



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
Крайнова Г.С.

« 15 » сентября 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий кафедрой  
физики низкоразмерных структур

  
Саранин А.А.

« 15 » сентября 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Экспериментальная физическая оптика

**Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

**Форма подготовки очная**

курс 3 семестр 6  
лекции 18 час.  
практические занятия 18 час.  
лабораторные работы 36 час.  
в том числе с использованием МАО лек.     /пр.     /лаб. 18 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.  
в том числе с использованием МАО 18 час.  
в том числе контролируемая самостоятельная работа 0 час.  
в том числе в электронной форме 0 час.  
самостоятельная работа 72 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.  
контрольные работы 6 семестр  
курсовая работа / курсовой проект 6 семестр  
зачет нет семестр  
экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 18.02.2016 № 12-13-235.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики низкоразмерных структур, протокол 1 от «15»      сентября 2017 г.

Заведующий кафедрой Саранин А.А.  
Составитель: д.ф.-м.н., профессор Витрик О.Б.



**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Bachelor's degree in 11.03.04 Electronics and Nanoelectronics**

**Course title: Experimental physical optics**

**Variable part of Block, 5 credits**

**Instructor:** O.B. Vitrik, doctor of physical and mathematical sciences, Professor of the General and experimental physics department, School of Natural Sciences of Far Eastern Federal University.

### **Learning outcomes:**

SPC-1 ability to build simple physical and mathematical models of devices, schemes, devices and installations of electronics and nanoelectronics of various functional purpose, and also to use standard software of their computer modeling.

**Course description:** mastering the skills of building physical and mathematical models of processes related to the propagation of light in different environments and the interaction of light with matter.

### **Main course literature:**

1. Kaliteevskij N.I. Wave optics. – SPb. :Lan, 2008. – 467 p.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=173](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=173)
2. Dubnishchev, Yu.N. Oscillations and waves. – SPb : Lan, 2011. – 384 p.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=683](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=683)
3. Ishhenko E.F., Sokolov A.L. Polarization optics. – M. : Fizmatlit, 2012. – 452 p. [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=5270](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=5270)
4. Landsberg G.S. Optics. – M. : Fizmatlit, 2010. – 849 p.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=2238](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=2238)
5. Stafeev S.K. et al. Basics of optics. – SPb. : Lan, 2013. – 329 p.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=32822](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=32822)
6. Gorelik G.S. Oscillations and waves. – M. : Fizmatlit, 2007. – 657 p.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=2167](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=2167)
7. Butikov E.I. Optics. – SPb. : Lan, 2012. – 608 p. – Режим доступа:  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=2764](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=2764)

**Form of final knowledge control: exam.**

## Аннотация дисциплины

### «Экспериментальная физическая оптика»

Рабочая программа учебной дисциплины «Экспериментальная физическая оптика» разработана для студентов 3 курса по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» в соответствии с требованиями ОС ВО ДВФУ по данному направлению.

Дисциплина «Экспериментальная физическая оптика» входит в дисциплины по выбору вариативной части модуля Б1.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), лабораторные работы (36 часов), практические занятия (18 часов), самостоятельная работа студента (72 часа, в том числе 36 час. на подготовку к экзамену). Дисциплина реализуется на 3 курсе в 6 семестре.

**Цель:** овладение навыками построения физико-математических моделей процессов, связанных с распространением света в различных средах и взаимодействием света с веществом.

#### **Задачи:**

- формирование у студентов целостного представления о применении оптических эффектов в электронике, измерительной и вычислительной технике, информационных технологиях;
- формирование у студентов целостного представления об основных физических явлениях и закономерностях, лежащих в основе распространения оптического излучения;
- формирование у студентов знаний об основных методах построения физико-математических моделей процессов, связанных с распространением света в различных средах;
- формирование у студентов навыков применения методов построения физико-математических моделей процессов, связанных с распространением света в различных средах;

– формирование у студентов знаний об основных методах построения физико-математических моделей процессов, связанных с взаимодействием света с веществом при экспериментальном исследовании параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники

– формирование у студентов навыков применения методов построения физико-математических моделей процессов, связанных с взаимодействием света с веществом при экспериментальном исследовании параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники;

– формирование у студентов знаний об основных методах анализа и систематизации результатов исследований приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

Для успешного изучения дисциплины «Экспериментальная физическая оптика» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

– способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК-1);

– способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1, способность строить простейшие физические и	Знает	основные физические явления и закономерности, лежащие в основе распространения оптического излучения

математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Умеет	строить физико-математические модели процессов, связанных с распространением света в различных средах
	Владеет	навыками применения методов построения физико-математических моделей процессов, связанных с распространением света в различных средах

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Экспериментальная физическая оптика» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: мозговой штурм, дискуссия.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Лекционные занятия (18 час.)**

#### **Раздел I. Интерференция электромагнитных волн (6 час.).**

##### **Тема 1. Двухлучевая интерференция (2 час.).**

Интерференционные системы. Двухлучевая интерференция при когерентном сложении плоских волн. Картина интерференции при наклонном когерентном сложении плоских волн. Интерференционная картина при когерентном сложении сферической и плоской волн. Интерференция при делении амплитуд.

##### **Тема 2. Двухлучевые интерферометры Майкельсона и Маха-Цендера (2 час.).**

Двухлучевые интерферометры Майкельсона и Маха-Цендера (оптические схемы, принцип работы и области применения). Режим бесконечной полосы и формирование полос равной толщины такими интерферометрами. Чувствительность интерферометра Маха-Цендера к продольному перемещению зеркал.

##### **Тема 3. Многолучевая интерференция (2 час.).**

Интерферометр Фабри-Перо (с расчетом). Чувствительность интерферометра Фабри-Перо к продольному перемещению зеркал резонатора. Разрешение интерферометра Фабри-Перо.

## **Раздел II. Пространственная когерентность (6 час.).**

### **Тема 4. Опыт Юнга (2 час.).**

Интерференция при делении волнового фронта. Расчет интерференционной картины в опыте Юнга в случае точечного источника. Расчет интерференционной картины в опыте Юнга в случае протяженного источника.

### **Тема 5. Пространственная и временная когерентность (4час.).**

Степень пространственной когерентности и ее связь с размерами источника. Видность интерференционной картины по Максвеллу. Пространственная когерентность для протяженного двухмерного источника с равномерной яркостью. Звездный интерферометр Майкельсона. Расчет картины двухлучевой интерференции в квазимонохроматическом свете. Связь степени когерентности и спектра мощности источника света. Расчет степени когерентности для источника с «прямоугольным» спектром. Расчет степени когерентности для источника со спектром в виде двух бесконечно тонких линий. Расчет степени когерентности лазера в режиме генерации продольных мод.

## **Раздел III. Дифракция (6 час.).**

### **Тема 6. Метод зон Френеля (2 час.).**

Принцип Гюйгенса-Френеля. Расчет дифракционной картины методом зон Френеля. Расчет дифракционной картины для щелевой диафрагмы методом зон Френеля в параксиальном приближении. Дифракционный интеграл, вытекающий из принципа Гюйгенса-Френеля.

### **Тема 7. Дифракция Фраунгофера (2 час.).**

Приближения Фраунгофера и Френеля. Расчет дифракционной картины Фраунгофера для узкой щелевой диафрагмы. Расчет дифракционной картины Фраунгофера для синусоидальной амплитудной дифракционной решетки.

Дифракционная картина Фраунгофера для несинусоидальной амплитудной дифракционной решетки.

### **Тема 8. Дифракция и обработка оптической информации (2 час.).**

Понятие об оптической обработке информации. Дифракция Френеля на полубесконечном экране. Распределение интенсивности света в дифракционной картине. Зависимость угла дифракции от расстояния между экраном и плоскость наблюдения. Описание процесса распространения сферического волнового фронта в вакууме методом зон Френеля. Фильтрация волнового фронта амплитудными транспарантами с точки зрения метода зон Френеля. Дифракционная решетка и зонная пластинка с точки зрения метода зон Френеля. Интегральная теорема Кирхгофа. Теория дифракции Кирхгофа. Обоснование принципа Гюйгенса-Френеля.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Лабораторные занятия (36 час.)**

**Лабораторная работа № 1.** Вводное занятие. Знакомство с лабораторным практикумом. (4 час.)

**Лабораторная работа № 2.** Определение фокусных расстояний положительной и отрицательной линз методом Бесселя (4 час.)

**Лабораторная работа № 3.** Определение расстояния между щелями в опыте юнга (4 час.)

**Лабораторная работа № 4.** Исследование закона Малюса и прохождения поляризованного света через фазовую пластинку (4 час.)

**Лабораторная работа № 5.** Исследование отражательной способности диэлектрической поверхности (4 час.)

**Лабораторная работа № 6.** Изучение эффекта Погкельса и модуляции света (4 час.)

**Лабораторная работа № 7.** Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии (4 час.)

**Лабораторная работа № 8.** Дифракция Фраунгофера на периодической структуре (4 час.)

**Лабораторная работа № 9.** Определение длины когерентности полупроводникового лазера с использованием интерферометра Майкельсона (4 час.)

### **Практические занятия (18 часов)**

#### **Раздел IV. Голография (4 час.).**

##### **Тема 9. Принципы голографии (4 час.).**

Принцип восстановления волнового фронта. Голография. Голограмма как дифракционная решетка. Восстановление плоской волны голограммой. Голограммы Денисюка. Голограмма как элемент оптического коррелятора.

#### **Раздел V. Металлооптика (4 час.).**

##### **Тема 10. Металлооптика (4 час.).**

Распространение света в металле. Связь коэффициента затухания с проводимостью металлов. Глубина проникновения света в металлы. Коэффициент отражения света металлами. Теория дисперсии для металлов.

#### **Раздел VI. Кристаллооптика (10 час.).**

##### **Тема 11. Оптическая анизотропия (4 час.).**

Кристаллооптика. Оптическая анизотропия и двулучепреломление кристаллов. Анизотропные кристаллы с собственной анизотропией. Оптическая ось. Одно и двухосные кристаллы.

##### **Тема 12. Диэлектрическая проницаемость (4 час.).**

Тензор диэлектрической проницаемости. Эллипсоид диэлектрической проницаемости. Преобразование состояния поляризации волн. Четвертьволновые пластинки. Индуцированная анизотропия.

##### **Тема 13. Оптические модуляторы света (2 час.).**

Электрооптический эффект. Оптические модуляторы света. Поляроиды

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Экспериментальная физическая оптика» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Интерференция электромагнитных волн	ПК-1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 1 - 3
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
2	Пространственная когерентность	ПК-1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 4 - 10
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
3	Дифракция	ПК-1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 5 - 20
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
4	Голография	ПК-1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 21 - 23

			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
5	Металлооптика	ПК-1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 24 - 26
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
6	Кристаллооптика	ПК-1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 27 - 28
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Калитеевский, Н.И. Волновая оптика [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2008. – 467 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=173](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=173)

2. Дубнищев, Ю.Н. Колебания и волны [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2011. – 384 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=683](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=683)

3. Ищенко, Е.Ф. Поляризационная оптика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Ф. Ищенко, А.Л. Соколов. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2012. – 452 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5270](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5270)

4. Ландсберг, Г.С. Оптика [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2010. – 849 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2238](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2238)

5. Стафеев, С.К. Основы оптики [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.К. Стафеев, К.К. Боярский, Г.Л. Башнина. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2013. – 329 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=32822](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32822)

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Lan:Lan-32822&theme=FEFU>

6. Горелик, Г.С. Колебания и волны [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2007. – 657 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2167](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2167)

7. Бутиков, Е.И. Оптика [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2012. – 608 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2764](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2764)

### **Дополнительная литература**

1. Можаров, Г.А. Теория аберраций оптических систем [Электронный ресурс] : . – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2013. – 285 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=12936](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=12936)

2. Вейко, В.П. Взаимодействие лазерного излучения с веществом [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Вейко, М.Н. Либенсон, Г.Г. Червяков [и др.]. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2008. – 307 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=48250](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48250)

3. Трубецкова, С.В. Физика. Вопросы – ответы. Задачи – решения Т. 7. Колебания и волны. Геометрическая и волновая оптика [Электронный ресурс] : учебник. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2005. – 302 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2385](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2385)

4. Амстиславский Яков Ефимович Учебные эксперименты по волновой оптике в диффузно рассеянных лучах [Электронный ресурс] : учебное

пособие. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2005. – 126 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=48237](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48237)

5. Карлов, Н.В. Колебания, волны, структуры [Электронный ресурс] : / Н.В. Карлов, Н.А. Кириченко. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2008. – 498 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2192](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2192)

6. Делоне, Н.Б. Что такое свет? [Электронный ресурс] : . – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2006. – 61 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2135](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2135)

7. Евсеев, И.В. Когерентные переходные процессы в оптике. [Электронный ресурс] : монография / И.В. Евсеев, Н.Н. Рубцова, В.В. Самарцев. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2009. – 535 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2731](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2731)

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Мартынова Г.П. Оптика: Конспект лекций. – Самара: Изд-во "Самарский университет", 2005. – 155 с.

<http://window.edu.ru/resource/933/74933>

2. Кузнецов С.И. Колебания и волны. Геометрическая и волновая оптика: учебное пособие. 2-е изд., перераб., дополн. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 170 с.

<http://window.edu.ru/resource/208/75208>

3. Молотков Н.Я., Ломакина О.В., Егоров А.А. Оптика и квазиоптика СВЧ: Учебное пособие. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2009. – 380с.

<http://window.edu.ru/resource/345/68345>

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Приступить к освоению дисциплины следует в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы учебной дисциплины (РПУД). Обратит внимание, что кроме

аудиторной работы (лекции, практические занятия) планируется самостоятельная работа, результаты которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все аудиторские и самостоятельные задания необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с планом-графиком.

### **Использование материалов учебно-методического комплекса**

Для успешного освоения дисциплины следует использовать содержание разделов учебно-методического комплекса дисциплины (УМКД): рабочей программы, лекционного курса, материалов практических занятий, методических рекомендаций по организации самостоятельной работы студентов, глоссария, перечня учебной литературы и других источников информации, контрольно-измерительных материалов (тесты, опросы, вопросы экзамена), а также дополнительных материалов.

### **Рекомендации по подготовке к лекционным и практическим занятиям**

Успешное освоение дисциплины предполагает активное участие студентов на всех этапах ее освоения. Изучение дисциплины следует начинать с проработки содержания рабочей программы и методических указаний.

При изучении и проработке теоретического материала студентам необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- перед очередной лекцией просмотреть конспект предыдущего занятия;
- при самостоятельном изучении темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПУД литературные источники. В случае, если возникли затруднения, обратиться к преподавателю в часы консультаций или на практическом занятии.

Основной целью проведения практических занятий является систематизация и закрепление знаний по изучаемой теме, формирование умений самостоятельно работать с дополнительными источниками информации, аргументировано высказывать и отстаивать свою точку зрения.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо:

- повторить теоретический материал по заданной теме;
- продумать формулировки вопросов, выносимых на обсуждение;
- использовать не только конспект лекций, но и дополнительные источники литературы, рекомендованные преподавателем.

При подготовке к текущему контролю использовать материалы РПУД (Приложение 2. Фонд оценочных средств).

При подготовке к промежуточной аттестации, использовать материалы РПУД (Приложение 2. Фонд оценочных средств).

На самостоятельную работу выносятся подготовка к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям необходимо ознакомиться с материалами из основной и дополнительной литературы, выучить основной теоретический материал по теме, при необходимости, воспользоваться литературой на русском языке и/или источниками в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет".

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебная лаборатория, абсорбционная система спектральной фиксации оптического излучения, комплект лабораторного оптического оборудования РМС 3, комплект лабораторного оптического оборудования РМС 2, комплект лабораторного оптического оборудования РМС 4, комплект лабораторного оптического оборудования РМС 1.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
по дисциплине «Экспериментальная физическая оптика»  
Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2017**

## 1. План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	В течение семестра	Изучение разделов теоретической части курса	16 час.	Собеседование (УО-1)
2.	В течение семестра	Подготовка к лабораторным работам	20 час.	Тест (ПР-1) Контрольная работа (ПР-2)
3.	В течение семестра	Подготовка к экзамену	36 час.	Экзамен

## 2. Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Самостоятельная работа студентов включает в себя три вида работ: изучение разделов теоретической части курса, подготовка к практическим занятиям, подготовка к экзамену.

Изучение разделов теоретической части курса и подготовка к практическим занятиям осуществляется студентом в период между посвященной данной теме лекцией и соответствующим практическим занятием. Задание и литературу для изучения разделов теоретической части курса преподаватель сообщает в конце лекции. Подготовка к практическим занятиям осуществляется студентом по лекциям и литературе, использовавшейся при изучении разделов теоретической части курса.

Подготовка к лабораторным работам осуществляется студентом в период между двумя лабораторными работами. Материалы для подготовки к лабораторной работе студент получает у преподавателя на предыдущей лабораторной работе. Подготовка осуществляется по контрольным вопросам, представленным в приложении 2.

Подготовку к экзамену рекомендуется осуществлять в течение семестра непосредственно после окончания изучения очередной темы по вопросам, представленным в приложении 2.

### **3. Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Контроль выполнения работы по изучению разделов теоретической части курса осуществляется на практических занятиях выборочно в форме собеседования. Оформление ответов на вопросы не требуется.

Контроль выполнения работы по подготовке к практическим занятиям осуществляется на практических занятиях в форме теста или контрольной работы. На тестировании ответы оформляются на листе бумаги с указанием ФИО и номера группы студента. Студент проставляет номер вопроса и букву, соответствующую выбранному варианту ответа.

Контроль выполнения работы по подготовке к лабораторным занятиям осуществляется на лабораторных работах в форме собеседования.

Контрольные работы завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Количество работ – 4. Каждая контрольная работа состоит из четырех вопросов. Студенту предлагается два из них. Вопросы контрольных работ представлены в приложении 2.

### **4. Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

Критерии оценивания теста:

90-100 % тестовых вопросов верны – «отлично»;

60-80 % – «хорошо»;

40-50% – «удовлетворительно»;

0-30 % – «неудовлетворительно».

Критерии оценивания контрольной работы:

ответ на два вопроса без ошибок – «отлично»;

ответ на два вопроса с одной ошибкой – «хорошо»;

ответ на два вопроса с двумя ошибками – «удовлетворительно»;

ответ только на один вопрос или на два вопроса с более чем двумя ошибками – «неудовлетворительно».

При получении оценки «неудовлетворительно» считается, что студент не прошел текущий контроль. В этом случае проводится повторный контроль на консультации.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Экспериментальная физическая оптика»  
Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2017**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Знает	основные физические явления и закономерности, лежащие в основе распространения оптического излучения
	Умеет	строить физико-математические модели процессов, связанных с распространением света в различных средах
	Владеет	навыками применения методов построения физико-математических моделей процессов, связанных с распространением света в различных средах

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Интерференция электромагнитных волн	ПК-1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 1 - 3
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
2	Пространственная когерентность	ПК-1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 4 - 10
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
3	Дифракция	ПК-1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 5 - 20
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
4	Голография	ПК-1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 21 - 23
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
5	Металлооптика	ПК-1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 24 - 26
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
6	Кристаллооптика	ПК-1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 27 - 28

			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
--	--	--	-------------------	-------------	--

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-1, способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Знает	основные физические явления и закономерности, лежащие в основе распространения оптического излучения	воспроизводить и объяснять учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты	способность показать базовые знания и основные умения в области распространения оптического излучения
	Умеет	строить физико-математические модели процессов, связанных с распространением света в различных средах	выполнять типичные задачи по построению физико-математических моделей процессов, связанных с распространением света в различных средах	способность применить знания и практические умения в задачах, связанных с построением физико-математических моделей процессов, связанных с распространением света в различных средах
	Владеет	навыками применения методов построения физико-математических моделей процессов, связанных с распространением света в различных средах	самостоятельно анализировать полученные результаты, строить коридор достоверности результатов	способность применить фактическое и теоретическое знание, практические умения по получению новых знаний из построения физико-математических моделей процессов, связанных с распространением света в различных средах

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

## Оценочные средства для промежуточной аттестации

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

### Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине "Экспериментальная физическая оптика"

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка	Требования к сформированным компетенциям
86 -100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76 - 85	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61 -75	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0 -60	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного «не материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не

		могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	---

## 1. Вопросы к экзамену

1. Интерференция электромагнитных волн. Интерференционные системы. Двухлучевая интерференция при соосном когерентном сложении плоских волн. Картина интерференции при наклонном когерентном сложении плоских волн. Интерференционная картина при когерентном сложении сферической и плоской волн.

2. Интерференция при делении амплитуд. Двухлучевые интерферометры Майкельсона и Маха-Цендера (оптические схемы, принцип работы и области применения). Режим бесконечной полосы. Чувствительность интерферометра Майкельсона к продольному перемещению зеркал.

3. Многолучевая интерференция. Интерферометр Фабри-Перо (с расчетом). Чувствительность интерферометра Фабри-Перо к продольному перемещению зеркал резонатора. Разрешение интерферометра Фабри-Перо.

4. Интерференция при делении волнового фронта. Расчет интерференционной картины в опыте Юнга в случае точечного источника.

5. Расчет интерференционной картины в опыте Юнга в случае протяженного источника. Степень пространственной когерентности и ее связь с размерами источника. Видность интерференционной картины по Максвеллу.

6. Пространственная когерентность для протяженного одномерного источника с равномерной яркостью. Звездный интерферометр Майкельсона.

7. Расчет картины двухлучевой интерференции в квазимонохроматическом свете. Связь степени когерентности и спектра мощности источника света.

8. Расчет степени когерентности для источника с «прямоугольным» спектром.

9. Расчет степени когерентности для источника со спектром в виде двух бесконечно тонких линий.

10. Расчет степени когерентности лазера в режиме генерации продольных мод.

11. Элементарная теория дифракции света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Расчет дифракционной картины методом зон Френеля.

12. Расчет дифракционной картины для щелевой диафрагмы методом зон Френеля в параксиальном приближении.

13. Описание процесса распространения сферического волнового фронта в вакууме методом зон Френеля. Фильтрация волнового фронта амплитудными транспарантами с точки зрения метода зон Френеля. Дифракционная решетка и зонная пластинка с точки зрения метода зон Френеля.

14. Интегральная теорема Кирхгофа. Теория дифракции Кирхгофа. Обоснование принципа Гюйгенса-Френеля.

15. Дифракционный интеграл, вытекающий из принципа Гюйгенса-Френеля. Приближения Фраунгофера и Френеля. Линза, как элемент выполняющий преобразование Фурье.

16. Расчет дифракционной картины Фраунгофера для узкой щелевой диафрагмы.

17. Расчет дифракционной картины Фраунгофера для синусоидальной амплитудной дифракционной решетки. Дифракция Рамана-Ната. Дифракционная картина Фраунгофера для несинусоидальной амплитудной дифракционной решетки. Понятие об оптической обработке информации.

18. Принцип Бабиня. Дифракция на «стержне».

19. Дифракция Френеля на полубесконечном экране. Распределение интенсивности света в дифракционной картине.

20. Дифракция Брега.

21. Принцип восстановления волнового фронта. Голография. Голограмма как дифракционная решетка.
22. Голограммы Денисюка.
23. Голограмма как элемент оптического коррелятора и голографического интерферометра.
24. Металлооптика. Распространение света в металле. Связь коэффициента затухания с проводимостью металлов. Глубина проникновения света в металлы. Коэффициент отражения света металлами.
25. Теория дисперсии для металлов.
26. Плазмон-поляритон. Условия возбуждения.
27. Кристаллооптика. Оптическая анизотропия и двулучепреломление кристаллов. Анизотропные кристаллы с собственной анизотропией. Оптическая ось. Одно и двухосные кристаллы. Тензор диэлектрической проницаемости. Эллипсоид диэлектрической проницаемости.
28. Преобразование состояния поляризации волн. Четвертьволновые пластинки. Индуцированная анизотропия. Электрооптический эффект. Оптические модуляторы света. Поляриды.

## **Оценочные средства для текущей аттестации**

### **2. Вопросы для контрольных работ**

#### **Контрольная работа №1**

1. Двухлучевой интерферометр Майкельсона.
2. Картина интерференции при наклонном когерентном сложении плоских волн.
3. Двухлучевой интерферометр Маха-Цендера.
4. Интерферометр Фабри-Перо.

## **Контрольная работа №2**

1. Расчет интерференционной картины в опыте Юнга в случае точечного источника.
2. Расчет степени когерентности для источника со спектром в виде двух бесконечно тонких линий.
3. Расчет интерференционной картины в опыте Юнга в случае протяженного источника.
4. Расчет степени когерентности для источника с «прямоугольным» спектром.

## **Контрольная работа №3.**

1. Расчет дифракционной картины для щелевой диафрагмы методом зон Френеля в параксиальном приближении.
2. Фильтрация волнового фронта амплитудными транспарантами с точки зрения метода зон Френеля.
3. Описание процесса распространения сферического волнового фронта в вакууме методом зон Френеля.
4. Интегральная теорема Кихгофа. Теория дифракции Кихгофа.

## **Контрольная работа №4.**

1. Расчет дифракционной картины Фраунгофера для узкой щелевой диафрагмы.
2. Дифракционная картина Фраунгофера для несинусоидальной амплитудной дифракционной решетки.
3. Расчет дифракционной картины Фраунгофера для синусоидальной амплитудной дифракционной решетки.
4. Дифракция Френеля на полубесконечном экране.

### **3. Контрольные вопросы к лабораторным работам**

#### **Лабораторная работа № 2. Определение фокусных расстояний положительной и отрицательной линз методом Бесселя:**

1. Чем отличается тонкая линза от толстой? Какие основные параметры линз вы знаете?
2. Какие типы линз вы знаете?
3. Показать прохождение лучей в собирающей линзе.
4. Показать прохождение лучей в рассеивающей линзе.
5. Показать, как строится изображение в тонкой и толстой линзах.
6. Вывести формулу для определения фокусного расстояния по методу Бесселя.

#### **Лабораторная работа № 3. Определение расстояния между щелями в опыте юнга:**

1. Что такое интерференция?
2. Что такое когерентность?
3. Вывести условия максимумов и минимумов интерференции для схемы Юнга.
4. Вывести формулу для определения расстояния между щелями в опыте Юнга.

#### **Лабораторная работа № 4. Исследование закона Малюса и прохождения поляризованного света через фазовую пластинку:**

1. Что такое поляризация? Какие виды поляризации вы знаете?
2. Объяснить закон Малюса.
3. Рассказать об эллиптической поляризации света.
4. Что происходит с плоскополяризованным светом при прохождении через полуволновую и четвертьволновую пластинки?

**Лабораторная работа № 5. Исследование отражательной способности диэлектрической поверхности:**

1. Что такое показатель преломления?
2. Что такое плоскость падения?
3. Сформулируйте законы отражения и преломления света.
4. Что такое плоскость поляризации? Какие бывают типы поляризации?
5. Разъясните сущность формул Френеля.
6. Что такое угол Брюстера?
7. Описать лабораторную установку и объяснить назначение всех входящих в нее элементов и устройств.

**Лабораторная работа № 6. Изучение эффекта Поккельса и модуляции света:**

1. Что такое естественное и искусственное двойное лучепреломление? Что такое обыкновенный и необыкновенный лучи?
2. Почему линейный электрооптический эффект возможен только в анизотропных средах?
3. Какие материалы используются для создания модуляторов света на основе эффекта Поккельса?
4. Принцип действия поперечного электрооптического модулятора света.

**Лабораторная работа № 7. Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии:**

1. Дифракция Френеля. Приближение Френеля.
2. Приближение Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии.

**Лабораторная работа № 8. Дифракция Фраунгофера на периодической структуре:**

1. Дифракция Фраунгофера на щели.
2. Влияние ширины щели и размеров источника.
3. Дифракция Фраунгофера на двух щелях.
4. Дифракция Фраунгофера на периодической структуре.

**Лабораторная работа № 9. Определение длины когерентности полупроводникового лазера с использованием интерферометра Майкельсона:**

1. Рассказать об устройстве интерферометра Майкельсона.
2. Рассказать о временной когерентности.
3. Описать метод определения длины когерентности с использованием интерферометра Майкельсона.