

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМР

А.А. Панфилов

« 14 » октября 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА»

Направление подготовки 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

Профиль подготовки/программа подготовки: _____

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость (зач. ед/час.)	Лекции (час)	Практические занятия (час)	Лаб. работы (час)	СРС (час)	Форма контроля (экз./зачет)
7	5/180	36	-	36	72	Экзамен 36
ИТОГО	5/180	36	-	36	72	Экзамен 36

Владимир 2015 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Лазерная техника» является расширение и углубление знаний студентов при изучении основ физики и техники лазеров, ознакомление с современным состоянием и перспективами развития лазерной физики и техники, получение практических навыков при работе с лазерами и при исследовании их характеристик или распространения лазерного излучения.

Задачи дисциплины:

- сформировать представления о преимуществах и недостатках лазера как источника излучения;
- изучить основы лазерной физики и техники, физических процессов, происходящих в лазерах, принципов действия различных типов лазерных систем, их технические характеристики и конструктивные элементы, способы и методы измерения параметров лазерного излучения;
- приобретение навыков применения лазеров в приборах и системах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Лазерная техника» относится к базовой части ОПОП. Программа предназначена для подготовки бакалавров по направлению 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии. Основополагающий курс "Лазерная техника" читается в 7 семестре и базируется на ранее полученных знаниях студентов, приобретенных в курсах физики, основ оптики, теории поля, основ квантовой электроники, лазерных измерений. Он направлен на углубление знаний студентов при изучении техники лазеров, получение практических навыков при работе с лазерами и при исследовании характеристик распространения лазерного излучения.

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 профессиональные компетенции:

1) способность к наладке, настройке, юстировке и опытной проверке приборов и систем (ПК-4);

2) способность к анализу, расчёту, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях (ПК-5);

3) способность к оценке технологичности и технологическому контролю простых и средней сложности конструкторских решений, разработке типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов (ПК-6);

4) готовность к участию в монтаже, наладке, настройке, юстировке, испытаниях, сдаче в эксплуатацию опытных образцов, сервисном обслуживании и ремонте техники (ПК-7).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен продемонстрировать следующие результаты образования:

1) **Знать:**

- особенности применения лазеров в приборах и системах;

- основные характеристики и направления использования лазерного излучения в научных исследованиях и производственной технологии;

- основы лазерной физики и техники, физические процессы, происходящие в лазерах, принцип действия различных типов, их технические характеристики и конструктивные элементы и системы, способы и методы измерения параметров лазерного излучения.

2) **Уметь:** - анализировать поставленную проектную задачу в области лазерной техники и технологии на основе подбора и изучения литературных и патентных источников;

3) **Владеть:**

- представлением о преимуществах и недостатках лазера как источника излучения;

-умением и участвовать в разработке функциональных и структурных схем на уровне модулей узлов и элементов лазерной техники и этапов лазерных технологий по заданным техническим требованиям.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часов.

№ 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	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1.	Принципы действия лазеров	7	1-2	4	-	-	8		24		6/50	Рейтинг-контроль №1
2.	Структурная схема лазера	7	2-10	10	-	-	12		24		12/54	Рейтинг-контроль №2
3.	Техника различных видов лазеров	7	10-18	22	-	-	16		24		12/31	Рейтинг-контроль №3
Всего:		7	18	36	-	-	36		72		30/41	Экзамен (36)

ТЕМЫ, РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ:

ЛЕКЦИИ

Раздел 1. Принципы действия лазеров.

Лекция 1. Определение лазера как прибора. Роль лазеров в современном приборостроении. Сравнение лазера с другими источниками энергии. Краткий исторический очерк. Современное состояние и перспективы развития лазеров.

Лекция 2. 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.

Раздел 2. Структурная схема лазера.

Лекция 1. Основные элементы лазера и их роль. Лазер как усилитель с положительной обратной связью. Роль спонтанного излучения в развитии

генерации. Классификация лазеров.

Лекция 2. 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.

Лекция 3. 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.

Лекция 4. 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.

Лекция 5. Параметры и характеристики лазерного излучения: энергетические, временные, спектральные, пространственные и др. Расходимость, длина волны. Понятие ближней и дальней зоны, размер пучка, форма волнового фронта. Эксплуатационные параметры лазеров.

Лекция 6. Режим работы лазеров. Особенности основных режимов. Режим свободной генерации. Режим модуляции добротности резонатора. Режим синхронизации мод. Многомодовый, одномодовый и одночастотный режимы генерации лазера.

Раздел 3. Техника различных видов лазеров.

Лекция 1. Классификация и типы лазеров. Классификация по типу активной среды. Классификация по способу накачки. Классификация по режиму работы. Главные достоинства и недостатки основных типов лазеров.

Лекция 2. 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. CO_2 - лазеры с продольной прокачкой. CO_2 - лазеры с поперечной прокачкой газа. ТЕА CO_2 - лазеры. Газодинамические лазеры. Лазеры на эксимерах. Химические лазеры.

Лекция 3. Твердотельные лазеры. Общие особенности и типы твердотельных

лазеров. Системы оптической накачки. Активные среды. Трехуровневые и четырехуровневые твердотельные лазеры. Перестраиваемые твердотельные лазеры. Перспективны развития.

Лекция 4. Жидкостные лазеры.

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

Лекция 5. Полупроводниковые лазеры.

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

Лекция 6. Лазеры на свободных электронах, рентгеновские и гамма - лазеры. Основные особенности, проблемы и тенденции развития.

Лекция 7. Конструктивные особенности элементов лазеров различных типов. Техника безопасности при работе с лазерами. Требования, нормы и правила безопасности при производстве, монтаже, юстировке и работе с лазерами и лазерными установками. Применение лазеров и тенденции развития.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

- | | |
|--|----|
| 1. Техника безопасности при работе с лазерными комплексами. | 4ч |
| 2. Свойства лазерного излучения. | 4ч |
| 3. Исследование свойств оптических резонаторов. | 4ч |
| 4. Исследование работы лазера в режиме модуляции добротности резонатора. | 4ч |
| 5. Исследование работы в режиме синхронизации мод. | 4ч |
| 6. Исследование характеристик излучения полупроводникового лазер. | 8ч |
| 7. Технологические особенности CO ₂ - лазер | 4ч |
| 8. ИАГ:Nd лазер | 4ч |

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой.

Самостоятельная работа студентов

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

Мультимедийные технологии обучения

Некоторые из лекционных и практических занятий проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории (например, ауд. 420-3) с использованием компьютерного проектора.

Лекции приглашенных специалистов

Планируется проведение лекций приглашенных специалистов.

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

а) Вопросы рейтинг-контроля:

Рейтинг-контроль 1

1. Сравнение лазера с другими источниками энергии.
2. Способы создания инверсии в различных средах.
3. Усиление света в реальной среде. Коэффициент потерь.
4. Насыщение усиления.
5. Роль спонтанного излучения в развитии генерации.
6. Способы получения свойств лазеров (монохроматичность, когерентность, направленность, яркость, поляризованность) от обычных источников и их недостатки.

Рейтинг-контроль 2

1. Добротность резонатора, потери излучения и резонансные свойства.

2. Моды резонатора и их обозначение.
3. Оптическая накачка. Скорость и эффективность оптической накачки.
4. Электронная накачка. Эффективность накачки.
5. Возбуждение посредством резонансной передачи энергии. Упругие и неупругие соударения.
6. Назовите явление: _____

Уменьшение интенсивности оптического излучения, проходящего через материальную среду, за счёт процессов его взаимодействия со средой;

Рейтинг-контроль 3

1. Отметьте утверждения, характерны для спонтанного излучения:
 - когерентное;
 - некогерентное;
 - сонаправленное возбуждающему потоку;
 - вероятность перехода на стабильный уровень зависит от интенсивности падающей волны;
 - вероятность перехода на стабильный уровень зависит от времени жизни на возбужденном уровне;
 - число квантов света при переходах из основного на возбужденный уровень равняется числу квантов испущенных в обратных переходах;
 - частота электромагнитного излучения определяется разностью энергий возбужденного и основного уровней системы;
 - частота излучения равна частоте возбуждающего потока;
 - не совпадает по фазе и направлению.
2. Перечислить _____ основные _____ элементы лазера: _____
3. Дайте классификацию лазеров по типу активной среды: _____
4. Отметьте утверждения, характерны для режима свободной

генерации:

- непрерывный режим работы;
- импульсный/импульсно-периодический режим;
- одномодовый состав излучения;
- многомодовый состав излучения;
- потери в резонаторе остаются неизменными;
- резкое изменение добротности резонатора;
- монохроматичное излучение;
- модуляция потерь в резонаторе для жесткого закрепления фазовых отношений между модами;
- длительность импульсов $\sim 10^{-15} - 10^{-12}$ с;
- высокие мощности генерации.

5. Данное утверждение верно для _____

Произвольный луч, последовательно отражаясь от каждого из зеркал резонатора остается в пределах ограниченной области.

6. Соотнесите высказывание по типам газовых лазеров:

Излучательный переход осуществляется на между уровнями возбужденных молекул - _____

Излучательный переход осуществляется на между уровнями ионизированных атомов - _____

Излучательный переход осуществляется на между уровнями нейтральных атомов - _____

Излучательный переход осуществляется на между уровнями нейтральных молекул - _____.

б) вопросы к экзамену по дисциплине:

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

Понятие ближней и дальней зоны, размер пучка, форма волнового фронта.

2. Газовые лазеры на нейтральных атомах.
3. Особенности основных режимов работы лазеров: режим свободной генерации, режим модуляции добротности резонатора, режим синхронизации мод.
4. Способы создания инверсии в различных средах. Скорость и эффективность каждого вида накачки.
5. Общие особенности и типы твердотельных лазеров.
6. Техника безопасности при работе с лазерами.
7. Потери излучения и добротность резонатора, резонансные свойства. Устойчивые и неустойчивые резонаторы. Моды резонатора и их обозначение. Плоский и конфокальный резонаторы и их свойства.
8. Создание инверсии населенности в полупроводниках.
9. Техника безопасности при работе с лазерами.
10. Основные процессы, происходящие в активном резонаторе.
11. Жидкостные лазеры. Управление спектром излучения жидкостных лазеров.
12. Основные свойства лазерного излучения. Способы получения этих свойств от обычных источников и их недостатки. Преимущества лазера как источника излучения, вытекающие из его свойств излучения.
13. Газодинамические лазеры.
14. Классификация и типы лазеров. Классификация по типу активной среды. Классификация по способу накачки. Классификация по режиму работы. Главные достоинства и недостатки основных типов лазеров.
15. Ионные лазеры. Лазеры на парах металлов.
16. Лазер как усилитель с положительной обратной связью. Роль

спонтанного излучения в развитии генерации.

17. Описать особенности работы твердотельных лазеров, работающих по 3-уровневой системе.
18. Особенности газовых лазеров («+» и «-»)
19. Основные элементы лазера и их роль.
20. ТЕА CO₂ – лазеры. Химические лазеры.
21. Конструктивные особенности элементов лазеров различных типов.
22. Энергетические уровни атомов, ионов и молекул. Оптические переходы. Поглощение, спонтанное и вынужденное излучение. Активная среда и инверсия населенностей.
23. Описать особенности работы твердотельных лазеров, работающих по 4-уровневой системе.
24. Механизм инверсии в CO₂ лазерах. Состав рабочей смеси. CO₂ - лазеры с продольной прокачкой и поперечной прокачкой газа.
25. Способы создания инверсии в различных средах. Усиление света в реальной среде. Коэффициент потерь. Насыщение усиления.
26. Общие особенности и типы газовых лазеров.
27. Инжекционные лазеры. Лазеры на гомоструктурах и гетероструктурах.
28. Молекулярные газовые лазеры.
29. Определение лазера как прибора. Роль лазеров в современном приборостроении. Сравнение лазера с другими источниками энергии.

в) вопросы для контроля самостоятельной работы:

1. Особенности лазерной техники, имеющей бытовые применения.
2. Лазерные технологические операции. Связь параметров лазерного излучения и областей применения.
3. Элементы, на которых получают генерацию в твердотельных лазерах.
4. Лазеры на свободных электронах, рентгеновские и гамма - лазеры.
5. Эксимерные лазеры.

6. Применение лазеров в медицине. Связь поглощающей/проникающей способности биологических тканей от частоты излучения.
7. История развития лазерной техники.
8. Влияние параметров резонатора на энергетический и модовый состав излучения.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вся литература находится в библиотеке ВлГУ.

а) основная литература:

1. Аракелян С. М. Введение в фемтонанопотонику: фундаментальные основы и лазерные методы управляемого получения и диагностики наноструктурированных материалов : учебное пособие по направлениям подготовки бакалавриата 200400 (200200) "Оптотехника", 200500 "Лазерная техника и лазерные технологии", 200700 (200600) "Фотоника и оптоинформатика" и специальностям 200200 "Оптотехника" и 200201 "Лазерная техника и лазерные технологии" / С. М. Аракелян [и др.] ; под общ. ред. С. М. Аракеляна .— Москва : Логос, 2015 .— 743 с. : ил., табл. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) (211 Мб) .— Библиогр. в конце ч. — С. М. Аракелян, А. О. Кучерик, В. Г. Прокошев, В. Г. Рау, А. Г. Сергеев - преподаватели ВлГУ .— ISBN 978-5-98704-812-2. Библиотека ВлГУ

2. Фролов В. А. Специальные методы сварки и пайки: Учебник / В.А. Фролов, В.В. Пешков, И.Н. Пашков и др.; Под ред. проф. В.А. Фролова. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2013. - 224 с.: ил.; 60x90 1/16. - (ПРОФИЛЬ). (переплет) ISBN 978-5-98281-332-9, 1000 экз. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=391307>

3. Вакс Е.Д. Практика прецизионной лазерной обработки [Электронный ресурс]/ Вакс Е.Д., Миленский М.Н., Сапрыкин Л.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2013.— 710 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26901>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

4. Лазеры в микроэлектронике [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.Е. Малов, И.Н. Шиганов. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0558.html

б) Дополнительная литература:

1. Бакланов Е.В. Основы лазерной физики/БаклановЕ.В. - Новосибир.: НГТУ, 2011. - 131 с.: ISBN 978-5-7782-1606-8 Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546166>

2. Реутов А.Т. Физика лазеров. Часть 2. Основы теории лазеров [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Реутов А.Т.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский университет дружбы народов, 2011.— 96 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11534>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Основы квантовой электроники: учебное пособие / Иванов И. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2011. - 174 с. ISBN 978-5-9275-0873-0 Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=556192>

4. Горохов В. А. Материалы и их технологии. В 2 ч. Ч. 1.: Учебник / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе; Под ред. В.А. Горохова. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 589 с.: ил.; 60x90 1/16. - (ВО: Бакалавриат). (п) ISBN 978-5-16-009531-8, 500 экз. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=446097>

5. Горохов В. А. Материалы и их технологии. В 2 ч. Ч. 2.: Учебник / В.А. Горохов и др; Под ред. В.А. Горохова. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 533 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-009532-5, 500 экз. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=446098>

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://znanium.com/> ;
2. <http://www.studentlibrary.ru/> ;

3. <http://www.ntmdt.ru> .

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные аудитории, оснащённые доской и переносным проектором для проведения занятий с применением компьютерных презентаций и демонстрационных роликов (420-3, 3156-3).

Аудитории для проведения практических и лабораторных занятий, оснащённые современными персональными компьютерами, объединёнными в локальную вычислительную сеть и укомплектованными необходимым системным и прикладным программным обеспечением (122б-3) и научные лаборатории (107а-3, 107-3, 419-3), где размещены современные лазерные комплексы: миллисекундная и фемтосекундная лазерные установки, а также переносной лабораторный практикум по лазерной технике.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

Рабочую программу составила доц. каф. ФиПМ С.В. Кутровская


(ФИО, подпись)

Рецензент (представитель работодателя)

ФАП "Резерв" наг.обср Арсланов А.К.
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол № 2А от 13.10.15 года

Заведующий кафедрой

С.М. Аракелян

(ФИО, подпись)

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

Протокол № 2А от 13.10.15 года

Председатель комиссии

С.М. Аракелян

(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2017-2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.17 года

Заведующий кафедрой _____  Аракелян С.М.

Рабочая программа одобрена на 18-19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 03.09.18 года

Заведующий кафедрой _____  Аракелян С.М.

Рабочая программа одобрена на 2019-2020 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 02.09.19 года

Заведующий кафедрой _____  Аракелян С.М.