

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)

Институт прикладной математики, физики и информатики
(Наименование института)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института



К.С. Хорьков

августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОПТИКИ И ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНИКИ

(наименование дисциплины)

направление подготовки / специальность

12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии

(код и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) подготовки

Твердотельные и полупроводниковые лазерные системы

(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир

Год 2022

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Современные материалы для оптики и лазерной техники» является ознакомление студента с развитием оптико-электронных материалов для лазерной техники, познакомить с основными характеристиками принципами и их особенностями для формирования исследовательского мышления и формирования отработки навыков, необходимых для выполнения исследовательских и практических работ..

Задачи: Познакомить студента с основными оптическими материалами использующимися как для генерации излучения так и доставки излучения в лазерной технике.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Современные материалы для оптики и лазерной техники» относится к основным обязательным дисциплинам основной профессиональной образовательной программы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учётом специфики исследований и разработки лазерной техники, оптических материалов и лазерных технологий	ОПК-1.1. Знает современную научную картину мира, правовые основы охраны объектов исследования, современные проблемы и специфику исследований и разработок в области лазерной техники, оптических материалов и лазерных технологий, отечественные и международные стандарты по качеству и особенности их применения в области лазерной техники и лазерных технологий. ОПК-1.2. Умеет выявлять естественнонаучную сущность проблемы, применять актуальную нормативную документацию в области профессиональной деятельности, выбирать и использовать адекватные поставленной задаче методы её решения, работать с записями по качеству. ОПК-1.3. Владеет навыками формулирования целей и задач исследований и разработок с учётом сложившихся норм и традиций научного познания мира, оценки патентоспособности технических и художественно-конструкторских решений, выработки стратегии и оценки достижимости решения задач	Знает современную научную картину мира, правовые основы охраны объектов исследования, современные проблемы и специфику исследований и разработок в области лазерной техники, оптических материалов и лазерных технологий, отечественные и международные стандарты по качеству и особенности их применения в области лазерной техники и лазерных технологий. Умеет выявлять естественнонаучную сущность проблемы, применять актуальную нормативную документацию в области профессиональной деятельности, выбрать и использовать адекватные поставленной задаче методы её решения, работать с записями по качеству. Владеет навыками формулирования целей и задач исследований и разработок с учётом сложившихся норм и традиций научного познания мира, оценки патентоспособности технических и художественно-конструкторских решений, выработки стратегии и оценки достижимости решения задач исследований и разработок в области лазерной техники, оптических материалов и технологий с учётом правовых	Тестовые вопросы Ситуационные задачи

	исследований и разработок в области лазерной техники, оптических материалов и технологий с учётом правовых ограничений и соблюдения стандартов по качеству.	ограничений и соблюдения стандартов по качеству.	
ПК-3. Способен проводить расчёты для определения необходимых требований к параметрам гетероструктуры и конструкции излучающего элемента полупроводникового лазера	<p>ПК-3.1. Знает расчётные соотношения и методики расчёта при конструировании излучающих элементов полупроводниковых лазеров и вспомогательных систем.</p> <p>ПК-3.2. Умеет определять набор необходимых требований и ограничений при конструировании излучающих элементов полупроводниковых лазеров и вспомогательных систем.</p> <p>ПК-3.3. Владеет навыками выполнения расчётов для определения необходимых требований к параметрам гетероструктуры и конструкции излучающих элементов полупроводниковых лазеров и вспомогательных систем.</p>	<p>Знает расчётные соотношения и методики расчёта при конструировании излучающих элементов полупроводниковых лазеров и вспомогательных систем</p> <p>Умеет определять набор необходимых требований и ограничений при конструировании излучающих элементов полупроводниковых лазеров и вспомогательных систем</p> <p>Владеет навыками выполнения расчётов для определения необходимых требований к параметрам гетероструктуры и конструкции излучающих элементов полупроводниковых лазеров и вспомогательных систем</p>	Тестовые вопросы Ситуационные задачи
ПК-4. Способен рассчитывать отдельные параметры волоконного лазера и входящих в него компонентов	<p>ПК-4.1. Знает области применения, принципы действия, компоненты и типичные выходные характеристики волоконных лазеров.</p> <p>ПК-4.2. Умеет анализировать возможные области применения волоконного лазера в зависимости от его характеристик.</p> <p>ПК-4.3. Владеет базовыми навыками расчёта параметров волоконного лазера и параметров входящих в него компонентов, а также анализа конкурентоспособности разрабатываемых лазерных систем.</p>	<p>Знает области применения, принципы действия, компоненты и типичные выходные характеристики волоконных лазеров</p> <p>Умеет анализировать возможные области применения волоконного лазера в зависимости от его характеристик.</p> <p>Владеет базовыми навыками расчёта параметров волоконного лазера и параметров входящих в него компонентов, а также анализа конкурентоспособности разрабатываемых лазерных систем.</p>	Тестовые вопросы Ситуационные задачи
ПК-5. Способен разрабатывать элементы (в том числе активные) лазерных систем на основе наноструктурированных материалов	<p>ПК-5.1. Знает основные физические принципы функционирования лазерных элементов, изготовленных на основе наноструктурированных материалов.</p> <p>ПК-5.2. Умеет разрабатывать элементы лазерных систем на основе наноструктурированных материалов, анализировать свойства и характеристики наноструктурированных материалов, в том числе с использованием методов математического</p>	<p>Знает основные физические принципы функционирования лазерных элементов, изготовленных на основе наноструктурированных материалов;</p> <p>Умеет разрабатывать элементы лазерных систем на основе наноструктурированных материалов и анализировать свойства и характеристики наноструктурированных материалов, в том числе с использованием методов математического моделирования;</p> <p>Владеет навыками</p>	Тестовые вопросы Ситуационные задачи

	<p>моделирования. ПК-5.3. Владеет навыками конструирования активных элементов лазерных систем, выполненных из наноструктурированных материалов, а также выполнения сравнительной оценки наноструктурированных материалов при планировании их использования в лазерных системах.</p>	<p>конструирования активных элементов лазерных систем, выполненных из наноструктурированных материалов и выполнения сравнительной оценки наноструктурированных материалов при планировании их использования в лазерных системах;</p>	
--	---	--	--

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Лазерные материалы. Устройство и классификация лазеров	2	1-5	-	16	6		27	рейтинг-контроль №1
2	Лазерная керамика. Методы изготовления и применение	2	6-11	-	10	6		27	рейтинг-контроль №2
3	Лазерные керамические материалы. Фторидная керамика	2	12-18	-	10	6		36	рейтинг-контроль №3
Всего за 2 семестр:		2	18	-	36	18		90	Зачет с оценкой
Наличие в дисциплине КП/КР		-	-	-	-	-		-	-
Итого по дисциплине		2	18	-	36	18		90	Зачет с оценкой

Содержание практических/лабораторных занятий по дисциплине

Тема 1 Лазерные материалы. Устройство и классификация лазеров

Содержание практических/лабораторных занятий.

1. Корундовая оптика для специзделий (оптическая броня)
2. Требования к матрицам твердотельных лазеров
3. Выращивание монокристалла
4. Получение оптической керамики
5. Технологии прессования/спекания керамики
6. Схема дезинтегратора
7. Стадии/механизмы формования
8. Одноосное статическое прессование
9. Горячее прессование
10. Типичное прессовое оборудование

Тема 2 Лазерная керамика. Методы изготовления и применение

Содержание практических/лабораторных занятий.

1. Эволюция микроструктуры при спекании
2. Спекание навивки медной проволоки и образование упорядоченной системы пор
3. Печи для спекания

4. Результаты синтеза керамики
5. Рост выходной мощности керамических лазеров
6. Сравнительные генерационные характеристики керамики и монокристалла, *ibid*
100 кВт лазерная система (ЛС)
7. Лазерные модули TEXTRON
8. Спектры люминесценции
9. Кинетика люминесценции
10. Потери на рассеяние для YAG:Nd
11. YAG:Er керамический лазер

Тема 3 Лазерные керамические материалы. Фторидная керамика

Содержание практических/лабораторных занятий.

1. Спектральные характеристики ионов хрома в ZnS, ZnSe, CdSe
2. Монокристаллический CaF₂:Yb³⁺
3. Изготовление фторидной нанокерамики
4. Кривые тангенциальной эффективности
5. Одновременно достигаемые параметры высокой выходной мощности и высокой эффективности;
6. Слэб-лазер. Конструкция

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

1. Технология химического соосаждения
2. Технология реактивного ТФС
3. Синтез прозрачной YAG-керамики
4. Микроструктура порошка YAG:Nd
5. Формование и спекание. Влияние режима спекания на качество керамики
6. Помол в шаровой мельнице
7. Светопропускание корундовой керамики в зависимости от пористости
8. Измерение спектров поглощения
9. Измерение спектров люминесценции

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

5.1. Текущий контроль успеваемости

Вопросы рейтинг-контроля:

Рейтинг-контроль №1

1. Исторический экскурс.
2. Сравнительные свойства материалов для активных элементов твердотельных лазеров
3. Требования к исходным порошкам
4. Пластификаторы
5. Спекание
6. Интенсификация диффузионного спекания
7. Керамика с градиентным изменением концентрации легирующей добавки

Рейтинг-контроль №2

1. Сравнительные спектры поглощения
2. Сравнительные параметры различных твердотельных матриц
3. Оптическая фторидная нанокерамика

4. Основная концепция технологии дискового лазера
5. Баллоны для ламп сверхвысокого давления п
6. Требования к матрицам твердотельных лазеров п
7. Получение оптической керамики п

Рейтинг-контроль №3

1. Схема дезинтегратора
2. Одноосное статическое прессование
3. Типичное прессовое оборудование
4. Печи для спекания
5. Рост выходной мощности керамических лазеров
6. Спектры люминесценции

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

Вопросы к зачету с оценкой:

1. Оптическая керамика. Основные понятия и определения.
2. Квантрон первого керамического лазера на $\text{CaF}_2:\text{Dy}^{3+}$
3. Сравнительные свойства материалов для активных элементов твердотельных лазеров
4. Основные способы получения лазерной керамики
5. Требования к исходным порошкам
6. Методы химической гомогенизации
7. Пластификаторы
8. Изостатическое прессование
9. Спекание
10. Основные типы спекания
11. Интенсификация диффузионного спекания
12. Светорассеяние в керамике
13. Керамика с градиентным изменением концентрации легирующей добавки
14. Типичный DPSS лазер с поперечной накачкой
15. Сравнительные спектры поглощения
16. Порог оптической прочности
17. Сравнительные параметры различных твердотельных матриц
18. Нормированное поглощение при комнатной температуре и спектр излучения-усиления ионов Cr^{2+} в кристаллах ZnS , ZnSe , CdSe
19. Оптическая фторидная нанокерамика
20. Микрочип-лазер. Исследование характеристик
21. Основная концепция технологии дискового лазера
22. Дисковый лазер
23. Баллоны для ламп сверхвысокого давления п
24. Корундовая оптика для специзделий (оптическая броня) п
25. Требования к матрицам твердотельных лазеров п
26. Выращивание монокристалла п
27. Получение оптической керамики п
28. Технологии прессования/спекания керамики
29. Схема дезинтегратора
30. Стадии/механизмы формования
31. Одноосное статическое прессование
32. Горячее прессование
33. Типичное прессовое оборудование
34. Эволюция микроструктуры при спекании

35. Спекание навивки медной проволоки и образование упорядоченной системы пор
36. Печи для спекания
37. Результаты синтеза керамики
38. Рост выходной мощности керамических лазеров
39. Сравнительные генерационные характеристики керамики и монокристалла, ibid
- 100 кВт лазерная система (ЛС)
40. Лазерные модули TEXTRON
41. Спектры люминесценции
42. Кинетика люминесценции
43. Потери на рассеяние для YAG:Nd
44. YAG:Er керамический лазер
45. Спектральные характеристики ионов хрома в ZnS, ZnSe, CdSe
46. Монокристаллический CaF₂:Yb³⁺
47. Изготовление фторидной нанокерамики
48. Кривые тангенциальной эффективности
49. Слэб-лазер. Конструкция

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Темы рефератов:

1. Принцип работы, устройство и характеристики газовых He-Ne-лазеров.
2. Принцип работы, устройство и характеристики газовых CO₂-лазеров.
3. Импульсные лазеры на активированных кристаллах.
4. Импульсные лазеры на активированных стеклах.
5. Принцип работы и устройство полупроводниковых лазеров.
6. Лазерные системы с ультракороткими импульсами.
7. Волоконные лазеры и усилители сигнала.
8. Устройство электрооптического модулятора и характеристики промышленных электрооптических модуляторов.
9. Устройство магнитооптического модулятора и характеристики промышленных магнитооптических модуляторов.
10. Устройство для выделения высших гармоник с помощью ниобата лития.
11. Устройство электрооптического переключателя и оптического диода.
12. Промышленные полупроводниковые приемники оптического излучения: устройство и характеристики.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература*		
1. Методы компактирования и консолидации наноструктурных М54 материалов и изделий [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. Л. Хасанов [и др.]. - Эл. изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 269 с. : ил. - (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-2124-7	2013	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321247.html
Электрофизические и электрохимические способы обработки	2014	http://znanium.com/catalog

материалов: Учебное пособие / М.Г. Киселев и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 389 с.: ил.; 60x90 1/16. - (ВО: Магистратура). (п) ISBN 978-5-16-009430-4, 600 экз.		g/product/441209
Покрытия различного назначения для металлических материалов: Учебное пособие / А.А.Ильин, Г.Б.Строганов, С.В.Скворцова - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 144 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Совр. технол.: Магистратура). (п) ISBN 978-5-98281-355-8, 522 экз.	2013	http://znaniyum.com/catalog/product/415572
Дополнительная литература		
Якушенков Ю.Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов: учебник / Ю.Г. Якушенков - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2011. - 568 с.: ил. - ISBN 978-5-98704-533-6.	2011	https://www.studmed.ru/yakushenkov-yug-teoriya-i-raschet-optiko-elektronnyh-priborov_631a151a7e1.html
Физико-химические основы создания активных материалов: учебник / Куприянов М.Ф., Кабиров Ю.В., Рудская А.Г. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2011. - 278 с. ISBN 978-5-9275-0847-1 Современные проблемы материаловедения керамических пьезоэлектрических материалов: монография / А.А. Нестеров, А.А. Панич. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2010. - 226 с. ISBN 978-5-9275-0736-8	2011	http://znaniyum.com/spec/catalog/author/?id=0ed5e896-021f-11e6-b9ff-90b11e31de4c

6.2. Периодические издания

Журналы:

Квантовая электроника — ведущий российский научный ежемесячный журнал в области лазеров и их применений.

Laser Physics - то международный журнал, издаваемый в сотрудничестве с институтами, занимающимися лазерными исследованиями.

Applied Physics Letters — еженедельный рецензируемый научный журнал, посвящённый новым экспериментальным и теоретическим результатам в прикладной физике.

6.3. Интернет-ресурсы

www.quantum-electron.ru

www.lasphys.com

www.photonics.su

www.nanoindustry.su

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины указывается необходимое для обучения лицензионное программное обеспечение, оборудование, демонстрационные приборы, мультимедийные средства, учебные фильмы, тренажеры, карты, плакаты, наглядные пособия; требования к аудиториям – компьютерные классы, специально оборудованные аудитории и лаборатории и т.д

Практические занятия проводятся в аудитории (или компьютерном классе), оборудованной мультимедийным оборудованием (430-3, 431-3 или аналогичной аудитории в зависимости от сетки расписания).

Рабочую программу составил зав.баз.каф. ЛСиК Антипов А.А. _____
(должность, ФИО, подпись)

Рецензент
Генеральный директор ООО «ВладИнТех» _____ А.В. Осипов
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ
Протокол №1 от 30.08.2022 года
И.о. заведующего кафедрой _____ С.И. Абрахин
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании учебно-методической комиссии направления 12.04.05 Лазерная техника и
лазерные технологии
Протокол №1 от 30.08.2022 года
Председатель комиссии _____ С.И. Абрахин
(ФИО, должность, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____