

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)



Проректор  
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 13 » 10 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**КОГЕРЕНТНАЯ ОПТИКА**

(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 промежуточного контроля (экз./зачет)
5	5/180	36	18	-	90	Экзамен (36ч)
Итого	5/180	36	18	-	90	Экзамен (36ч)

Владимир 2015

*Handwritten signature*

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения дисциплины «Когерентная оптика» являются формирование у бакалавров понимания теоретических и физических основ современной когерентной оптики для последующего использования этих знаний при изучении других дисциплин и практического использования.

### **Задачи дисциплины**

Приобретение студентами знаний основных законов и явлений когерентной оптики, принципов формирования когерентного и частично когерентного оптического изображения, факторов, определяющих качество изображения, принципов анализа распространения лазерного излучения в средах.

Получение навыков применения знаний принципов когерентной оптики для анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Когерентная оптика» относится к базовой части ОПОП подготовки бакалавров по направлению «Лазерная техника и лазерные технологии».

Для освоения данной дисциплины требуются знания, получаемые в рамках следующих курсов:

- Физика;
- Основы оптики

В рамках перечисленных дисциплин бакалавры получают следующие знания и навыки, необходимые для освоения курса «Когерентная оптика»:

Знание физических законов, описывающих электромагнитное поле, оптические явления и состояние вещества;

- Знание методов и навыки анализа и расчета электромагнитного поля;
- Умение применять системный подход и основные методы проектирования оптических систем.

Дисциплина «Когерентная оптика» формирует знания и навыки, необходимые для эффективного освоения последующих специальных курсов профессионального цикла обучения, таких как:

- Системы автоматизированного проектирования в оптике;
- Лазерная техника;
- Системы автоматизированного проектирования в оптике;
- Физические и математические принципы адаптивной оптики.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать: современные тенденции развития лазерной техники и технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-4); методы сбора, обработки, анализа и систематизации научно-техническую информацию по тематике лазерных исследований (ОПК-6); типовые схемы систем, приборов, деталей и узлов лазерных устройств на схемотехническом и элементном уровнях (ПК-5).

Уметь: учитывать современные тенденции развития лазерной техники и технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-4); собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования в области лазерной техники (ОПК-6); составлять техническое задание для типовых лазерных систем, лазерных приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях (ПК-5).

Владеть: способностью учитывать современные тенденции развития лазерной техники и лазерных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-4); способностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике лазерных исследований (ОПК-6); сутью технических заданий типовых

лазерных систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях (ПК-5).

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 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.	Оптический сигнал и оптическая система	5	1	2	-					10	-	
2.	Преобразование Фурье.	5	2 - 3	4	-	2				10	-	2/33%
3.	Обобщённые функции. Функция корреляции. Пространственная фильтрация	5	4 - 5	4	-	2				10	-	2/33%
4.	Квантовая природа электромагнитного излучения.		6-7	4		2				10		2/33%
5.	Разрешающая способность и информационная емкость оптических систем и сигналов.	5	8-9	4		3				10	-	3/43%
6.	Корреляционные функции и когерентность излучения	5	10 - 12	6		3				10	-	4/44%
7.	Когерентность лазерного излучения.	5	13-14	4		2				10		3/50%
8.	Оптика спеклов. Спекл- структуры.	5	15-16	4		2				10		2/33%
9.	Теория когерентных изображений.	5	17-18	4		2				10		2/33%
<b>Всего:</b>		<b>5</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>18</b>		<b>-</b>	<b>90</b>	<b>-</b>	<b>20/37%</b>	<b>Экзамен 36</b>

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Проведение лекционных занятий обеспечено специализированными аудиториями, оборудованными компьютерами и электронными проекторами, что позволяет сопровождать чтение лекций демонстрацией компьютерных слайдов.

В рамках лекционного курса используются также следующие технологии:

- Компьютерные симуляции когерентных явлений лазерно-индуцированных процессов, лежащих в основе лазерных измерений в среде Matlab.

- Технология проблемного обучения (case study). При рассмотрении вопросов практического применения рассмотренного теоретического материала, используется диалог со студентами на предмет возможных способов решения поставленной задачи и новых явлений когерентной оптики с сайта «Наука и технологии РФ».

- Встречи с учеными и специалистами, работающими в направлении развития и использования возможностей лазерных измерительных технологий.

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

Текущий контроль успеваемости проводится по всем видам занятий с использованием рейтинговой системы. Аудиторные рейтинг-контрольные проводятся на 5-ой, 11-й и 17-й неделе. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

### а) вопросы рейтинг-контроля:

#### Рейтинг-контроль №1

1. Фурье анализ линейных систем.
2. Комплексный сигнал в оптике.
3. Преобразование Фурье.

4. Основные свойства преобразования Фурье.
5. Типичные примеры преобразования Фурье.
6. Свертка и ее свойства.
7. Функция корреляции.
8. Обобщенные функции и их свойства.
9. Информационная структура оптического сигнала.
10. Пространственная фильтрация.

### **Рейтинг-контроль №2**

1. Одно и многомодовый режим излучения лазера.
2. Радиус корреляции лазерного излучения.
3. Предельная пространственная когерентность излучения одномодового лазера.
4. Временная когерентность излучения лазера.
5. Измерение когерентности.
6. Распространение взаимной когерентности.
7. Распространение световых волн.
8. Функция взаимной когерентности.
9. Предельные формы взаимной когерентности.
10. Когерентное поле. Некогерентное поле.
11. Частично когерентное поле.
12. Теорема Ван Циттерта-Цернике.
13. Следствия из теоремы Ван Циттерта-Цернике.

### **Рейтинг-контроль №3**

1. Понятие спекла.
2. Понятие объективной и субъективной спекл-картины.
3. Основные свойства спекл-картины.
4. Условия формирования спекл-картины.
5. Контраст спекл-картины. Индивидуальный спекл.
6. Интерференция в диффузном свете.
7. Спекл-интерферометрия.
8. Примеры практического применения спекл-интерферометрии.

9. Способы устранения спекл-структуры.
10. Дифракция частично когерентного излучения.
11. Распределение интенсивности в области наблюдения.
12. Статистические характеристики когерентных изображений.
13. Контраст изображения.

**б) вопросы к экзамену**

1. Оптические системы и сигналы, характеристики и методы анализа.
2. Фурье анализ оптического сигнала.
3. Комплексная форма преобразования Фурье.
4. Представление поля в дальней зоне через интеграл Фурье.
5. Основные свойства Фурье преобразования.
6. Двумерное преобразование Фурье.
7. Фурье образы часто встречающихся в оптике двумерных сигналов и их свойства.
8. Применение свертки для анализа оптического сигнала.
9. Структура оптического сигнала. Функция корреляции при описании лазерного излучения.
10. Пространственная фильтрация.
11. Единство и различие явлений дифракция и интерференция. Принцип Бабине.
12. Контраст дифракционной картины. Геометрическая теория дифракции.
13. Принцип неопределенности в теории оптического сигнала и теорема Котельникова.
14. Разрешающая сила оптической системы в классическом рассмотрении.
15. Квантовомеханическая модель дифракции монохроматического излучения на щели.
16. Режимы излучения лазера.
17. Когерентность излучения лазера. Временная и пространственная когерентность.

18. Распространение световых волн, функция взаимной когерентности в различных средах и системах.

19. Предельные формы взаимной когерентности. Когерентное поле, некогерентное поле.

20. Теорема Ван Циттерта-Цернике. Значение теоремы и следствия из нее.

21. Дифракция частично когерентного излучения на отверстиях и щели.

22. Спекл-интерферометрия. Примеры практического применения спекл-интерферометрии.

23. Теорема Ван Циттерта-Цернике.

24. Когерентные изображения. Характеристики когерентных изображений.

25. Спекл-картина, ее свойства и условия формирования.

26. Основные свойства спекл-картины и условия её формирования.

27. Нормально развитая спекл-картина, условия ее наблюдения, контраст спекл-картины, индивидуальный спекл.

28. Интерференция в диффузном свете. Спекл-интерферометрия.

29. Способы устранения спекл-структуры.

30. Статистические характеристики когерентных изображений. Контраст изображения.

***в) вопросы к самостоятельной работе студента:***

1. Оптические системы, операторы, функционалы. Типы оптических систем.

2. Оптический сигнал и его преобразование.

3. Представление поля в дальней зоне через интеграл Фурье.

4. Основные свойства преобразования Фурье.

5. Алгоритмы БПФ.

6. Фурье-образы наиболее часто встречающихся в оптике двумерных сигналов и их свойства.

7. Выполнение Фурье-преобразования в среде Matlab.

8. Трансляционная симметрия дифракционной картины.



9. Понятие обобщенных функций. Свойства. Операции.
10. Дифракция и интерференция света. Определение.
11. Тонкости в толковании термина «дифракция».
12. Квантовая природа электромагнитного излучения. Принцип неопределенности в теории оптического сигнала.
13. Разрешающая сила оптической системы в классическом рассмотрении.
14. Квантовомеханическая модель дифракции.
15. Распространение взаимной когерентности при распространении световых волн.
16. Значение теоремы Ван Циттера-Цернике и следствия из нее.
17. Многомодовый режим излучения лазера. Радиус корреляции лазерного излучения.
18. Оптика винтовых полей или сингулярная оптика.
19. Понятие спекл. Объективная и субъективная спекл-картины.
20. Интерференция в диффузном свете. Спекл-интерферометрия. Примеры практического применения.
21. Статистические характеристики когерентных изображений. Контраст изображения с учётом дискретности спектра подсвечивающего излучения и направления подсвета.

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

### **а) основная литература:**

1. Шандаров В.М. Основы физической и квантовой оптики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шандаров В.М.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 197 с. <http://www.iprbookshop.ru/14018>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Степанова, В.А. Основы волновой оптики. Учебное пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2012. — 128 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=51715](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=51715)

3. Волостников, В.Г. Методы анализа и синтеза когерентных световых полей [Электронный ресурс] : монография. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2014; — 255 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=71988](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71988)

#### **б) дополнительная литература:**

1. Комоцкий В.А. Основы когерентной оптики и голографии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Комоцкий В.А.- Электрон. текстовые данные.- М.: Российский университет дружбы народов, 2011.— 168 с. <http://www.iprbookshop.ru/11431>.— ЭБС «IPRbooks».

2. Ландсберг Г.С. Оптика [Электронный ресурс]: Учеб. пособие: Для вузов. / Ландсберг Г.С. - 6-е изд., стереот. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922103145.html>.

3. Манцызов Б.И. Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов [Электронный ресурс] / Манцызов Б.И. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112017.html>.

#### **в) интернет-ресурсы:**

1. <http://www.quantum-electron.ru>

2. <http://ufn.ru>

3. <http://journals.ioffe.ru/>

4. <http://www.laser.ru>

5. [www.strf.ru](http://www.strf.ru)

6. <http://www.cislaser.com>

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

Применение мультимедийных презентаций и компьютерных симуляций в аудиториях с мультимедийным оборудованием.

Для проведения практических занятий имеются компьютерные классы.

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

Рабочую программу составил проф. Бутковский Олег Ярославович  
(ФИО, подпись)

Рецензент

(представитель работодателя)

И. Снег. научно-темат. отдела ФКПТИИ РАН  
(место работы, должность, ФИО, подпись) Александр АА.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_

Протокол № 2а от 13.10.15 года

Заведующий кафедрой Аракелян Сергей Мартиросович

(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 \_\_\_\_\_

(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 \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 18-19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 03.09.18 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 19-20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 02.09.19 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_