

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 образовательной деятельности

А.А.Панфилов

« 02 »

2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОПТИКИ И ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНИКИ**

Направление подготовки 12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии

Профиль/программа подготовки Твердотельные и полупроводниковые лазерные системы

Уровень высшего образования Магистратура

Форма обучения Очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
2	4/ 144	-	36	18	90	Зачет с оценкой
Итого	4/ 144	-	36	18	90	Зачет с оценкой

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями 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.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Современные материалы для оптики и лазерной техники» относится базовой основной части ОПОП. Дисциплина логически и содержательно-методически тесно связана с рядом теоретических дисциплин и практик предшествующего периода обучения.

К числу дисциплин, наиболее тесно связанных с дисциплиной «Современные материалы для оптики и лазерной техники», относятся «История и методология лазерной техники и лазерных технологий», «Оптоэлектроника», «Методы и средства измерений параметров лазерного излучения». В результате освоения этих дисциплин студенты приобретают необходимые для изучения «Современные материалы для оптики и лазерной техники» знания основных понятий и принципов эксперимента.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
ОПК-1	Частичное освоение компетенции	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• правовые основы охраны объектов исследования;</li><li>• виды и формы охраняемых документов, их характеристики;</li><li>• особенности охраны объектов интеллектуальной собственности в области лазерной техники и лазерных технологий;</li><li>• современные проблемы и специфику исследований и разработок в области лазерной техники, оптических материалов и лазерных технологий;</li><li>• отечественные и международные стандарты по качеству и особенности их применения в области лазерной техники и лазерных технологий;</li><li>• современную научную картину мира.</li></ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• применять актуальную нормативную документацию в области профессиональной деятельности;</li><li>• выбирать и использовать адекватные поставленной задаче методы её решения, в том числе нетрадиционные и использующие междисциплинарные знания;</li><li>• работать с записями по качеству;</li><li>• выявлять естественнонаучную сущность проблемы.</li></ul> <p><b>Владеть (навыки):</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• навыки оценки патентоспособности вновь созданных технических и художественно-конструкторских решений;</li><li>• навыки систематизации и анализа отобранной документации в области научных исследований и защиты интеллектуальной собственности;</li><li>• навыки выработки стратегии и оценки достижимости решения задач исследований и разработок в области лазерной техники, оптических материалов и технологий с учётом правовых ограничений и соблюдения стандартов по качеству;</li><li>• навыки формулирования целей и задач исследований и разработок с учётом сложившихся норм и традиций научного познания мира.</li></ul>

ПК-3	Частичное освоение компетенции	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы анализа и систематизации результатов исследований.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• представлять результаты исследований в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками обработки результатов измерений и оценки их достоверности.</li> </ul>
ПК-4	Частичное освоение компетенции	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• области применения, принципы действия, компоненты и типичные выходные характеристики волоконных лазеров;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать возможные области применения волоконного лазера в зависимости от его характеристик;</li> <li>• выполнять расчёт параметров волоконных лазерных систем и входящих в них компонентов;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыки анализа конкурентоспособности разрабатываемых лазерных систем;</li> <li>• навыки расчёта параметров волоконного лазера и параметров входящих в него компонентов;</li> </ul>
ПК-6	Частичное освоение компетенции	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные физические принципы функционирования лазерных элементов, изготовленных на основе наноструктурированных материалов;</li> <li>• принципы технологии изготовления оптической керамики, в том числе лазерной нанокерамики;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• разрабатывать элементы лазерных систем на основе наноструктурированных материалов;</li> <li>• анализировать свойства и характеристики наноструктурированных материалов, в том числе с использованием методов математического моделирования;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыки конструирования активных элементов лазерных систем, выполненных из наноструктурированных материалов;</li> <li>• навыки выполнения сравнительной оценки наноструктурированных материалов при планировании их использования в лазерных системах;</li> </ul>

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем 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, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Лазерные материалы. Устройство и классификация лазеров	2	1-5	-	16	6	27	8/36	рейтинг-контроль №1
2	Лазерная керамика. Методы изготовления и применение	2	6-11	-	10	6	27	8/50	рейтинг-контроль №2
3	Лазерные керамические материалы. Фторидная керамика	2	12-18	-	10	6	36	8/50	рейтинг-контроль №3
Всего за 2 семестр:		2	18	-	36	18	90	24/44	Зачет с оценкой
Наличие в дисциплине КП/КР		-	-	-	-	-	-	-	-
Итого по дисциплине		2	18	-	36	18	90	24/44	Зачет с оценкой

## Содержание практических занятий по дисциплине

### Тема 1. Лазерные материалы. Устройство и классификация лазеров Баллоны для ламп сверхвысокого давления.

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.

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

1. Спектральные характеристики ионов хрома в ZnS, ZnSe, CdSe
2. Монокристаллический CaF<sub>2</sub>:Yb<sup>3+</sup>
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
10. Интерферограммы образцов YAG:Nd

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Современные материалы для оптики и лазерной техники» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Активные и интерактивные формы обучения (*все практические занятия*);
- Самостоятельная работа студентов (*самостоятельная работа*);
- Мультимедийные технологии обучения (*практические занятия*);
- Рейтинговая система обучения (*контрольные мероприятия*).

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

Текущим контролем успеваемости является действующая в университете система рейтинг-контроля.

### **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
6. Требования к матрицам твердотельных лазеров
7. Получение оптической керамики

### **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

### **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  $\text{Cr}^{2+}$  в кристаллах  $\text{ZnS}$ ,  $\text{ZnSe}$ ,  $\text{CdSe}$
19. Оптическая фторидная нанокерамика
20. Микрочип-лазер. Исследование характеристик
21. Основная концепция технологии дискового лазера

22. Дисконный 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 CaF<sub>2</sub>:Yb<sup>3+</sup>
47. Изготовление фторидной нанокерамики
48. Кривые тангенциальной эффективности
49. Слэб-лазер. Конструкция

#### Самостоятельная работа студента:

##### Темы рефератов:

1. Принцип работы, устройство и характеристики газовых He-Ne-лазеров.
2. Принцип работы, устройство и характеристики газовых CO<sub>2</sub>-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 средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
<b>Основная литература*</b>			
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		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321247.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321247.html</a>
Электрофизические и электрохимические способы обработки 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.	2014		<a href="http://znanium.com/catalog/product/441209">http://znanium.com/catalog/product/441209</a>
Покрывтия 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		<a href="http://znanium.com/catalog/product/415572">http://znanium.com/catalog/product/415572</a>
<b>Дополнительная литература</b>			
Якушенков Ю.Г. Теория и расчет оптоэлектронных приборов: учебник / Ю.Г. Якушенков - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2011. - 568 с.: ил. - ISBN 978-5-98704-533-6.	2011		<a href="https://www.studmed.ru/yakushenkov-yug-teoriya-i-raschet-optiko-elektronnyh-priborov_631a151a7e1.html">https://www.studmed.ru/yakushenkov-yug-teoriya-i-raschet-optiko-elektronnyh-priborov_631a151a7e1.html</a>
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		<a href="http://znanium.com/spec/catalog/author/?id=0ed5e896-021f-11e6-b9ff-90b11c31de4c">http://znanium.com/spec/catalog/author/?id=0ed5e896-021f-11e6-b9ff-90b11c31de4c</a>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

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

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

- 1) MatLab.

Рабочую программу составил Антипов А.А. \_\_\_\_\_  
(ФИО, подпись)

Рецензент  
(представитель работодателя) Ген. директор ООО «ВладИнТех» А.В. Осипов \_\_\_\_\_  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол № 1 от 02.09.2019 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Аракелян С.М.  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии

Протокол № 1 от 02.09.2019 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ Аракелян С.М.  
(ФИО, подпись)



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2020-2021 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.2020 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

*С.И. Арабакин*

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 \_\_\_\_\_