

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет  
информационных технологий, механики и оптики»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

Шехонин А.А.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_  
М.П.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б.2.2.4. Физические основы оптики (часть 1 - геометрическая оптика)**

*(указывается шифр и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки 200400 оптотехника

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

(магистр)

Профили подготовки бакалавра

- [Прикладная и компьютерная оптика](#)
- [Проектирование и метрология опто-электронных приборов](#)
- [Опто-электронные приборы и системы](#)
- [Оптические технологии и материалы](#)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная и др.)

Выпускающие кафедры

- Прикладной и компьютерной оптики
- Компьютеризации и проектирования оптических приборов
- Опто-электронных приборов и систем
- Оптических технологий

Кафедра-разработчик рабочей программы Прикладной и компьютерной оптики  
(название)

Семестр	Трудоем- кость час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
3	136	17	17	34	68	экзамен
<b>Итого</b>	<b>136</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>68</b>	<b>экзамен</b>

Санкт-Петербург  
2012 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Аннотация рабочей программы

#### Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО
3. Структура и содержание дисциплины
4. Формы контроля освоения дисциплины
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

#### Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы преподавания
- Приложение 3. Технологии и формы обучения
- Приложение 4. Оценочные средства и методики их применения
- Приложение 5. Таблица планирования результатов обучения

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО (ОС вуза) по направлению подготовки 200400 Опотехника

Программу составили:

кафедра Прикладной и компьютерной оптики

Зверев В.А., профессор,

Иванова Т.В., доцент,

Толстоба Н.Д., доцент,

Вознесенская А.О., доцент

Эксперт(ы):

Коняхин И.А., профессор

Программа одобрена на заседании УМК факультета ОИСТ (название факультета)

Председатель УМК ОИСТ Коняхин И.А., проф., д.т.н. (Ф.И.О., ученое звание, подпись )

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение следующих результатов образования (РО):

знания:

- на уровне представлений: принципы описания световых полей и волн, способы их описания и их характеристики, аберрации оптических систем, структура оптического изображения, критерии качества оптического изображения;
- на уровне воспроизведения: энергетические и световые единицы и соотношения между ними, законы преломления и отражения, соотношения Френеля для падающих, преломленных и отраженных волн, основные положения теории идеальных оптических систем;
- на уровне понимания: основные понятия и законы геометрической оптики, пределы применимости геометрической оптики, характеристики реальных оптических систем;

умения:

- теоретические: различать виды и модели источников излучения, анализировать способы их описания, строить и использовать математические модели описания прохождения света через границу раздела двух сред, оценивать гомоцентричность пучков, строить и применять математические модели описания оптических систем;
- практические: анализировать тип оптической системы, уметь проводить определение параксиальных характеристик системы, применять основные соотношения оптики реальных лучей для расчета расположения и размера предмета, изображения, диафрагмы и зрачков, анализировать оптическую систему на ограничение пучков лучей, анализировать аберрации и другие характеристики оптической системы в среде автоматизированного проектирования, оценивать качество оптической системы;
- оценивать величину аберраций и на этой основе судить о качестве изображения, предоставляемого оптической системой

навыки:

анализ энергетических условий поставленных задач, применения формул Френеля для расчета распределения энергии между отраженным и преломленным полями при различных случаях падения света; применения основных законов и соотношений параксиальной оптики для расчета параксиальных характеристик, кардинальных отрезков, расположения и величины изображения; определения расположения диафрагм и зрачков реальных оптических систем различными способами;

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

общекультурных:

- ОК-1 - способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;
- ОК-8 - способность критически оценивать результаты своей деятельности, определять пути их улучшения;

профессиональных:

- ПК-1 - способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- ПК-6 - способность использовать программные средства автоматизированного проектирования при осуществлении профессиональной деятельности;
- ПК-7 - способность проектировать элементы, системы и устройства оптоэлектроники, основанных на различных физических принципах действия;

- ПК-12 - способность оформлять отчетные материалы по результатам работ;  
 ПК-16 - способность проектировать элементы, узлы и модули объектов оптотехники с применением программных средств автоматизированного проектирования;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина «Физические основы оптики» относится к профессионально-ориентированным дисциплинам естественнонаучного цикла и обеспечивает содержательную взаимосвязь естественнонаучных дисциплин с обще-профессиональными и специальными дисциплинами оптического профиля подготовки.

Материал дисциплины основывается на знаниях обучающихся физической и геометрической оптики и математики в объеме курсов «Физика» и «Высшая математика» технического вуза. Дисциплина служит основой для освоения дисциплин профессионального цикла «Прикладная оптика», «Оптические измерения».

В таблице приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в разделе «Цели освоения дисциплины»:

№ п/п	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
<i>Общекультурные компетенции</i>			
1.	ОК-1 - способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;	Введение в специальность	Дисциплины профессионального блока, практика, УИРС, дипломное проектирование
2.	ОК-8 - способность критически оценивать результаты своей деятельности, определять пути их улучшения;	Введение в специальность	Дисциплины профессионального блока, практика, УИРС, дипломное проектирование
<i>Профессиональные компетенции</i>			
3.	ПК-1 - способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;	Математика Физика	Дисциплины профессионального блока, практика, УИРС, дипломное проектирование
4.	ПК-6 - способность использовать программные средства автоматизированного проектирования при осуществлении профессиональной деятельности;	Введение в специальность	Прикладная оптика Оптические измерения
5.	ПК-7 - способность проектировать элементы, системы и устройства оптотехники, основанных на различных физических принципах действия;	Введение в специальность	Прикладная оптика
6.	ПК-12 - способность	Введение в специальность	Прикладная оптика

	оформлять отчетные материалы по результатам работ;		Оптические измерения
7.	ПК-16 - способность проектировать элементы, узлы и модули объектов оплотехники с применением программных средств автоматизированного проектирования;	Введение в специальность	Прикладная оптика

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 136 часов.

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1.	Световые волны и их свойства. Идеальные оптические системы.	9	9	18	36	66
2.	Реальные оптические системы. Качество оптического изображения.	8	8	16	32	70
<b>ИТОГО:</b>		<b>17</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>68</b>	<b>136</b>

#### 1.1. Содержание (дидактика) дисциплины

##### Раздел 1. Световые волны и их свойства. Идеальные оптические системы.

1.1. Основные свойства световых полей. Уравнения Максвелла. Математическое описание электромагнитных волн: волновые уравнения, переход к скалярной теории, монохроматические поля, комплексная амплитуда, уравнение Гельмгольца. Регистрируемые характеристики поля: интенсивность, когерентное и некогерентное сложение полей. Волновое число и волновой вектор. Плоские и сферические волны.

1.2. Энергетические единицы и соотношения между ними (поток лучистой энергии, сила излучения, энергетическая светимость, энергетическая яркость, облученность). Спектральные плотности энергетических величин. Инвариантность яркости вдоль луча. Поглощение света средой. Световые величины (сила света, световой поток, освещенность, светимость, яркость). Относительная видимость. Связь энергетических и световых величин. Виды и модели источников света. Освещенность от источников различной формы. Яркость рассеивающей поверхности.

1.3. Отражение и преломление света на границе раздела двух сред. Законы преломления и отражения. Полное внутренне отражение. Формулы Френеля. Соотношения между амплитудами падающих, прошедших и отраженных волн. Различные случаи падения и отражения света: нормальное падение. Угол Брюстера, просветление оптики.

1.4. Приближение коротких длин волн и уравнение эйконала. Основные понятия геометрической оптики: волновой фронт и лучи, оптическая длина луча, конгруэнция лучей. Основные законы геометрической оптики: закон независимого распространения лучей, закон обратимости, закон прямолинейного распространения, закон преломления и отражения,

принцип таутохронизма, принцип Ферма, закон Малюса-Дюпена, инварианты. Пучки лучей: гомоцентрические, негомоцентрические, астигматические. Перенос поля в приближении геометрической оптики. Пределы применимости геометрической оптики.

1.5. Описание оптических систем: элементы оптических систем и их взаимное расположение в оптической системе. Теория идеальных оптических систем: линейное, угловое, продольное увеличение, кардинальные точки и отрезки, построение изображений. Основные соотношения параксиальной оптики: зависимость между положением и размером предмета и изображения, угловое увеличение и узловые точки, связь продольного увеличения с поперечным и угловым, диоптрийное исчисление, инвариант Лагранжа-Гельмгольца.

## Раздел 2. Реальные оптические системы. Качество оптического изображения.

2.1. Преобразование координат лучей оптической системой. Матрица преобразования лучей: общий вид, геометрический смысл элементов. Виды матриц преобразования. Матрицы преломления и переноса. Матрицы оптической системы, состоящей из нескольких компонентов. Расчет параксиальных лучей через оптическую систему.

2.2. Реальные лучи. Расчет хода реальных лучей. Условия прохождения лучей через поверхность. Ограничения пучков лучей. Апертурная диафрагма. Полевая диафрагма. Виньетирование. Описание предметов, изображений и зрачков.

2.3. Общие понятия об aberrациях, различные формы их представления (волновые, поперечные, продольные), связь между ними. Монохроматические aberrации. Разложение волновой aberrации в ряд: дефокусировка, сферическая aberrация, кома, астигматизм, дисторсия. Хроматические aberrации: хроматизм положения, хроматизм увеличения.

2.4. Основные характеристики структуры изображения: ФРТ, ОПФ, гармонический периодический объект. Схема формирования оптического изображения. Дифракционная структура изображения. Безабберационная ФРТ и ОПФ. Влияние неравномерности пропускания по зрачку ФРТ. Предельная пространственная частота. Критерии качества оптического изображения: предельная разрешающая способность по Релею, разрешающая способность по Фуко. Влияние aberrаций на ФРТ и ОПФ. Число Штреля, формула Марешаля, допуск Марешаля для малых aberrаций. Геометрически- и дифракционно-ограниченные оптические системы.

### 1.2. Лекции

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, часов	Содержание лекции (перечень раскрываемых вопросов)
1	1	2	Описание световых волн. Основные свойства световых полей. Уравнения Максвелла. Математическое описание электромагнитных волн: волновые уравнения, переход к скалярной теории, монохроматические поля, комплексная амплитуда, уравнение Гельмгольца. Регистрируемые характеристики поля: интенсивность, когерентное и некогерентное сложение полей. Волновое число и волновой вектор. Плоские и сферические волны
2	1	2	Энергетика световых волн. Энергетические единицы и соотношения между ними (поток лучистой энергии, сила излучения, энергетическая светимость, энергетическая яркость, облученность). Спектральные плотности энергетических величин. Инвариантность яркости вдоль луча. Поглощение света средой. Световые величины (сила света, световой поток, освещенность, светимость, яркость). Относительная видимость. Связь энергетических и световых величин. Виды и модели источников света. Освещенность от источников различной формы. Яркость рассеивающей поверхности.
3	1	1	Прохождение света через границу раздела двух сред. Отражение и преломление света на границе раздела двух сред. Законы преломления и отражения. Полное внутренне отражение. Формулы Френеля. Соотношения между амплитудами падающих, прошедших и отраженных волн. Различные случаи падения и отражения света: нормальное падение. Угол Брюстера, просветление оптики.

4	1	2	Геометрическая оптика. Приближение коротких длин волн и уравнение эйконала. Основные понятия геометрической оптики: волновой фронт и лучи, оптическая длина луча, конгруэнтность лучей. Основные законы геометрической оптики: закон независимого распространения лучей, закон обратимости, закон прямолинейного распространения, закон преломления и отражения, принцип таутохронизма, принцип Ферма, закон Малюса-Дюпена, инварианты. Пучки лучей: гомоцентрические, негомоцентрические, астигматические. Перенос поля в приближении геометрической оптики. Пределы применимости геометрической оптики.
5	1	2	Геометрическая теория оптических изображений. Идеальные оптические системы. Описание оптических систем: элементы оптических систем и их взаимное расположение в оптической системе. Теория идеальных оптических систем: линейное, угловое, продольное увеличение, кардинальные точки и отрезки, построение изображений. Основные соотношения паракиальной оптики: зависимость между положением и размером предмета и изображения, угловое увеличение и узловое точки, связь продольного увеличения с поперечным и угловым, диоптрийное исчисление, инвариант Лагранжа-Гельмгольца.
6	2	2	Матричная теория Гауссовой оптики. Преобразование координат лучей оптической системой. Матрица преобразования лучей: общий вид, геометрический смысл элементов. Виды матриц преобразования. Матрицы преломления и переноса. Матрицы оптической системы, состоящей из нескольких компонентов. Расчет паракиальных лучей через оптическую систему.
7	2	2	Реальные оптические системы. Ограничения пучков. Реальные лучи. Расчет хода реальных лучей. Условия прохождения лучей через поверхность. Ограничения пучков лучей. Апертурная диафрагма. Полевая диафрагма. Виньетирование. Описание предметов, изображений и зрачков.
8	2	2	Аберрации оптических систем. Общие понятия об аберрациях, различные формы их представления (волновые, поперечные, продольные), связь между ними. Монохроматические аберрации. Разложение волновой аберрации в ряд: дефокусировка, сферическая аберрация, кома, астигматизм, дисторсия. Хроматические аберрации: хроматизм положения, хроматизм увеличения.
9	2	2	Структура и качество оптического изображения. Основные характеристики структуры изображения: ФРТ, ОПФ, гармонический периодический объект. Схема формирования оптического изображения. Дифракционная структура изображения. Безаберрационная ФРТ и ОПФ. Влияние неравномерности пропускания по зрачку ФРТ. Предельная пространственная частота. Критерии качества оптического изображения: предельная разрешающая способность по Релею, разрешающая способность по Фуко. Влияние аберраций на ФРТ и ОПФ. Число Штреля, формула Марешаля, допуск Марешаля для малых аберраций. Геометрически- и дифракционно-ограниченные оптические системы.
<b>Итого:</b>		<b>17</b>	

### 1.3. Практические занятия

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, часов	Тема практического занятия
1	1	3	Энергетика световых волн
2	1	3	Основные законы распространения света

3	1	3	Построение хода лучей в оптической системе
4	2	3	Определение параксиальных параметров линз различных типов
5	2	2	Расчет характеристик системы с использованием матричной оптики
6	2	3	Ограничение пучков лучей в оптических системах
<b>Итого:</b>		<b>17</b>	

#### 1.4. Лабораторные работы

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Наименование лаборатории	Трудоемкость, часов
1	1	Знакомство с программой OPAL-PC	Компьютерный класс кафедры ПиКО	6
2	1	Определение параксиальных параметров склеенного объектива	Компьютерный класс кафедры ПиКО	6
3	1	Ограничение пучков лучей в оптических системах	Компьютерный класс кафедры ПиКО	6
4	2	Исследование аберраций осевой точки	Компьютерный класс кафедры ПиКО	6
5	2	Исследование аберраций внеосевой точки	Компьютерный класс кафедры ПиКО	5
6	2	Исследование качества изображения оптических систем	Компьютерный класс кафедры ПиКО	5
<b>Итого:</b>				<b>34</b>

#### 1.5. Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид СРС	Трудоемкость, часов
Раздел 1	1	Освоение теоретического материала, подготовка к текущему тестированию. Тестирование в ЦДО	14
	2	Подготовка к выполнению лабораторных работ. Оформление выполненных лабораторных работ. Подготовка к защите лабораторных работ.	6
	5	Выполнение письменных домашних заданий. Подготовка к контрольным работам	10
	6	Подготовка материала по разделу 1 к рубежной аттестации	6
Раздел 2	7	Освоение теоретического материала, подготовка к текущему тестированию. Тестирование в ЦДО	14
	8	Подготовка к выполнению лабораторных работ. Оформление выполненных лабораторных работ. Подготовка к защите лабораторных работ.	6
	9	Выполнение письменных домашних заданий. Подготовка к контрольным работам	6
	10	Подготовка материала по разделу 2 к рубежной аттестации	6
<b>Итого:</b>			<b>68</b>

#### 1.6. Домашние задания, типовые расчеты и т.п.

Не предусмотрены.

#### 1.7. Рефераты



Не предусмотрены.

### **1.8. Курсовые работы по дисциплине**

Не предусмотрены.

## **4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с ПОЛОЖЕНИЕМ о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов СПбГУ ИТМО (БАРС).

**Текущая аттестация** студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ями), ведущими лабораторные работы по дисциплине в следующих формах:

- тестирование в ЦДО;
- письменные домашние задания;
- выполнение лабораторных работ;
- защита лабораторных работ (тестирование);
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача тестов, отчетов к лабораторным работам и письменных домашних заданий.

**Рубежная аттестация** студентов производится в следующих формах:

- тестирование в ЦДО;
- контрольные работы;
- защита лабораторных работ (тестирование);

**Промежуточный контроль** по результатам семестра по дисциплине проходит в форме письменного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение задач) либо в форме компьютерного тестирования.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, тесты и методы контроля, позволяющие оценить РО по данной дисциплине, включены в состав УМК дисциплины и перечислены в Приложении 4.

Критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения приведены в Приложениях 4 и 5 к Рабочей программе.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

а) основная литература:

- 1) Основы оптики. Конспект лекций / под редакцией Шехонина А.А. - 2-е изд. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. - 156 с.
- 2) Иванова Т.В. Основы оптики. Методические рекомендации к выполнению лабораторного практикума. Под редакцией Шехонина А.А. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. - 133с.
- 3) Толстоба Н.Д., Багдасарова О.В., Карпова Г.В. Основы оптики. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов. Часть 1. Под редакцией Шехонина А.А. - СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 110.
- 4) Толстоба Н.Д., Багдасарова О.В., Карпова Г.В. Основы оптики. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов. Часть 2. Под редакцией Шехонина А.А. - СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 95 с.
- 5) Вычислительная оптика: справочник. / М.М. Русинов [и др.]. - 2-е изд. – СПб: ЛКИ, 2008. – 424 с.
- 6) Можаров Г.А. Основы геометрической оптики – М.: Издательский дом ЛОГОС, 2006 – 280 с.
- 7) Шрёдер Г., Трайбер Х. Техническая оптика - М.: Техносфера, 2006. – 424 с.
- 8) Стафеев С.К., Боярский К.К., Башнина Г.Л. Основы оптики – СПб: Питер, 2006. – 336 с.

- 9) Зверев В.А., Точилина Т.В. Основы оптотехники : учеб. пособие – СПб: СПбГУ ИТМО, 2005. – 293 с.
- 10) Ландсберг Г.С. Оптика - изд. шестое, стереотипное. - М.: Наука, 2003. – 848 с.
- 11) Бутиков Е.И. Оптика – СПб: Издательство «Лань», 2012.
- 12) Заказнов Н.П., Кирюшин С.И., Кузичев В.И. Теория оптических систем – Изд. 4-е, стер . – СПб: Издательство "Лань", 2008 . – 446 с.

б) дополнительная литература:

- 13) Майоров Е.Е., Туркбоев Б.А., Майорова О.В. Светотехника : учеб. пособие - СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. – 88 с.
- 14) Ишанин Г.Г., Козлов В.В. Источники излучения : учеб. пособие – СПб: СПбГУ ИТМО, 2004. – 395 с.
- 15) Апенко М.И., Запрягаева Л.А., Свешникова И.С. Задачник по прикладной оптике : учеб. пособие – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2003. – 591 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

- 16) Родионов С.А., Вознесенский Н.Б., Иванова Т.В. Основы оптики [Электронный учебник] – СПб: СПбГУ ИТМО, ЦДО. (<http://de.ifmo.ru>).
- 17) Бутиков Е.И. Оптика – СПб: Издательство «Лань», 2012 (<http://lanbook.ru>).
- 18) Заказнов Н.П., Кирюшин С.И., Кузичев В.И. Теория оптических систем – Изд. 4-е, стер . – СПб: Издательство "Лань", 2008 (<http://lanbook.ru>).

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

### **1. Лекционные занятия:**

- a. комплект электронных презентаций/слайдов,
- b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук)

### **2. Лабораторные работы**

- c. программа для автоматизированного проектирования оптических систем OPAL-PC.

### **3. Прочее**

- d. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- e. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина "Физические основы оптики" является частью профессионального цикла дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки "оптотехника". Дисциплина реализуется на факультете Оптико-информационных систем и технологий СПбГУ ИТМО кафедрой Прикладной и компьютерной оптики.

Дисциплина нацелена на формирование общекультурных компетенций и профессиональных компетенций выпускника:

- ОК-1 - способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;
- ОК-8 - способность критически оценивать результаты своей деятельности, определять пути их улучшения;
- ПК-1 - способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- ПК-6 - способность использовать программные средства автоматизированного проектирования при осуществлении профессиональной деятельности;
- ПК-7 - способность проектировать элементы, системы и устройства оптоэлектроники, основанных на различных физических принципах действия;
- ПК-12 - способность оформлять отчетные материалы по результатам работ;
- ПК-16 - способность проектировать элементы, узлы и модули объектов оптоэлектроники с применением программных средств автоматизированного проектирования;

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими и физическими основами и приближениями геометрической оптики.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме тестов и выполнения лабораторных работ, рубежный контроль в форме контрольных работ, а также промежуточный контроль в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 136 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (17 часов), практические (17 часов), лабораторные (34 часа) занятия и (68 часов) самостоятельной работы студента.

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

### Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя

#### I. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

**Информационные технологии:** использование электронных образовательных ресурсов (электронное учебное пособие, комплект электронных презентаций по дисциплине, размещенных в системе AcademicNT) при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям (разделы дисциплины 1-2).

**Междисциплинарное обучение:** использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте задачи усвоения лекционного материала, выполнения лабораторных работ (разделы дисциплины 1-2).

**Опережающая самостоятельная работа:** изучение студентами нового материала, необходимого для выполнения лабораторных работ до его изучения в ходе аудиторных занятий (разделы дисциплины 1-2).

**Работа в команде:** совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ (разделы дисциплины 1-2)

#### Виды и содержание учебных занятий

##### Раздел 1. Световые волны и их свойства. Идеальные оптические системы.

###### Теоретические занятия (лекции) – 9 часов.

###### Лекция 1. Описание световых волн.

Тип лекции – лекция-беседа:

Лекция по теме 1.1. По ходу лекции – вопросы к студентам и обсуждение материала.

###### Лекция 2. Энергетика световых волн.

Тип лекции – лекция-беседа:

Опрос по теме предыдущей лекции, обсуждение вопросов, вызвавших трудности.

Лекция по теме 1.2. По ходу лекции – вопросы к студентам и обсуждение материала.

###### Лекция 3. Прохождение света через границу раздела двух сред.

Тип лекции – лекция-беседа:

Опрос по теме предыдущей лекции, обсуждение вопросов, вызвавших трудности.

Лекция по теме 1.3. По ходу лекции – вопросы к студентам и обсуждение материала.

###### Лекция 4. Геометрическая оптика.

Тип лекции – лекция-беседа:

Опрос по теме предыдущей лекции, обсуждение вопросов, вызвавших трудности.

Лекция по теме 1.4. По ходу лекции – вопросы к студентам и обсуждение материала.

###### Лекция 5. Геометрическая теория оптических изображений. Идеальные оптические системы.

Тип лекции – лекция-беседа:

Опрос по теме предыдущей лекции, обсуждение вопросов, вызвавших трудности.

Лекция по теме 1.5. По ходу лекции – вопросы к студентам и обсуждение материала.

###### Практические и семинарские занятия – 9 часов

###### Занятие 1. Энергетика световых волн.

Решение задач по разделу 1, тема 1.2.

Решение задач фотометрии (расчет потока лучистой энергии, силы излучения, энергетической светимости, яркости, облученности). Определение поглощения света средой. Расчет световых величин (силы света, светового потока, освещенности, светимости, яркости). Определение параметров излучателей различных типов. Определение параметров рассеивающих поверхностей.

### **Занятие 2. Основные законы распространения света**

Решение задач по разделу 1, тема 1.3.

Решение задач на закон преломления. Решение задач на закон отражения. Решение задач на эффект полного внутреннего отражения.

### **Занятие 3. Построение хода лучей в оптической системе.**

Решение задач по разделу 1, тема 1.5.

Изучение правил построения хода лучей в оптической системе. Решение задач на построения изображения. Решение задач на построение хода лучей в оптической системе. Решение задач на основные соотношения параксиальной оптики.

### **Занятие 4. Определение параксиальных параметров линз различных типов**

Решение задач по разделу 1, тема 1.5.

Правила знаков и записи конструктивных параметров. Определение параксиальных характеристик линзы. Изучение особенностей линз с одной плоской поверхностью, линз - менисков и концентрических линз.

## **Лабораторный практикум – 18 часов, 3 работы.**

### **Лабораторная работа №1. Знакомство с программой OPAL-PC (6 часов)**

Цель работы: знакомство и приобретение практических навыков работы с программой. OPAL-PC.

Форма выполнения: в группе.

Используемое оборудование: компьютер с установленным специализированным ПО (программа OPAL-PC).

Последовательность основных действий: Создание нескольких оптических систем с разными параметрами, анализ их параксиальных характеристик и хода лучей.

### **Лабораторная работа №2. Определение параксиальных параметров склеенного объектива (6 часов)**

Цель работы: применение и углубление теоретических знаний об идеальной оптической системе и параксиальной оптике.

Форма выполнения: в группе.

Используемое оборудование: компьютер с установленным специализированным ПО (программа OPAL-PC).

Последовательность основных действий: Создание оптической системы при помощи OPAL-PC, определение параксиальных характеристик всей системы и ее компонентов. Вычисление переднего отрезка, заднего отрезка и линейного увеличения всей системы и ее компонентов при помощи соотношений для идеальной оптической системы. Проверка при помощи OPAL-PC правильности решения. Графическое построение изображения через всю систему и отдельно через каждый ее компонент.

### **Лабораторная работа №3. Ограничение пучков лучей в оптических системах (6 часов)**

Цель работы: углубление знаний по теме 2.2, приобретение практических навыков определения положения входного и выходного зрачков.

Форма выполнения: в группе.

Используемое оборудование: компьютер с установленным специализированным ПО (программа OPAL-PC).

**Последовательность основных действий:** Определение положения и диаметра апертурной диафрагмы, входного и выходного зрачков. Для вычислений апертурная диафрагма задается как предмет и определяется ее изображение в пространстве изображений через последующую часть системы в прямом ходе лучей, и ее изображение в пространстве предметов через предшествующую часть системы в обратном ходе лучей. Проверка результатов вычислений при помощи OPAL-РС. Графическое построение изображения апертурной диафрагмы через последующую часть системы в прямом ходе лучей, и через предшествующую часть системы в обратном ходе лучей. Графическое построение хода апертурного и главного лучей без виньетирования и в присутствии виньетирования по данным, полученным при помощи OPAL-РС.

### **Самостоятельная работа студента – 36 часов.**

Консультации по содержанию теоретического материала, решение задач, выполнение лабораторных работ и отчетов к ним, подготовка к текущему и рубежному тестированию.

## **Раздел 2. Реальные оптические системы. Качество оптического изображения**

### **Теоретические занятия (лекции) - 8 часов.**

#### **Лекция 6. Матричная теория Гауссовой оптики.**

Тип лекции – лекция-беседа:

Опрос по теме предыдущей лекции, обсуждение вопросов, вызвавших трудности.

Лекция по теме 2.1. По ходу лекции – вопросы к студентам и обсуждение материала.

#### **Лекция 7. Реальные оптические системы. Ограничения пучков.**

Тип лекции – лекция-беседа:

Опрос по теме предыдущей лекции, обсуждение вопросов, вызвавших трудности.

Лекция по теме 2.2. По ходу лекции – вопросы к студентам и обсуждение материала.

#### **Лекция 8. Аберрации оптических систем.**

Тип лекции – лекция-беседа:

Опрос по теме предыдущей лекции, обсуждение вопросов, вызвавших трудности.

Лекция по теме 2.3. По ходу лекции – вопросы к студентам и обсуждение материала.

#### **Лекция 9. Структура и качество оптического изображения.**

Тип лекции – лекция-беседа:

Опрос по теме предыдущей лекции, обсуждение вопросов, вызвавших трудности.

Лекция по теме 2.4. По ходу лекции – вопросы к студентам и обсуждение материала.

### **Практические и семинарские занятия – 8 часов**

#### **Занятие 5. Расчет характеристик системы с использованием матричной оптики.**

Решение задач по разделу 1, тема 2.1.

Расчет матрицы Гаусса оптической системы. Расчет характеристик двухкомпонентных и многокомпонентных оптических систем с использованием матриц.

#### **Занятие 6. Ограничение пучков лучей в оптических системах.**

Решение задач по разделу 1, тема 2.2.

Построение апертурного и главного лучей. Определение положения и размера зрачков. Определение апертурной диафрагмы в оптической системе. Определение характеристики углового и линейного поля. Расчет коэффициентов виньетирования.

### **Лабораторный практикум – 16 часов, 3 работы.**

#### **Лабораторная работа №4. Исследование аберраций осевой точки (6 часов)**

Цель работы: углубление знаний по теме 2.3, приобретение практических навыков определения aberrаций осевого пучка, плоскости наилучшей установки и диаметра пятна рассеяния.

Форма выполнения: в группе.

Используемое оборудование: компьютер с установленным специализированным ПО (программа OPAL-PC).

Последовательность основных действий: Определение aberrаций осевого пучка оптической системы при помощи OPAL-PC. Построение графиков aberrаций. Определение диаметра пятна рассеяния по точечным диаграммам (в OPAL-PC), сравнение его с приближенным значением, полученным из значений поперечной aberrации. Определение плоскости наилучшей установки при помощи фокусирующих диаграмм (в OPAL-PC). Определение примерного диаметра пятна рассеяния, в котором содержится 80% энергии, в плоскости Гаусса и в плоскости наилучшей установки. Определение aberrаций осевого пучка и построение графиков aberrаций для плоскости наилучшей установки.

#### **Лабораторная работа №5. Исследование aberrаций внеосевой точки (5 часов)**

Цель работы: углубление знаний по теме 2.3, приобретение практических навыков определения aberrаций внеосевой точки для узкого и широкого пучка лучей..

Форма выполнения: в группе.

Используемое оборудование: компьютер с установленным специализированным ПО (программа OPAL-PC).

Последовательность основных действий: Определение aberrаций узкого пучка лучей оптической системы при помощи OPAL-PC. Построение графиков aberrаций. Определение aberrаций широкого пучка лучей в меридиональном и сагиттальном сечениях (в OPAL-PC). Построение графиков aberrаций. Определение диаметра пятна рассеяния для заданной апертуры и уменьшенной в 10 раз. Определение для уменьшенной апертуры плоскости наилучшей установки по точечным диаграммам (в OPAL-PC) и сравнение полученного значения со значением кривизны.

#### **Лабораторная работа №6. Исследование качества изображения оптических систем (5 часов)**

Цель работы: углубление знаний по теме 2.4, приобретение практических навыков использования числа Штреля и ЧКХ для оценки качества изображения.

Форма выполнения: в группе.

Используемое оборудование: компьютер с установленным специализированным ПО (программа OPAL-PC).

Последовательность основных действий: Определение среднего квадрата деформации волнового фронта в плоскости Гаусса и плоскости наилучшей установки при помощи OPAL-PC. Вычисление числа Штреля в плоскости Гаусса и плоскости наилучшей установки по формуле Марешаля и сравнение его с точным значением, приведенным в OPAL-PC. Построение графиков частотно-контрастной характеристики по данным, взятым из OPAL-PC. Определение разрешающей способности по графикам ЧКХ.

#### **Управление самостоятельной работой студента – 1.4 часа.**

Консультации по содержанию теоретического материала, решению задач, выполнению лабораторных работ и отчетов к ним.

### **Курсовые работы**

Не предусмотрены.

### ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

#### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 136 часов, из них 68 часов аудиторных занятий и 68 часов, отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины осуществляется в соответствии с ПОЛОЖЕНИЕМ о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов НИУ ИТМО (БаРС).

Формы контроля и критерии оценивания приведены в Приложении 4 к Рабочей программе.

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость, час.	Рекомендации
<b>Раздел 1. Световые волны и их свойства. Идеальные оптические системы</b>			
Изучение теоретического материала по лекциям №1-5	Освоение теоретического материала, подготовка к текущему тестированию.	9	См. главы 1-5 учебного пособия [1], презентации к лекциям, электронный учебник [5]
Текущее тестирование по разделу №1	Текущее тестирование в системе ДО "Academic NT" по разделу 1	5	Прохождение аттестующих тестов №1-5 в системе ДО "Academic NT".
Подготовка к выполнению и защита лабораторных работ №1-2	Опережающее изучение теоретического материала, необходимого для выполнения лабораторных работ. Защита работ в форме тестирования.	3	См. описание лабораторных работ №1-2 в учебном пособии [2].
Оформление отчета по лабораторным работам №1-2	Выполнение отчета	3	См. примеры выполнения отчета к лабораторным работам №1-2 в учебном пособии [2].
Выполнение письменных домашних заданий. Подготовка к контрольным работам.	Изучение литературы и материалов практических занятий, выполнение домашних заданий в форме решения задач.	10	См. учебное пособие [3]
Подготовка материала по разделу 1 к рубежной аттестации	Повторение теоретического материала по разделу. Прохождение обучающих тестов для проверки знаний. Повторение решения задач, рассмотренных на практических занятиях.	6	См. литературу [1-6]
<b>Итого по разделу 1</b>		<b>36 часов</b>	



## Раздел 2. Реальные оптические системы. Качество оптического изображения

Изучение теоретического материала по лекциям №6-9	Освоение теоретического материала, подготовка к текущему тестированию.	8	См. главы 6-9 учебного пособия [1], презентации к лекциям, электронный учебник [5]
Текущее тестирование по разделу №2	Текущее тестирование в системе ДО "Academic NT" по разделу 2	4	Прохождение аттестующих тестов №6-9 в системе ДО "Academic NT".
Подготовка к выполнению и защита лабораторных работ №3-6	Опережающее изучение теоретического материала, необходимого для выполнения лабораторных работ. Защита работ в форме тестирования.	5	См. описание лабораторных работ №3-6 в учебном пособии [2].
Оформление отчета по лабораторным работам №3-6	Выполнение отчета	5	См. примеры выполнения отчета к лабораторным работам №3-6 в учебном пособии [2].
Выполнение письменных домашних заданий. Подготовка к контрольным работам	Изучение литературы и материалов практических занятий, выполнение домашних заданий в форме решения задач и выполнения расчетно-графической работы.	5	См. учебное пособие [4]
Подготовка материала по разделу 1 к рубежной аттестации	Повторение теоретического материала по разделу. Прохождение обучающих тестов для проверки знаний. Повторение решения задач, рассмотренных на практических занятиях.	6	См. литературу [1-6]
<b>Итого по разделу 2</b>		<b>32 часа</b>	

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА И МЕТОДИКИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Оценивание уровня учебных достижений студента осуществляется в виде текущего, рубежного и промежуточного контроля в соответствии с ПОЛОЖЕНИЕМ о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов НИУ ИТМО (БАРС).

### Фонды оценочных средств

- банк тестов в системе ДО ИТМО (примеры тестов приводятся в Приложении 6);
- варианты заданий к лабораторным работам (не менее 20шт на л.р.) приводятся в учебном пособии [2] и размещены в системе ЦДО в составе УМК по дисциплине;
- банк тестов к лабораторным работам (примеры тестов приводятся в Приложении 7);
- комплект письменных домашних заданий (примеры домашних заданий приводятся в учебном пособии [3,4]);
- комплект заданий для контрольных работ (примеры заданий для контрольных работ в учебном пособии [3,4]);
- комплект заданий для письменного экзамена (примеры заданий для письменного экзамена приводятся в Приложении 8).

### Критерии оценивания

#### Тестирование в ЦДО:

Тестирование оценивается следующим образом:

- Тесты №1, 3-59(темы 1.1, 1.3, 1.4, 1.5, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4) – от 1.6 до 3.5 баллов
- Тест №2 (тема 1.2) – от 1.6 до 3.4 баллов

#### Критерии пересчета результатов теста в баллы

Для всех тестов происходит пересчет рейтинга теста, полученного в ЦДО в баллы по следующим критериям:

- рейтинг теста меньше 50% – 0 баллов
- рейтинг теста 50% – min балл
- рейтинг теста 100% – max балл
- рейтинг теста от 50-100% – пересчет по формуле:  
[рейтинг теста] - 50) / 50 \* ([max балл] - [min балл]) + [min балл]

#### Лабораторные работы

Лабораторные работы оцениваются следующим образом:

- Л.р.№1 (выполнение работы) – от 0.9 до 1 балла
- Л.р.№2, 3 – от 3.4 до 4.8 баллов, включая:
  - выполнение работы – от 0.9 до 1 балла
  - защита работы (тестирование в ЦДО) – от 0.9 до 1 балла
  - выполнение отчета – от 1.2 до 1.8 баллов
- Л.р.№4, 5, 6 – от 2.8 до 3.9 баллов, включая:
  - выполнение работы – от 0.9 до 1 балла
  - защита работы (тестирование в ЦДО) – от 0.9 до 1 балла
  - выполнение отчета – от 0.6 до 1.1 баллов
  - личностные качества – от 0.4 до 0.8 балла

#### Критерии оценивания выполнения работы:

- min балл – лабораторная работа полностью выполнена
- max балл – лабораторная работа полностью выполнена на занятии по расписанию

#### **Критерии оценивания личностных качеств по лабораторным работам**

Л.р. была выполнена на занятии по расписанию, отчет сдан не позднее чем через 2 недели после выполнения л.р.

#### **Критерии оценивания отчетов к лабораторным работам №2, 3:**

Пример выполнения отчетов на max балл приведен в приложении 5.

Критерии выполнения отчета на min балл

- имеются все необходимые чертежи
- на чертежах указаны все необходимые размеры, предмет, изображение, и т.д.
- на чертежах и в таблицах обозначены все параметры
- построения хода лучей выполнены верно
- заполнены все таблицы отчета

Критерии оценки принятого отчета (в диапазоне от min до max балла)

- выполнение чертежа не по ГОСТ (отсутствие штриховки на линзах, не указан масштаб, масштаб не по ГОСТу)
- отсутствие единиц измерения
- выбранный масштаб не позволяет рассмотреть детали рисунка / не позволяет обозначить (отобразить) все необходимые элементы
- рисунки / таблицы не подписаны, не указан № варианта
- нет обозначений лучей (легенда)
- небрежное выполнение отчета (не по линейке, очень грязно, без циркуля, опечатки)
- многократная сдача отчета

#### **Критерии оценки отчетов к лабораторным работам №4, 5, 6**

Пример выполнения отчетов на max балл приведен в приложении 5.

Критерии выполнения отчета на min балл

- имеются все необходимые таблицы и графики
- на графиках и в таблицах обозначены все параметры и указаны их единицы измерения

Критерии оценки принятого отчета (в диапазоне от min до max балла)

- выбранный масштаб не позволяет рассмотреть детали рисунка / не позволяет обозначить (отобразить) все необходимые элементы
- рисунки / таблицы не подписаны, не указан № варианта
- опечатки, связанные с непониманием материала (например, относительная координата больше 1)
- не указаны обозначения кривых на графиках (легенда)
- небрежное выполнение отчета (не по линейке, очень грязно, без циркуля, опечатки)
- многократная сдача отчета

#### **Критерии оценивания выполнения домашнего задания**

Домашние задания оцениваются следующим образом:

- Практические занятия №1, 2, 3 – от 1.6 до 2.5 баллов, включая:
  - выполнение домашнего задания – от 1.2 до 2 баллов
  - личностные качества – от 0.4 до 0.5 балла
- Практическое занятие №4 – от 1.3 до 2 баллов, включая:
  - выполнение домашнего задания – от 0.9 до 1.5
  - личностные качества – от 0.4 до 0.5
- Практическое занятие №5 – от 2.5 до 3.8 баллов, включая:

- выполнение домашнего задания – от 2 до 3.2
- личностные качества – от 0.5 до 0.6

#### **Критерии оценивания личностных качеств при выполнении домашних заданий**

Домашняя работа сдана не позднее чем через 2 недели после выдачи задания (выдача задания на занятия по расписанию).

#### **Критерии оценки выполнения домашнего задания**

Пример выполнения домашнего задания на max балл приведен в приложении 6.

Критерии выполнения домашнего задания на min балл приведены в разделе «Критерии оценки решения задачи».

#### **Критерии оценки решения задачи**

Критерии выполнения задания на min балл

- верный ход решения задачи
- верный ответ, расчеты
- работа выполнена технически грамотно
- отсутствие ошибок в рисунках и построениях

Критерии оценки принятой работы (в диапазоне от min до max балла)

- небрежное выполнение (неаккуратно, нечетко записаны формулы и ответы, отсутствуют ответы)
- отсутствие рисунка к задаче
- отсутствие единиц измерения в расчетах
- выбранный масштаб не позволяет рассмотреть детали рисунка / не позволяет обозначить все необходимые элементы
- неверная размерность результатов или процесса решения
- отсутствие вывода соотношений (выполнение работы без подробного вывода соотношений для решения поставленной задачи).

#### **Рубежная аттестация**

- выполнение контрольной работы №1, 2 – от 3.5 до 5 баллов
- личностные качества (работа на уроке и у доски в течении модуля) – от 0.9 до 1.5 балла

При оценке личностных качеств в течении модуля правильность решения задач у доски во время занятия и инициативность студента оценивается преподавателем.

#### **Критерии оценки выполнения контрольной работы**

Пример выполнения контрольной работы на max балл приведен в приложении 7.

Критерии выполнения контрольной работы на min балл

- выполнено не менее 70% заданий.
- требования к выполняемым заданиям приведены в разделе «Критерии оценки решения задачи».

#### **Промежуточная аттестация**

Для студентов, получивших в результате текущей и рубежной аттестации от 40 до 70 баллов включительно, проводится письменный экзамен. Для студентов, получивших в результате текущей и рубежной аттестации 71 и более баллов, вместо письменного экзамена проводится тестирование повышенного уровня сложности в ЦДО.

Письменный экзамен включает в себя:

- письменный ответ на теоретический вопрос №1, 2 – от 4 до 6 баллов
- решение задачи – от 4 до 8 баллов

Пример письменных ответов на теоретические вопросы на max балл приведен в приложении 8.

Критерии письменных ответов на теоретические вопросы на min балл

- приведены все основные положения, определения, формулы и рисунки

Критерии оценки письменных ответов (в диапазоне от min до max балла)

- отсутствие вывода соотношений
- опечатки, связанные с непониманием материала (например, относительная координата больше 1)
- небрежное оформление (неаккуратно, нечетко записаны формулы, рисунки не по линейке)

Приложение 5  
к рабочей программе дисциплины  
«Физические основы оптики»

**Таблица планирования результатов обучения студентов 2 курса по дисциплине "Физические основы оптики" в 3 семестре**

	Модуль 5										Модуль 6										Промежу- точная аттестация по дисц-не	
	Текущий контроль по точкам								Рубежны й контроль		Текущий контроль по точкам								Рубежны й контроль			
	1		2		3		4				1		2		3		4					
	min	max	min	max	min	max	min	max			min	max	min	max	min	max	min	max				
Тестирование по теор.материалу в ЦДО	1.6	3.5	1.6	3.4	1.6	3.5	1.6	3.5	1.6	3.5	1.6	3.5	1.6	3.5	1.6	3.5			1.6	3.5		
Практические занятия:			1.6	2.5	1.6	2.5	1.6	2.5	4.4	6.5			1.3	2	2.5	3.8			4.4	6.5		
Контрольные работы									3.5	5									3.5	5		
Выполнение д.з.			1.2	2	1.2	2	1.2	2					0.9	1.5	2	3.2						
Личностные качества (выполнение домашних заданий)			0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5					0.4	0.5	0.5	0.6						
Личностные качества (работа на уроке и у доски в течении модуля)									0.9	1.5									0.9	1.5		
Лабораторные работы:	0.9	1	1.8	2	3.4	4.8	1.7	2.8			1.8	2.2	3.1	3.8	3.1	3.8	0.9	1.6				
Выполнение	0.9	1	0.9	1	0.9	1					0.9	1	0.9	1	0.9	1						
Защита (тестирование)			0.9	1	0.9	1					0.9	1	0.9	1	0.9	1						
Выполнение отчета					1.2	1.8	1.2	1.8					0.6	1.1	0.6	1.1	0.6	1.1				
Личностные качества (выполнение лабораторной работы и отчета)					0.4	1	0.5	1					0.4	0.8	0.4	0.8	0.4	0.8				
<b>Промежуточная аттестация</b>																					12	20
Балловая стоимость одной точки	2.5	4.5	5	7.9	6.6	10.8	4.9	8.8	6	10	3.4	5.5	5.7	9.4	6.9	11.2	1	1.9	6	10	12	20
Накопление баллов	2.5	4.5	7.5	12.4	14.1	23.2	19	32	25	42	3.4	5.5	9.1	14.9	16	26.1	17	28	23	38	12	20
<b>Итого:</b>									25	42									23	38	60	100

Преподаватели: \_\_\_\_\_  
Зав. кафедрой: \_\_\_\_\_  
Декан факультета: \_\_\_\_\_

### Примеры тестовых заданий по теоретическому материалу

Полная версия всех тестов имеется в обучающих и аттестующих тестах в системе ДО ИТМО.

#### Тема 1.1. Описание световых полей и волн

1. Укажите диапазон длин волн видимого излучения:

- 100 - 750 нм
- 300 - 600 мкм
- 400 - 780 нм
- 555 - 700 нм
- 0.4 - 0.7 нм

2. Установите соответствие между названием величин, входящих в уравнения Максвелла:

3. Установите соответствие между названием величин, входящих в уравнения Максвелла:

- |                                                                             |   |                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> вектор электрической напряженности поля | ~ | $\mathbf{E} = \mathbf{E}(\mathbf{r}, t)$ , $[\mathbf{E}] = \text{вольт} / \text{м}$               |
| <input checked="" type="checkbox"/> вектор магнитной напряженности поля     | ~ | $\mathbf{H} = \mathbf{H}(\mathbf{r}, t)$ , $[\mathbf{H}] = \text{А} / \text{м}$                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> электрическая индукция                  | ~ | $\mathbf{D} = \mathbf{D}(\mathbf{r}, t)$ , $[\mathbf{D}] = \text{кВ} \cdot \text{м} / \text{м}^2$ |
| <input checked="" type="checkbox"/> магнитная индукция                      | ~ | $\mathbf{B} = \mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$ , $[\mathbf{B}] = \text{вебер} / \text{м}^2$             |
| <input checked="" type="checkbox"/> объемная плотность заряда               | ~ | $\rho = \rho(\mathbf{r}, t)$ , $[\rho] = \text{кВ} \cdot \text{м} / \text{м}^3$                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> поверхностная плотность тока            | ~ | $\mathbf{J} = \mathbf{J}(\mathbf{r}, t)$ , $[\mathbf{J}] = \text{А} / \text{м}^2$                 |
| <input checked="" type="checkbox"/> электрическая проницаемость среды       | ~ | $\epsilon = \epsilon(\mathbf{r})$                                                                 |
| <input checked="" type="checkbox"/> магнитная проницаемость среды           | ~ | $\mu = \mu(\mathbf{r})$                                                                           |

4. Как показатель преломления среды связан с электрической и магнитной проницаемостью этой среды?

- $n = \frac{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}{\sqrt{\epsilon \mu}}$
- $n = \frac{\epsilon \mu}{\epsilon_0 \mu_0}$
- $n = \frac{\sqrt{\epsilon \mu}}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$
- $n = \frac{\epsilon_0 \mu_0}{\epsilon \mu}$
- никак не связан

5. Чему равно приращение эйконала, если оптическая длина луча  $nl = 10 \text{ нм}$ ? Ответ дать в нм.

- 10

### Примеры тестовых заданий к лабораторным работам

Полная версия всех тестов имеется в обучающих тестах в системе ДО ИТМО.

#### Л.р.№1. Знакомство с программой OPAL-PC

Для данной лабораторной работы не предусмотрены

#### Л.р.№2. Определение параксиальных параметров склеенного объектива

1. Главные плоскости оптической системы это:

- плоскости, перпендикулярные оптической оси, в которых линейное увеличение равно 1
  - плоскости, перпендикулярные оптической оси, в которых линейное увеличение равно  $-1$
  - плоскости, перпендикулярные оптической оси, на которых не происходит преломления лучей
  - плоскости, перпендикулярные оптической оси, для которых угловое увеличение равно 1
  - плоскости, перпендикулярные оптической оси, в которых линейное увеличение равно отношению показателей преломления

2. Как обозначается расстояние от последней поверхности системы до заднего фокуса?

- $s'$
- $a'$
- $z'$
- $S'_F$
- $S_F$

3. Величина  $s$  отмеряется:

- от последней поверхности системы
- от первой поверхности системы
  - от передней главной плоскости
  - до изображения
  - до заднего главного фокуса
  - до задней главной плоскости
- до предмета

4. Величина  $f=100\text{мм}$ . При отображении на чертеже расстояние откладывается:

- вправо
  - влево
  - от задней главной плоскости
- от передней главной плоскости
  - от переднего главного фокуса
  - от заднего главного фокуса
  - от изображения
  - от предмета
  - от последней поверхности системы
  - от первой поверхности системы