

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 22 » 12 2015 г.

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

(наименование дисциплины)

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 промежуточного контроля (экз./зачет)
2	4/144	-	36	18	45	Экзамен, 45
Итого	4/144	-	36	18	45	Экзамен, 45

Владимир 2015

## 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

Программа предназначена для подготовки магистров по направлению «Лазерная техника и лазерные технологии». Дисциплина относится к вариативной части ОПОП и является обязательной дисциплиной. Курс «Современные материалы для оптики и лазерной техники» читается во 2 семестре и базируется на ранее полученных знаниях студентов, приобретенных в курсах «История и методология лазерной техники и лазерных технологий», «Оптоэлектроника», «Методы и средства измерений параметров лазерного излучения».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

**Знать:** особенности современных активных оптических материалов с их основными закономерностями, описывающие оптические явления (ПК-2, ДПК-4); принципы работы и характеристики современных лазеров и усилителей света (ПК-9, ПК-6, ДПК-5); физические эффекты, принципы, элементы и устройства для управления светом в оптических материалах и волноводных структурах (ПК-10).

**Уметь:** использовать оптические приборы для исследования основных явлений волновой и квантовой оптики (ПК-2); анализировать принцип работы и проводить расчеты важнейших характеристик оптических элементов, устройств и приборов (ПК-6, ПК-9); анализировать возможности элементной базы для разработки этапов технологических процессов (ПК-9, ПК-10); разрабатывать технологию изготовления лазерной керамики (ДПК-4); планировать эксперимент для получения данных с целью решения определенной научно-технической задачи (ПК-2, ПК-6); применять правила техники безопасности при работе с техникой (ДПК-5).

**Владеть:** использовать современные технических средства и информационных технологий в профессиональной области (ПК-2, ПК-9, ПК-10); методами постановки задачи и выбора методики проведения эксперимента оптическими методами (ПК-2, ДПК-4); приемами работы с важнейшими оптическими элементами, узлами и приборами (ДПК-5); технологиями организации, проведения и обработки результатов измерений в соответствии с требованиями стандартов (ПК-6); навыками проведения эксперимента с учетом выбора оптимальных методик и оборудования для исследований оптических материалов и изделий из них (ПК-2, ПК-6).

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций:

- способностью выбирать оптимальный метод и разрабатывать программы экспериментальных исследований, проводить оптические, фотометрические и электрические измерения с выбором необходимых технических средств и обработкой полученных результатов (ПК-2);

- способностью оценить технологичность конструкторских решений, разработать технологические процессы сборки (юстировки) и контроля лазерных, оптико-электронных, механических и оптических блоков, узлов и деталей лазерных систем и комплексов (ПК-6);
- способностью проектировать, разрабатывать и внедрять технологические процессы и режимы производства, осуществлять контроль качества лазерных приборов, систем, комплексов и их элементов (ПК-9);
- способностью разрабатывать технические задания на проектирование приспособлений, оснастки и специального инструмента, предусмотренных технологией (ПК-10);
- готовностью к разработке технологии изготовления оптической (лазерной) керамики (ДПК-4);
- готовностью разрабатывать элементы (в том числе активные) лазерных систем на основе наноструктурированных материалов (ДПК-5).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 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	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Модуль 1.	2	1-5	-	13	6	-	16	-	12/63	Рейтинг-контроль №1
2	Модуль 2.	2	6-11	-	13	6	-	15	-	10/52	Рейтинг-контроль №2
3	Модуль 3.	2	12-18	-	10	6	-	14	-	8/50	Рейтинг-контроль №3
Всего		2	18	-	36	18	-	45	-	30/55	Экзамен, 36

#### Содержание дисциплины

##### Практические занятия

##### Модуль 1.

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

##### Модуль 2.

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  
Модуль 3.
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

#### **Лабораторные работы**

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**

- обучение в малых группах (выполнение лабораторных работ в группах из двух или трёх человек);
- case-study (получение на практических занятиях учебных кейсов с постановкой задачи и глубокой проработкой проблемы разработки и реализации требуемой имитационной модели);
- применение мультимедиа технологий (проведение лекционных занятий с применением компьютерных презентаций и демонстрационных роликов с помощью проектора или ЭВМ);
- технология развития критического мышления (привитие студентам навыков критической оценки разработанных ими имитационных моделей).



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

**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

**Вопросы к экзамену:**

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. 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  $\text{YAG:Nd}$
44.  $\text{YAG:Er}$  керамический лазер
45. Спектральные характеристики ионов хрома в  $\text{ZnS}$ ,  $\text{ZnSe}$ ,  $\text{CdSe}$
46. Монокристаллический  $\text{CaF}_2:\text{Yb}^{3+}$
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  $\text{CO}_2$ -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.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

а) 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.
2. Электрофизические и электрохимические способы обработки материалов: Учебное пособие / М.Г. Киселев и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 389 с.: ил.; 60х90 1/16. - (ВО: Магистратура). (п) ISBN 978-5-16-009430-4, 600 экз.
3. 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.; 60х90 1/16. - (Совр. технол.: Магистратура). (п) ISBN 978-5-98281-355-8, 522 экз.
4. Основы современного материаловедения: Учебник/О.С.Сироткин - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 364 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт) ISBN 978-5-16-009335-2, 500 экз.

б) дополнительная литература:

1. 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.
2. 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
3. Основы квантовой электроники: учебное пособие / Иванов И. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2011. - 174 с. ISBN 978-5-9275-0873-0

в) интернет-ресурсы

Институт проблем лазерных и информационных технологий. - Режим доступа: <http://www.laser.ru>, Лазерное оборудование для обработки различных материалов. Каталог оборудования.- Режим доступа: <http://www.newlaser.ru/laser/>, Лазерный портал.- Режим доступа: <http://www.laserportal.ru/>, Лазерная ассоциация - Режим доступа: <http://www.cislaser.com>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Аудитории, оснащённые доской (для мела или маркера), экраном для проекционных систем, проектором и ноутбуком. Аудитории для проведения практических и лабораторных занятий оснащены устройствами диагностики наноматериалов, механико-оптическими компонентами, приборами измерения параметров лазерных источников для практического изучения принципов работы оптических устройств; оснащены современными персональными компьютерами, объединёнными в локальную вычислительную сеть и укомплектованными необходимым системным и прикладным программным обеспечением.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС  
ВОпо направлению 12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии и программе  
подготовки "Твердотельные и полупроводниковые лазерные системы"

Рабочую программу составил зав.баз.кафедры ЛСиК А.А. Антипов  
(ФИО, подпись)

Рецензент  
(представитель работодателя)

Александр Захарович Ничко  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

ФКП "ГЛТ Радуга" Пашков М.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЛСиК

Протокол № 1 от 22.12.15 года

Заведующий кафедрой  
(ФИО, подпись)

Антипов А.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии и программе подготовки  
"Твердотельные и полупроводниковые лазерные системы"

Протокол № 59 от 22.12.15 года

Председатель комиссии  
(ФИО, подпись)

Аракелян С.М.

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на 2016-2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.16 года

Заведующий кафедрой

Рабочая программа одобрена на 2017-2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.17 года

Заведующий кафедрой

Рабочая программа одобрена на 2018-2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 03.09.18 года

Заведующий кафедрой

С.М. Аракелян