



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

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»<sup>1</sup>  
Руководитель ОП

Кульчин Ю.Н.  
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)  
« 31 » августа 2021г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий Базовой кафедрой  
«Фотоника и цифровые лазерные технологии»  
(название кафедры)

Кульчин Ю.Н.  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)  
« 31 » августа 2021г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Основы конструирования оптических и лазерных приборов. Прикладная оптика.

**Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение**

Магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволоконные сети»

**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 3  
лекции 18 час.  
практические занятия 36 час.  
лабораторные работы 18 час.  
в том числе с использованием МАО лек. \_\_\_\_\_ /пр. \_\_\_\_\_ /лаб. \_\_\_\_\_ час.  
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.  
в том числе с использованием МАО \_\_\_\_\_ час.  
самостоятельная работа 36 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.  
контрольные работы (количество)  
курсовая работа / курсовой проект 3 семестр  
экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 22 сентября 2017 г № 957/ образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Рабочая программа обсуждена на заседании Базовой кафедры Фотоники и цифровых лазерных технологий ПИ ДВФУ протокол № 12 от « 31 » августа 2021 г.

Заведующий кафедрой академик РАН Кульчин Ю.Н.  
Составитель (ли): к.ф.-м.н. Жижченко А.Ю.

<sup>1</sup> кроме РПД общеуниверситетских дисциплин

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.Н. Кульчин  
(подпись) (И.О. Фамилия)

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.Н. Кульчин  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины «Основы конструирования оптических и лазерных приборов. Прикладная оптика»**

Дисциплина разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 12.04.01 «Приборостроение», магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволоконные сети», в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++, входит в Блок 1 Дисциплины (модули) учебного плана, в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений, и является обязательной дисциплиной (Б1.В.10)

Освоение дисциплины «Основы конструирования оптических и лазерных приборов. Прикладная оптика» основывается на знаниях, полученных студентами при изучении высшей математики, прикладной оптики, физической оптике, лазерной физике, оптической информатике, волоконной и интегральной оптики. Учебная дисциплина посвящена изучению принципов работы современных оптических и лазерных приборов и моделирования их основных функциональных блоков. В последнее время оптические и лазерные приборы задействованы в большом количестве технологических процессов, начиная от информационных и промышленных технологий до научно исследовательских применений. И, несмотря на обширную область применения, основные функциональные блоки оптических и лазерных приборов имеют много общего и могут быть сконструированы с использованием одних принципов, которые будут рассмотрены в настоящем курсе.

**Цель курса:** дать необходимые представления о современных оптических и лазерных приборах, их характеристиках и особенностях применения, а также разобрать методы моделирования и расчёта их основных блоков.

**Задачи дисциплины:**

- дать студенту представления о современных оптических и лазерных приборах: виды, конструкции, назначение и характеристики.
- изучить принципы работы основных блоков оптических и лазерных приборов: объективов, многослойных зеркал и фильтров, призм,

поляризаторов, дифракционных элементов, волноводов, модуляторов и резонаторов.

- изучить основные методы расчёта оптических схем оптических и лазерных приборов.
- изучить методы моделирования характеристик основных блоков оптических и лазерных приборов.

Для успешного изучения дисциплины «Основы конструирования оптических и лазерных приборов. Прикладная оптика» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);
- способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы её совершенствования на основе самооценки (УК-6).

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

Задача профессиональной деятельности	Объекты или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ иных требований, предъявляемых к выпускникам)
<b>Тип задач профессиональной деятельности: проектно-конструкторский</b>				
<p>Обоснование проектов и подготовка конструкторской документации в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий.</p> <p>Обоснование проектов и подготовка конструкторской документации в области</p>	<p>контрольно-измерительные устройства, приборы, комплексы, системы различного назначения – измерители геометрических размеров, дефектоскопы, структуроскопы, эндоскопы, тепловизоры, аудиокомплек-</p>	<p>ПК-7 - способность провести анализ поставленной проектной задачи в области приборостроения на основе подбора и изучения литературных и патентных источников</p> <p>ПК-8 - готовность к разработке функциональных, структурных схем и</p>	<p>ПК-7.1. – умеет применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний при составлении отдельных видов документации на проекты.</p> <p>ПК-8.1. – знает функциональные, структурные схемы и формирование</p>	<p>29.004 Специалист в области проектирования и сопровождения производства опtotехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов Анализ опыта</p>

<p>приборостроения, конструкторских материалов и технологий.</p>	<p>сы, магнитометры, радиографы, интерферометры, датчики и сенсоры и т.п., традиционные и нетрадиционные измерительные устройства и комплексы; элементная база средств контроля и измерений</p>	<p>формированию технологических карт процессов разработки на уровне узлов и элементов систем по заданным техническим требованиям</p>	<p>технологических карт процессов разработки на уровне узлов и элементов систем по заданным техническим требованиям.</p>	
<p><b>Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический</b></p>				
<p>Подготовка производства и обоснование технологических процессов в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий. Подготовка производства и обоснование технологических процессов в области приборостроения, конструкционных материалов и технологий.</p>	<p>элементная база средств контроля и измерений; технологии производства элементов, приборов и систем, а также программное обеспечение и информационно-измерительные технологии в приборостроении (программные модули и др.).</p>	<p>ПК-12. – способность к разработке технических заданий на конструирование отдельных узлов систем</p>	<p>ПК-12.1. – умеет оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, используя юридическую базу для охраны интеллектуальной собственности. ПК-12.2. – знает методы и способы внедрения результатов работы в промышленный образец или полезную модель, цели и задачи проводимых исследований и разработок, отечественный и международный опыт в соответствующей области исследований и проектирования в соответствии с современной норма-</p>	<p>29.004 Специалист в области проектирования и сопровождения производства опtotехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов Анализ опыта</p>

			тивной базой в области исследований.	
--	--	--	--------------------------------------	--

<b>Код индикатора достижения компетенции</b>	<b>Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)</b>	
<b>ПК-7.1</b>	знает	основные типы, характеристики и области применения оптических и лазерных приборов
	умеет	использовать литературные данные при анализе научно-технических задач в области проектирования оптических и лазерных приборов
	владеет	методами анализа поставленной задачи исследований в области оптического приборостроения
<b>ПК-8.1</b>	знает	методику разработки функциональных схем оптических и лазерных приборов
	умеет	проводить разработку функциональных схем оптических и лазерных приборов по заданным техническим требованиям
	владеет	методами расчёта характеристик основных узлов и элементов оптических и лазерных приборов
<b>ПК-12.1</b> <b>ПК-12.2</b>	знает	номенклатуру современных оптических элементов и узлов используемых в оптических и лазерных приборах
	умеет	применять новые современные оптические элементы в качестве основных узлов при проектировании оптических и лазерных приборов
	владеет	методами проектирования оптических и лазерных приборов с учётом современной элементной базы

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине могут являться:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
ПЗ	Практические занятия

ЛР	Лабораторные работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
КР	Курсовая работа

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов (3 зачётные единицы) для Блока 1. Учебным планом предусмотрено следующее количество часов: лекционных занятий (18 часов), лабораторных работ (18 часов), практических занятий 36 часов и самостоятельная работа студента 36 часа для самостоятельной работы студента (36 часа и в том числе 27 часов для подготовки к экзамену). Дисциплина реализуется в 3 семестре на 2 курсе магистратуры. Форма промежуточной аттестации предполагает экзамен и курсовую работу.

#### Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации, текущего контроля успеваемости
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Основы конструирования оптических и лазерных приборов. Прикладная оптика.	3	18	18	36	0	9	27	экзамен
	Итого:		18	18	36	0	9	27	108

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Основы конструирования оптических и лазерных приборов. Прикладная оптика» применяются следующие методы активного обучения: проблемное обучение, консультирование и рейтинговый метод.

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

### **Раздел I. Оптическое и лазерное излучение (4/ \_\_ час.)**

#### **Тема 1. Основные свойства оптического излучения. (1/ \_\_ час.)**

Амплитуда и интенсивность. Фаза. Поляризация света. Типы поляризации. Плоские и сферические волны. Эванесцентные поля. Отражение света границей раздела сред.

**Тема 2. Спектральные разложения в оптике (2/ \_\_ час.)**

Волновые пакеты. Фурье оптика волновых пакетов. Групповая скорость. Распространение лазерных импульсов. Связь между длительностью импульса и частотным спектром. Полная и неполная спектральная информация. Правило Парсеваля. Угловой спектр поля.

**Тема 3. Особенности характеристик лазерного излучения (1/ \_\_ час.)**

Спектр лазерной генерации. Угол расходимости пучка. Гауссовы лазерные пучки. Временные характеристики лазерного излучения. Концентрация световой энергии во времени и пространстве. Яркость. Мощность. Когерентность.

**Раздел II. Системы построения оптического изображения (3/ \_\_ час.)**

**Тема 4. Основы геометрической оптики (1/ \_\_ час.)**

Волновое уравнение в приближении коротких волн. Уравнение Эйконала. Границы применимости геометрической оптики. Общие свойства лучей. Интегральный инвариант Лагранжа. Принцип Ферма. Теорема Малюса и Дюпина.

**Тема 5. Построение оптического изображения линзовой системой (1/ \_\_ час.)**

Система поверхностей и нулевые лучи. Правило знаков. Линейное увеличение. Главные точки и фокусные расстояния. Преломления лучей сферической поверхностью. Уравнение Гюйгенса-Гельмгольца. Угловое увеличение. Преломление луча линзой. Типы линз. Схемы линзовых оптических приборов. Фокусное расстояние для системы из двух. Глубина резкости.

**Тема 6. Аберрации оптической системы (1/ \_\_ час.)**

Хроматическая аберрация. Пространственные аберрации: сферическая, кома, дисторсия, астигматизм, ошибка фокусировки, кривизна поверхности изображения. Сложение аберраций. Методы исправления аберраций. Составные линзы. Диафрагмы и зрачки. Асферические поверхности. Корректоры волнового фронта.

**Раздел III. Оптические приборы (4/ \_\_ час.)**

**Тема 7.** Пространственное разрешение оптической системы проекционного типа (1/ \_\_ час.)

Функция размытия точки классических оптических систем. Предел разрешения. Методы преодоления предела разрешения: применение иммерсионных жидкостей и твердотельных иммерсионных линз, пространственно-временное селективное возбуждение рассеивающих центров, пространственная фильтрация изображения, насыщение флуоресценции, использование многофотонных процессов.

**Тема 8.** Сканирующая лазерная микроскопия и микро-спектроскопия (1/ \_\_ час.)

Конфокальная лазерная микроскопия. Микроспектроскопия комбинационного рассеяния. Когерентная антистоксовая микроспектроскопия комбинационного рассеяния. Флуоресцентная микроскопия на основе подавления спонтанной эмиссии. Флуоресцентная микроскопия с временным разрешением. Многофотонная лазерная микроскопия.

**Тема 9.** Основные принципы интерферометрии (1/ \_\_ час.)

Общие характеристики интерференционного поля. Деление амплитуды и волнового фронта. Двухлучевые и многолучевые интерферометры. Ширина интерференционных полос. Видность интерференционной картины. Интерферометры белого света. Использование лазерных источников света в интерферометрах. Основные схемы оптических интерферометров. Микроинтерферметрия.

**Тема 10.** Методы оптической спектроскопии (1/ \_\_ час.)

Спектрофотометрия. Флуоресцентный анализ. Лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния. Вынужденное комбинационное рассеяние. Спектроскопия когерентного антистоксового комбинационного рассеяния.

**Раздел IV. Оптические элементы (7/ \_\_ час.)**

**Тема 11.** Современные оптические микрообъективы (1/ \_\_ час.)

Классификация оптических микрообъективов. Спектральные характеристики и цветовая коррекция. Коррекция поля изображения. Рабочее расстояние. Парфокальное расстояние. Расположение линз. Аберрации и методы их устранения. Оптические материалы для линз микрообъективов.

**Тема 12.** Оптические покрытия (2/ \_\_ час.)

Оптические свойства тонких диэлектрических и металлических плёнок. Многослойные покрытия. Диэлектрические зеркала. Просветляющие покры-

тия. Отрезные фильтры. Голографические фильтры. Интерференционные фильтры. Решёточные волноводные фильтры. Плазмонные фильтры.

**Тема 13. Дифракционные оптические элементы (2/ \_\_ час.)**

Элементы скалярной теории дифракции. Амплитудные и фазовые дифракционные решётки. Дифракция векторных полей. Дифракция векторных полей на решёточных элементах. Методы расчёта дифракционных оптических элементов (ДОЭ). Применение ДОЭ. Методы изготовления ДОЭ.

**Тема 14. Оптические изоляторы. (1/ \_\_ час.)**

Магнитооптический эффект Фарадея. Виды и характеристики оптических изоляторов. Применение.

**Тема 15. Акустооптические модуляторы. (1/ \_\_ час.)**

Дифракция света на бегущих и стоячих звуковых волнах. Виды акустооптических модуляторов (АОМ) и их характеристики. Применение АОМ.

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

### **Практические занятия (\_36/ \_\_ час.)**

**Занятие 1. Элементы Фурье оптики (2/ \_\_ час.)**

1. Спектр пространственных частот электромагнитного поля.
2. Разложение пучка по плоским волнам.

Задание 1. Рассчитать влияние прямоугольных и круглых диафрагм на угловой спектр поля.

Ознакомиться с литературой:

- Гудмен, Д. У. (1970). Введение в фурье-оптику: Пер. с англ. Мир.
- Ахманов, С. А., Выслоух, В. А., & Чиркин, А. С. (1988). Оптика фемтосекундных лазерных импульсов. Наука.
- Новотный, Л., & Хехт, Б. (2009). Основы нанооптики.

**Занятие 2. Структурированный свет (4/ \_\_ час.)**

1. Лазерные моды высокого порядка. Селекция мод.
2. Без дифракционные и вихревые пучки. Поляризация и фазовая сингулярность.
3. Применение структурированных световых пучков.

Задание 2. Вывод распределение поля мод резонатора с круглыми зеркалами.

Ознакомиться с литературой:

- Rubinsztein-Dunlop, H., Forbes, A., Berry, M. V., Dennis, M. R., Andrews, D. L., Mansuripur, M., ... & Karimi, E. (2016). Roadmap on structured light. *Journal of Optics*, 19(1), 013001.
- Новотный, Л., & Хехт, Б. (2009). Основы нанооптики.
- Ngcobo, S., Litvin, I., Burger, L., & Forbes, A. (2013). A digital laser for on-demand laser modes. *Nature communications*, 4(1), 1-6.
- Siegman, A. E. *Lasers* (University Science, Mill Valley, Calif., 1986).

### **Занятие 3. Фокальные поля (4/ \_\_ час.)**

1. Фокусировка гауссовых пучков и лазерных мод высокого порядка.
2. Фокусировка вблизи плоской поверхности и изображение фокального пятна в отражённом свете.

Задание 3. Расчёт фокального поля бесселева пучка.

Ознакомиться с литературой

- McGloin, D., & Dholakia, K. (2005). Bessel beams: diffraction in a new light. *Contemporary Physics*, 46(1), 15-28.
- Jarutis, V., Paškauskas, R., & Stabinis, A. (2000). Focusing of Laguerre–Gaussian beams by axicon. *Optics communications*, 184(1-4), 105-112.
- Новотный, Л., & Хехт, Б. (2009). Основы нанооптики.

### **Занятие 4. Линзовые системы (4/ \_\_ час.)**

1. Эффективный профиль показателя преломления линзы в параболическом приближении.
2. Линза, как среда с квадратичным профилем показателя преломления. Преломление света тонкими линзами.

Задание 4. Расчет фокусного расстояния для линзы с заданным радиусом кривизны в параболическом приближении.

Ознакомиться с литературой:

- Борн М., Вольф Э. Основы оптики. - М.: Наука, 1973
- Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика. - М.: Изд. МГУ, 2004.
- Walther, A., & Walther, A. (1995). *The ray and wave theory of lenses* (Vol. 15). Cambridge University Press.
- Nye, J. (2000). *Natural focusing and fine structure of light: Caustics and wave dislocations*.

### **Занятие 5. Линзы как элементы, выполняющие преобразование Фурье и создающие изображение (2/ \_\_ час.)**

1. Тонкая линза как элемент выполняющий фазовое преобразование.
2. Влияние положения объекта относительно линзы, на его изображение.

Задание 5. Вывод формулы линзы, используемой в геометрической оптике как результат приближённого решения дифракционной задачи.

Ознакомиться с литературой:

- Гудмен, Д. У. (1970). Введение в Фурье-оптику: Пер. с англ. Мир.
- Стюард, И. Г. (1985). Введение в Фурье-оптику: Пер. с англ. Мир.
- Walther, A., & Walther, A. (1995). The ray and wave theory of lenses (Vol. 15). Cambridge University Press.

**Занятие 6.** Пространственная и частотно-временная фильтрация световых пучков (4/ \_\_ час.)

1. Двух линзовая схема пространственной фильтрации с использованием амплитудных и фазовых фильтрующих элементов для управления распределения амплитуды и фазы светового пучка.
2. Применение дисперсионных элементов для обеспечения частотно-временной фильтрация в задачах управления спектральной формой и длительностью лазерных импульсов.

Задание 6. Рассчитать распределение поля на выходе частотного фильтра с амплитудной фильтрующей диафрагмой круглого сечения при различном диаметре её отверстия.

Ознакомиться с литературой:

- Гудмен, Д. У. (1970). Введение в фурье-оптику: Пер. с англ. Мир.
- Стюард, И. Г. (1985). Введение в фурье-оптику: Пер. с англ. Мир.
- Ахманов, С. А., Выслоух, В. А., & Чиркин, А. С. (1988). Оптика фемтосекундных лазерных импульсов. Наука.
- Кук, Ч., & Бернфельд, М. (1971). Радиолокационные сигналы. Рипол Классик.

**Занятие 7.** Конфокальная лазерная сканирующая микроскопия (4/ \_\_ час.)

1. Принципы конфокальной микроскопии.
2. Схемы конфокальных микроскопов

Задание 7. Рассчитать функцию размытия точки в конфокальном микроскопе

Ознакомиться с литературой:

- Webb, R. H. (1996). Confocal optical microscopy. Reports on Progress in Physics, 59(3), 427.

**Занятие 8.** Сканирующая оптическая зондовая микроскопия (4/ \_\_ час.)

1. Ближнепольная оптическая зондовая микроскопия.
2. Усиленная зондом микроспектроскопия комбинационного рассеяния.

Ознакомиться с литературой:

- Миронов, В. Л. (2009). Основы сканирующей зондовой микроскопии. Техносфера.
- Dunn, R. C. (1999). Near-field scanning optical microscopy. Chemical reviews, 99(10), 2891-2928.
- Новотный, Л., & Хехт, Б. (2009). Основы нанооптики.

### **Занятие 9. Техника интерферометрии (4/ \_\_ час.)**

1. Применение интерферометров: измерение спектрального состава и пространственное распределение фазы световых пучков, измерение показателя преломления и дисперсии вещества, измерение линейных и угловых микроперемещений, контроль расстояния до объектов и скорости их перемещений, исследование топографии поверхности.
2. Фурье микро/спектроскопия на базе интерферометра Майкельсона. Ознакомиться с литературой:
  - Нагибина, И. М., Москалев, В. А., Полушкина, Н. А., & Рудин, В. Л. (2002). Прикладная физическая оптика: Учебник для вузов. Высшая школа.
  - Борн, М., & Вольф, Э. (1973). Основы оптики: Пер. с англ. Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит.
  - Smith, V. C. (2011). Fundamentals of Fourier transform infrared spectroscopy. CRC press.

### **Занятие 10. Решёточные монохроматоры (4/ \_\_ час.)**

1. Оптическая схема решёточных монохроматоров.
2. Расчёт характеристик решёточных монохроматоров: разрешающая способность, светосила, зависимость разрешающей способности от ширины щели. Ознакомиться с литературой:
  - Пейсахсон, И. В. (1975). Оптика спектральных приборов. Машиностроение.

### **Лабораторные работы (18/ \_\_ час.)**

#### **Лабораторная работа № 1. Моделирование оптических характеристик линзовых систем (6/ \_\_ час.)**

*Цель: Изучение методов определения фокусных расстояний и аберраций сложных линзовых систем проекционного типа.*

## **Лабораторная работа № 2. Синтез и исследование оптической схемы микроскопа (6/ \_\_ час.)**

*Цель: Изучение классической схемы современного оптического микроскопа и получение навыков расчёта параметров основных элементов в её составе.*

## **Лабораторная работа № 3. Синтез дифракционных элементов для преобразования лазерных пучков (6/ \_\_ час.)**

*Цель: Изучение методов моделирования дифракционных элементов для преобразования амплитуды, фазы и состояния поляризации лазерных пучков.*

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Основы конструирования оптических и лазерных приборов. Прикладная 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**

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. Гудмен, Д. У. (1970). Введение в фурье-оптику: Пер. с англ. Мир.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:71295&theme=FEFU>
2. Борн, М., & Вольф, Э. (1973). Основы оптики: Пер. с англ. Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:84181&theme=FEFU>
3. Дитчберн, Р., Вайнштейн, И. А., & Шустин, О. А. (1965). Физическая оптика. Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит..
4. Ярив А., Юх П. Оптические волны в кристаллах. – М.: Мир, 1987. – Т. 616.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668256&theme=FEFU>
4. Новотный Л., Хехт Б. Основы нанооптики. – 2009.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:674842&theme=FEFU>
6. Ахманов С. А., Никитин С. Ю. Физическая оптика. МГУ. – 1998.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:363378&theme=FEFU>
7. Гоголева Е. М., Фарафонтова Е. П. Прикладная оптика: учебное пособие. – 2016.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-66194&theme=FEFU>
8. Чуриловский, В. Н. (2016). Теория оптических приборов. Directmedia.
9. Натаровский С. Н. Методы проектирования современных оптических систем: Учебное пособие //СПб.: СПбГУ ИТМО. – 2009.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-67292&theme=FEFU>
9. Ахманов, С. А., Выслоух, В. А., & Чиркин, А. С. (1988). Оптика фемто-секундных лазерных импульсов. Наука.
10. Walther, A., & Walther, A. (1995). The ray and wave theory of lenses (Vol. 15). Cambridge University Press.
11. Zhang, Y., & Gross, H. (2019). Systematic design of microscope objectives. Part I: System review and analysis. Advanced Optical Technologies, 8(5), 313-347.
12. Webb, R. H. (1996). Confocal optical microscopy. Reports on Progress in Physics, 59(3), 427.  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.721.3813&rep=rep1&type=pdf>

12. Миронов В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Техносфера //Москва. – 2004.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:250639&theme=FEFU>
14. Пейсахсон, И. В. (1975). Оптика спектральных приборов. Машиностроение.
15. Smith, B. C. (2011). Fundamentals of Fourier transform infrared spectroscopy. CRC press.
16. Хасса, Г. (2013). Физика тонких пленок (Vol. 1). Рипол Классик.
17. Rubinsztein-Dunlop, H., Forbes, A., Berry, M. V., Dennis, M. R., Andrews, D. L., Mansuripur, M., ... & Karimi, E. (2016). Roadmap on structured light. Journal of Optics, 19(1), 013001.
18. McGloin, D., & Dholakia, K. (2005). Bessel beams: diffraction in a new light. Contemporary Physics, 46(1), 15-28.
19. Siegman, A. E. Lasers (University Science, Mill Valley, Calif., 1986).

#### **Дополнительная литература**

1. Нагибина И. М. и др. Прикладная физическая оптика: Учебник для вузов //Высшая школа. – 2002.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:1982&theme=FEFU>
2. Стюард, И. Г. (1985). Введение в Фурье-оптику: Пер. с англ. Мир.
3. Звелто О. Принципы лазеров. М.:Издательство: Лань, 2008.-720 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:265786&theme=FEFU>
4. Ярив А. Квантовая электроника. – Сов. радио, 1980.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:378524&theme=FEFU>
5. Кук Ч., Бернфельд М. Радиолокационные сигналы. Теория и применение: пер. с англ //М.: Советское радио. – 1971.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:675459&theme=FEFU>
6. Vanderwerf, D. F. (2010). Applied prismatic and reflective optics (pp. 61-70). SPIE Press.
7. Lee, C. C. (Ed.). (2014). The current trends of optics and photonics (Vol. 129). Springer.
8. Macleod, H. A., & Macleod, H. A. (2010). Thin-film optical filters. CRC press.

9. Nye, J. (2000). Natural focusing and fine structure of light: Caustics and wave dislocations.
10. Dunn, R. C. (1999). Near-field scanning optical microscopy. Chemical reviews, 99(10), 2891-2928.
11. Jarutis, V., Paškauskas, R., & Stabinis, A. (2000). Focusing of Laguerre–Gaussian beams by axicon. Optics communications, 184(1-4), 105-112.
12. Ngcobo, S., Litvin, I., Burger, L., & Forbes, A. (2013). A digital laser for on-demand laser modes. Nature communications, 4(1), 1-6.
13. Bass, M. (2000). Handbook of optics. McGraw-Hill.

### **Нормативно-правовые материалы<sup>2</sup>**

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

<https://www.elibrary.ru> – научная электронная библиотека elibrary.ru

<https://scholar.google.ru> – бесплатная поисковая система по полным текстам научных публикаций и книг.

<https://www.scopus.com> – наукометрическая база данных Scopus

<https://apps.webofknowledge.com/> – наукометрическая база данных Web of Science

#### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

Программное обеспечение: не требуется

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

При освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторские занятия в виде лекций и самостоятельная работа студентов, заключающаяся в выполнении домашнего задания и изучении прослушанного материала. Для того чтобы осветить современное состояние прикладной оптики в программе предусмотрено широкое использование современных научных работ и публикаций по данной теме и посещение лабораторий ИАПУ ДВО РАН. Реко-

---

<sup>2</sup> Данный раздел включается при необходимости

мендуется посещение студентами научных семинаров и конференций ДВФУ и ИАПУ ДВО РАН, а также в других университетах и институтах.

**Рекомендованная литература для подготовки к лекциям и самостоятельной работы студентов по разделам**

**Раздел I Оптическое и лазерное излучение**

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. - М.: Наука, 1973
2. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика. - М.: Изд. МГУ, 2004.
3. Новотный, Л., & Хехт, Б. (2009). Основы нанооптики
4. Гудмен, Д. У. (1970). Введение в фурье-оптику: Пер. с англ. Мир.
5. Ахманов, С. А., Выслоух, В. А., & Чиркин, А. С. (1988). Оптика фемто-секундных лазерных импульсов. Наука.

**Раздел II Системы построения оптического изображения**

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. - М.: Наука, 1973
2. Бегунов, Б. Н. (1966). Геометрическая оптика. М.: Изд-во МГУ, 210.
3. Walther, A., & Walther, A. (1995). The ray and wave theory of lenses (Vol. 15). Cambridge University Press.
4. Bass, M. (2000). Handbook of optics. McGraw-Hill.

**Раздел III. Оптические приборы**

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. - М.: Наука, 1973
2. Новотный, Л., & Хехт, Б. (2009). Основы нанооптики
3. Москалев, В. А. (1995). Прикладная физическая оптика. СПб.: Политехника.
4. Webb, R. H. (1996). Confocal optical microscopy. Reports on Progress in Physics, 59(3), 427.
5. Smith, B. C. (2011). Fundamentals of Fourier transform infrared spectroscopy. CRC press.
6. Henderson, B., & Imbusch, G. F. (2006). Optical spectroscopy of inorganic solids (Vol. 44). Oxford University Press.
7. Stiles, P. L., Dieringer, J. A., Shah, N. C., & Van Duyne, R. P. (2008). Surface-enhanced Raman spectroscopy. Annu. Rev. Anal. Chem., 1, 601-626.

#### **Раздел IV. Оптические элементы**

1. Zhang, Y., & Gross, H. (2019). Systematic design of microscope objectives. Part I: System review and analysis. *Advanced Optical Technologies*, 8(5), 313-347.
2. Keller, H. E. (2006). Objective lenses for confocal microscopy. In *Handbook of biological confocal microscopy* (pp. 145-161). Springer, Boston, MA.
3. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. - М.: Наука, 1973
4. Macleod, H. A., & Macleod, H. A. (2010). *Thin-film optical filters*. CRC press.
5. Ярив, А., & Юх, П. (1987). Оптические волны в кристаллах (Vol. 616). М.: Мир.
6. Wang, S. S., & Magnusson, R. J. A. O. (1993). Theory and applications of guided-mode resonance filters. *Applied optics*, 32(14), 2606-2613.
7. O'Shea, D. C., Suleski, T. J., Kathman, A. D., & Prather, D. W. (2004). *Diffractive optics: design, fabrication, and test* (Vol. 62). SPIE press.

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

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией и материалами. Ее содержание представлено в локальной сети кафедры и находится в режиме свободного доступа для студентов. Доступ студентов для самостоятельной подготовки осуществляется через компьютеры дисплейного класса (в стандартной комплектации).



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

---

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине «Основы конструирования оптических и лазерных  
приборов. Прикладная оптика»  
Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение  
Магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволоконные  
сети»  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2022**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	2 неделя	Подготовка к практическим занятиям	1 час	Работа на практических занятиях, ПР-2
2	3 неделя	Подготовка к практическим занятиям	1 час	Работа на практических занятиях, ПР-2
3	4 неделя	Подготовка к практическим занятиям	1 час	Работа на практических занятиях, ПР-2
4	5 неделя	Подготовка к практическим занятиям	1 час	Работа на практических занятиях, ПР-2
5	9 неделя	Подготовка к практическим занятиям	1 час	Работа на практических занятиях, ПР-2
6	12 неделя	Подготовка к практическим занятиям	1 час	Работа на практических занятиях, ПР-2
7	15 неделя	Подготовка к практическим занятиям	1 час	Работа на практических занятиях, ПР-2
8	17 неделя	Подготовка к практическим занятиям	2 час	Работа на практических занятиях, ПР-2
9	18 неделя	Подготовка к экзамену	27 час	Экзамен
		<b>Всего</b>	36 час	

### Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки к практическим занятиям, работы над рекомендованной литературой и лекционным материалам по выполненным конспектам, выполнения заданий преподавателя, написания докладов, подготовки доклада, презентаций по теме практического занятия.

## Методические указания к самостоятельной работе студентов

Приводятся методические указания по выполнению каждого из предусмотренных планом-графиком видов самостоятельной работы по дисциплине с указанием цели (задач), характеристики заданий, требований к содержанию и оформлению, рекомендаций по выполнению и критериев оценки.

№ задания	Тема задания	Содержание задания
<b>Раздел 1.</b> Задание 1	Влияние прямоугольных и круглых диафрагм на угловой спектр поля.	Ознакомиться с литературой: Гудмен, Д. У. (1970). Введение в фурье-оптику: Пер. с англ. Мир. Ахманов, С. А., Выслоух, В. А., & Чиркин, А. С. (1988). Оптика фемтосекундных лазерных импульсов. Наука. Новотный, Л., & Хехт, Б. (2009). Основы нанооптики.
<b>Раздел 1.</b> Задание 2	Распределение поля мод резонатора с круглыми зеркалами.	Ознакомиться с литературой: Rubinsztein-Dunlop, H., Forbes, A., Berry, M. V., Dennis, M. R., Andrews, D. L., Mansuripur, M., ... & Karimi, E. (2016). Roadmap on structured light. Journal of Optics, 19(1), 013001. Новотный, Л., & Хехт, Б. (2009). Основы нанооптики. Ngcobo, S., Litvin, I., Burger, L., & Forbes, A. (2013). A digital laser for on-demand laser modes. Nature communications, 4(1), 1-6. Siegman, A. E. Lasers (University Science, Mill Valley, Calif., 1986).
<b>Раздел 1.</b> Задание 3	Фокальное поле бесселева пучка	Ознакомиться с литературой: Мендес А., Морзе Т. Справочник по специализированным оптическим волокнам.// Москва: Техносфера, 2012.-728 с
<b>Раздел 2.</b> Задание 4	Фокусное расстояния для линзы с заданным радиусом кривизны в параболическом приближении.	Ознакомиться с литературой: Борн М., Вольф Э. Основы оптики. - М.: Наука, 1973 Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика. - М.: Изд. МГУ, 2004. Walther, A., & Walther, A. (1995). The ray and wave theory of lenses (Vol. 15). Cambridge University Press. Nye, J. (2000). Natural focusing and fine structure of light: Caustics and wave dislocations.

<p><b>Раздел 2.</b> Задание 5</p>	<p>Пространственная фильтрация изображения</p>	<p>Ознакомиться с литературой: Гудмен, Д. У. (1970). Введение в фурье-оптику: Пер. с англ. Мир. Стюард, И. Г. (1985). Введение в фурье-оптику: Пер. с англ. Мир. Ахманов, С. А., Выслоух, В. А., &amp; Чиркин, А. С. (1988). Оптика фемтосекундных лазерных импульсов. Наука. Кук, Ч., &amp; Бернфельд, М. (1971). Радиолокационные сигналы. Рипол Классик.</p>
<p><b>Раздел 3.</b> Задание 6</p>	<p>Функция размытия точки в конфокальном микроскопе</p>	<p>Ознакомиться с литературой: Webb, R. H. (1996). Confocal optical microscopy. Reports on Progress in Physics, 59(3), 427.</p>
<p><b>Раздел 3.</b> Задание 7</p>	<p>Сканирующая оптическая зондовая микроскопия</p>	<p>Ознакомиться с литературой: Миронов, В. Л. (2009). Основы сканирующей зондовой микроскопии. Техносфера. Dunn, R. C. (1999). Near-field scanning optical microscopy. Chemical reviews, 99(10), 2891-2928. Новотный, Л., &amp; Хехт, Б. (2009). Основы нанооптики.</p>
<p><b>Раздел 3.</b> Задание 8</p>	<p>Техника интерферометрии</p>	<p>Ознакомиться с литературой: Нагибина, И. М., Москалев, В. А., Полушкина, Н. А., &amp; Рудин, В. Л. (2002). Прикладная физическая оптика: Учебник для вузов. Высшая школа. Борн, М., &amp; Вольф, Э. (1973). Основы оптики: Пер. с англ. Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. Smith, B. C. (2011). Fundamentals of Fourier transform infrared spectroscopy. CRC press.</p>
<p><b>Раздел 4.</b> Задание 9</p>	<p>Оптические покрытия</p>	<p>Ознакомиться с литературой: Macleod, H. A., &amp; Macleod, H. A. (2010). Thin-film optical filters. CRC press.</p>



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

---

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Основы конструирования оптических и лазерных**  
**приборов. Прикладная оптика»**  
**Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение**  
**Магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволоконные**  
**сети»**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2022**

## Паспорт ФОС

Для успешного изучения дисциплины «Основы конструирования оптических и лазерных приборов. Прикладная оптика» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);
- способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы её совершенствования на основе самооценки (УК-6).

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

Код и формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
<b>ПК-7</b> Способность провести анализ поставленной проектной задачи в области приборостроения на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	<b>ПК-7.1.</b> Умеет применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний при составлении отдельных видов документации на проекты.
<b>ПК-8</b> Готовность к разработке функциональных, структурных схем и формированию технологических карт процессов разработки на уровне узлов и элементов систем по заданным техническим требованиям	<b>ПК-8.1.</b> Знает функциональные, структурные схемы и формирование технологических карт процессов разработки на уровне узлов и элементов систем по заданным техническим требованиям
<b>ПК-12</b> Способность к разработке технических заданий на конструирование отдельных узлов систем	<b>ПК-12.1.</b> Умеет оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, используя юридическую базу для охраны интеллектуальной собственности
	<b>ПК-12.2.</b> Знает методы и способы внедрения результатов работы в промышленный образец или полезную модель, цели и задачи проводимых исследований и разработок, отечественный и международный опыт в соответствующей области исследований и проектирования в соответствии с современной нормативной базой в области исследований.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Оптическое и лазерное излучение	<b>ПК-7</b> <b>ПК-8</b> <b>ПК-12</b>	знает	ПР-2	Экзамен, Вопросы 1-7
			умеет		
			владеет		
2	Раздел II. Системы построения оптического изображения	<b>ПК-7</b> <b>ПК-8</b> <b>ПК-12</b>	знает	ПР-2	Экзамен, Вопросы 8-17
			умеет		
			владеет	ПР-6	
3	Раздел III. Оптические приборы	<b>ПК-7</b> <b>ПК-8</b> <b>ПК-12</b>	знает	ПР-2	Экзамен, Вопросы 18-25
			умеет		
			владеет	ПР-6	
4	Раздел IV. Оптические элементы	<b>ПК-7</b> <b>ПК-8</b> <b>ПК-12</b>	знает	ПР-2	Экзамен, Вопросы 26-31
			умеет		
			владеет	ПР-5 ПР-6	

УО-1 – собеседование; УО-2 – коллоквиум; УО-3 – доклад, сообщение; ПР-1 – тест (см.

Положение о фондах оценочных средств образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета, магистратуры ДВФУ №12-13-850 от 12.05.2015)

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)		критерии	показатели
<b>ПК-7.1</b>	знает (пороговый уровень)	основные методы сбора научно-технической информации по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в области прикладной оптики	знание основных методов сбора научно-технической информации по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в области прикладной оптики	способность собирать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в области прикладной оптики
	умеет (продвинутый)	анализировать научно-техническую информацию по тематике исследова-	знание основных методов анализа научно-технической информации по	способность проводить анализ научно-технической информации по

		дования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в области прикладной оптики	тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в области прикладной оптики	тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в области прикладной оптики
	владеет (высокий)	Навыками систематизации научно-технической информации по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в области прикладной оптики	знание основных методов систематизации научно-технической информации по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в области прикладной оптики.	способность проводить систематизацию научно-технической информации по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в области прикладной оптики
<b>ПК-8.1</b>	знает (пороговый уровень)	способы математического моделирования характеристик основных оптических элементов и узлов управления сигналами в оптических и лазерных приборах	знание основных способов математического моделирования характеристик основных оптических элементов и узлов управления сигналами в оптических и лазерных приборах	способность сформулировать критерии применимости и ограничения методов математического моделирования при расчёте оптических характеристик основных элементов и узлов в оптических и лазерных приборах.
	умеет (продвинутой)	использовать приобретенные знания при разработке функциональных схем и узлов оптических и лазерных приборов	умение классифицировать, анализировать и решать задачи в области прикладной оптики и оптического приборостроения	способность эффективно решать задачи в области прикладной оптики и оптического приборостроения
	владеет (высокий)	навыками раз-	владение основ-	способность де-

	кий)	работки структурных схем, отдельных узлов и элементов оптических и лазерных приборов с заданными техническими характеристиками	ными методами и средствами разработки структурных схем, отдельных узлов и элементов оптических и лазерных приборов с заданными техническими характеристиками	монстрировать навыки использования методов и средств разработки структурных схем, отдельных узлов и элементов оптических и лазерных приборов
<b>ПК-12.1</b> <b>ПК-12.2</b>	знает (пороговый уровень)	номенклатуру современной элементной базы, требуемой при разработке оптических и лазерных приборов.	знание номенклатуры и характеристик современных оптических элементов используемых при проектировании схем оптических и лазерных приборов	способность сформулировать и обосновать требования для использования и применения выбранных деталей и узлов при разработке схем оптических и лазерных приборов
	умеет (продвинутой)	определять и выбирать конфигурацию и элементную базу оптических элементов под конкретную задачу при разработке схем оптических и лазерных приборов с заданными характеристиками.	умение определять и выбирать конфигурацию и компоненты при проектировании схем оптических и лазерных приборов с заданными характеристиками	способность эффективно решать задачи разработки схем оптических и лазерных приборов исходя из доступной элементной базы
	владеет (высокий)	средствами компьютерного моделирования и проектирования сложных схем оптических и лазерных приборов на основе современной элементной базе	владение современными методами и средствами компьютерного моделирования и проектирования схем оптических и лазерных приборов	свободно разбираться в современной элементной базе оптических элементов и применять методы компьютерного моделирования на их основе схем оптических и лазерных приборов

## Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий и выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	
	60-64	E
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего кредитно-модульной системе и полученным баллам, дается в таблице, указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям на устном зачёте/экзамене
«зачтено»/«отлично» – A	90 ÷ 100	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, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
«зачтено»/ «хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо 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.
«зачтено»/	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного

<p>«удовлетворительно»</p> <p>–</p> <p><i>E, D</i></p>		<p>материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.</p>
<p>«не зачтено»/ «неудовлетворительно»</p> <p>–</p> <p><i>F</i></p>	<p>менее 60</p>	<p>Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</p>

### Критерии оценки (устный ответ)

**100-85 баллов** - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

**85-76 - баллов** - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускаются одна - две неточности в ответе.

**75-61 - балл** - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

**60-50 баллов** - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

**Критерии оценки (письменного/устного доклада, реферата, сообщения, эссе, в том числе выполненных в форме презентаций):**

**100-86 баллов** выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно.

**85-76** - баллов - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.

**75-61** балл - студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы

**60-50** баллов - выставляется студенту, если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

## **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Основы конструирования оптических и лазерных приборов. Прикладная оптика.» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По дисциплине «Основы конструирования оптических и лазерных приборов. Прикладная оптика» предусмотрены виды промежуточной аттестации: экзамен и защита курсовой работы. Экзамен проводится с использованием оценочных средств устного опроса в форме ответов на вопросы экзаменационных билетов.

### **Список вопросов к экзамену**

1. Свойства оптического излучения. Решения стационарного волнового уравнения для однородных изотропных сред. Плоские и сферические волны. Амплитуда, фаза и состояние поляризации света. Отражение света на границе раздела сред. Эванесцентные поля.
2. Немонохроматические волны. Волновые пакеты и световые пучки. Фурье оптика волновых пакетов. Групповая скорость. Распространение лазерных импульсов. Связь между длительностью импульса и частотным спектром. Полная и неполная спектральная информация. Правило Парсеваля
3. Пространственное представление полей, зависящих от времени. Угловое спектральное представление оптических полей. Угловой спектр пространственно ограниченных пучков и эванесцентных полей.
4. Особенности характеристик лазерного излучения. Спектр лазерной генерации. Угол расходимости пучка. Гауссовы лазерные пучки. Временные характеристики лазерного излучения. Концентрация световой энергии во времени и пространстве. Яркость. Мощность. Когерентность.
5. Решение стационарного волнового уравнения для сферического резонатора открытого типа. Моды Эрмита-Гаусса. Селекция мод резонатора. Структурированный свет. Бездифракционные и вихревые пучки. Поляризационная и фазовая сингулярность. Применение структурированных световых пучков.
6. Особенности характеристик лазерного излучения. Спектр лазерной генерации. Угол расходимости пучка. Временные характеристики лазерного излучения. Концентрация световой энергии во времени и пространстве. Яркость. Мощность. Когерентность.

7. Фокальные поля. Фокусировка гауссовых пучков и лазерных мод высокого порядка. Фокусировка вблизи плоской поверхности и изображение фокального пятна в отражённом свете. Расчёт фокального поля бесселева пучка.
8. Основы геометрической оптики. Волновое уравнение в приближении коротких волн. Уравнение Эйконала. Границы применимости геометрической оптики. Общие свойства лучей. Интегральный инвариант Лагранжа. Принцип Ферма. Теорема Малюса и Дюпина.
9. Построение оптического изображения линзовой системой. Система поверхностей и нулевые лучи. Правило знаков. Линейное увеличение. Главные точки и фокусные расстояния. Преломления лучей сферической поверхностью. Уравнение Гюйгенса-Гельмгольца. Угловое увеличение. Преломление луча линзой.
10. Типы линз. Схемы линзовых оптических приборов. Фокусное расстояние линзы с заданным радиусом кривизны в параболическом приближении. Фокусное расстояние для системы из двух. Глубина резкости. Эффективный профиль показателя преломления линзы в параболическом приближении. Линза, как среда с квадратичным профилем показателя преломления. Преломление света тонкими линзами.
11. Линзы как элементы, выполняющие преобразование Фурье и создающие изображение. Тонкая линза как элемент выполняющий фазовое преобразование. Влияние положения объекта относительно линзы, на его изображение. Вывод формулы линзы, используемой в геометрической оптике как результат приближённого решения дифракционной задачи.
12. Аберрации оптической системы. Хроматическая аберрация. Пространственные аберрации: сферическая, кома, дисторсия, астигматизм, ошибка фокусировки, кривизна поверхности изображения.
13. Сложение аберраций. Методы исправления аберраций. Составные линзы. Диафрагмы и зрачки. Асферические поверхности. Корректоры волнового фронта.
14. Пространственная фильтрация световых пучков. Двухлинзовая схема пространственной фильтрации с использованием амплитудных и фазовых фильтрующих элементов для управления распределением амплитуды и фазы светового пучка. Распределение поля на выходе частотного фильтра с амплитудной фильтрующей диафрагмой круглого сечения при различном диаметре её отверстия.
15. Частотно-временная фильтрация световых импульсов. Применение дисперсионных элементов для обеспечения частотно-временной фильтра-

ция в задачах управления спектральной формой и длительностью лазерных импульсов.

16. Пространственное разрешение оптической системы проекционного типа. Функция размытия точки классических оптических систем. Предел разрешения.
17. Методы преодоления предела разрешения: применение иммерсионных жидкостей и твердотельных иммерсионных линз, пространственно-временное селективное возбуждение рассеивающих центров, пространственная фильтрация изображения, насыщение флуоресценции, использование многофотонных процессов.
18. Методы оптической спектроскопии. Спектрофотометрия. Флуоресцентный анализ. Лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния. Вынужденное комбинационное рассеяние. Спектроскопия когерентного антистоксова комбинационного рассеяния.
19. Сканирующая лазерная микроскопия и микро-спектроскопия. Конфокальная лазерная сканирующая микроскопия. Принципы конфокальной микроскопии. Функция размытия точки в конфокальном микроскопе. Схемы конфокальных микроскопов.
20. Микроспектроскопия комбинационного рассеяния. Когерентная антистоксовая микроспектроскопия комбинационного рассеяния. Флуоресцентная микроскопия на основе подавления спонтанной эмиссии. Флуоресцентная микроскопия с временным разрешением. Многофотонная лазерная микроскопия.
21. Сканирующая оптическая зондовая микроскопия. Ближнепольная оптическая зондовая микроскопия. Усиленная зондом микроспектроскопия комбинационного рассеяния. Разрешение метода. Применение.
22. Основные принципы интерферометрии. Общие характеристики интерференционного поля. Деление амплитуды и волнового фронта. Двухлучевые и многолучевые интерферометры. Ширина интерференционных полос. Видность интерференционной картины.
23. Интерферометры белого света. Использование лазерных источников света в интерферометрах. Основные схемы оптических интерферометров. Микроинтерферметрия.
24. Применение интерферометров: измерение спектрального состава и пространственное распределение фазы световых пучков, измерение показателя преломления и дисперсии вещества, измерение линейных и угловых микроперемещений, контроль расстояния до объектов и скорости их перемещений, исследование топографии поверхности.
25. Фурье микро/спектроскопия на базе интерферометра Майкельсона.

26. Решёточные монохроматоры. Оптическая схема решёточных монохроматоров. Расчёт характеристик решёточных монохроматоров: разрешающая способность, светосила, зависимость разрешающей способности от ширины щели.
27. Современные оптические микрообъективы. Классификация оптических микрообъективов. Спектральные характеристики и цветовая коррекция. Коррекция поля изображения. Рабочее расстояние. Парфокальное расстояние. Расположение линз. Аберрации и методы их устранения. Оптические материалы для линз микрообъективов.
28. Оптические покрытия. Оптические свойства тонких диэлектрических и металлических плёнок. Многослойные покрытия. Диэлектрические зеркала. Просветляющие покрытия. Отрезные фильтры. Голографические фильтры. Интерференционные фильтры. Решёточные волноводные фильтры. Плазмонные фильтры.
29. Дифракционные оптические элементы. Элементы скалярной теории дифракции. Амплитудные и фазовые дифракционные решётки. Дифракция векторных полей. Дифракция векторных полей на решёточных элементах. Методы расчёта дифракционных оптических элементов (ДОЭ). Применение ДОЭ. Методы изготовления ДОЭ.
30. Оптические изоляторы. Магнитооптический эффект Фарадея. Виды и характеристики оптических изоляторов. Применение.
31. Акустооптические модуляторы. Дифракция света на бегущих и стоячих звуковых волнах. Виды акустооптических модуляторов (АОМ) и их характеристики. Применение АОМ.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

*Приводятся типовые оценочные средства для текущей аттестации и критерии оценки к ним (по каждому виду оценочных средств) в соответствии с Положением о фондах оценочных средств образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета, магистратуры ДВФУ, утвержденным приказом ректора от 12.05.2015 №12-13-850.*

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Основы конструирования оптических и лазерных приборов. Прикладная оптика» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Основы конструирования оптических и лазерных приборов. Прикладная оптика» проводится в форме контрольных мероприятий (2 письменных контрольных работы, практическая

работа) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

### **Комплект заданий для контрольной работы 1.**

Вариант 1. Основные классы спектральных приборов, сравнительная характеристика. Спектроскопия поглощения, основные принципы. Методы линейной спектроскопии комбинационного рассеяния.

Вариант 2. Интерферометры, особенности применения. Спектроскопия возбуждения флуоресценции. Спектроскопия комбинационного рассеяния, основные принципы.

Вариант 3. Виды оптических микроскопов. Микроспектроскопия комбинационного рассеяния. Когерентная антистоксовая микроспектроскопия комбинационного рассеяния. Флуоресцентная микроскопия на основе подавления спонтанной эмиссии. Многофотонная лазерная микроскопия.

Вариант 4. Линзовые пакеты и микрообъективы. Классификация оптических микрообъективов. Спектральные характеристики. Аберрации и методы их устранения.

### **Комплект заданий для контрольной работы 2.**

Вариант 1. Оптические покрытия. Оптические свойства тонких диэлектрических и металлических плёнок. Плазмонные фильтры. Структурный цвет.

Вариант 2. Многослойные оптические покрытия. Многослойные покрытия. Диэлектрические зеркала. Просветляющие покрытия. Отрезные фильтры. Голографические фильтры. Решёточные волноводные фильтры.

Вариант 3. Дифракционные оптические элементы. Амплитудные и фазовые дифракционные решётки. Дифракция векторных полей на решёточных элементах. Методы изготовления и применение ДОЭ.

Вариант 4. Сканирующая оптическая зондовая микроскопия. Ближнепольная оптическая зондовая микроскопия. Методы организации обратной связи и контроля положения зонда. Усиленная зондом микроспектроскопия комбинационного рассеяния.

Отметка "Отлично" Верно выполнено более 85% заданий. Отметка "Хорошо" Верно выполнено 75-85% заданий. Отметка "Удовлетворительно" Верно выполнено 60-75% заданий. Отметка "Неудовлетворительно" Верно выполнено менее 60% заданий.

### **Темы курсовой работы**

1. Сканирующая конфокальная микроскопия.
2. Комбинационное рассеяние света в задачах химической идентификации веществ и биомедицинских исследованиях.
3. Расчёт фазового дифракционного оптического элемента.
4. Расчёт оптической схемы высокоразрешающего микроскопа комбинационного рассеяния.
5. Расчёт многослойного оптического фильтра.
6. Толстые голографические решётки пропускающего и отражающего типа.
7. Измерение оптических характеристик материала тонких плёнок с использованием методов оптической спектрофотометрии.