


2. Успехи физических наук [Текст] : [научный журнал] / учредитель : [Российская академия наук]. – 1918, апрель - . – Москва, 2016 - . – Ежемес. – ISSN 0042-1294.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные аудитории, оснащённые доской (для мела или маркера), экраном для проекционных систем, проектором и ноутбуком.

Аудитории для проведения практических занятий, оснащённые современными персональными компьютерами, объединёнными в локальную вычислительную сеть и укомплектованными необходимым системным и прикладным программным обеспечением.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

Рабочую программу составил проф. каф. ФиПМ Югов В.И. 

Рецензент

(представитель работодателя) Нач. НИИКО-2 ФКП «ГЛП Радуга» Антипов А.А. 

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол №1 от 03.09.2018 года

Заведующий кафедрой _____

Аракелян С.М.

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

Протокол №1 от 03.09.2018 года

Председатель комиссии _____

Аракелян С.М.

(ФИО, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____