

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ**  
**УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**  
**(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ  
Ректор  
Рулевский В.М.  
«29» \_\_\_\_\_ 06 \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОПТИКА**

Уровень образования: **высшее образование - программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**  
Научная специальность: **1.3.6 Оптика**  
Форма обучения: **очная**  
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**  
Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**  
Курс: **3**  
Семестр: **5**  
Учебный план набора 2022 года

**Объем дисциплины и виды учебной деятельности**

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	36	36	часов
Самостоятельная работа	54	54	часов
Общая трудоемкость	108	108	часов
(включая промежуточную аттестацию)	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	5

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Рулевский В.М.  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 29.06.2022  
Уникальный программный ключ:  
02f96bc9-eb01-47c2-80dc-d14e3ac71ccf

Томск

Согласована на портале № 78358

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Углубленное освоение теоретических и методологических основ оптики, как технической науки, для их использования в инновационной деятельности в сфере науки, образования, техники, производства.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Углубление необходимых в профессиональной деятельности знаний по физическим основам оптики и по подходам и математическим моделям, используемым для описания оптических явлений.

2. Получение и углубление знаний по инженерным аспектам построения оптических элементов, систем и приборов, а также методов и технологии изготовления оптических материалов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: 2. Образовательный компонент.

Часть блока дисциплин: Дисциплины (модули).

Модуль дисциплин: Дисциплины (модули), в том числе направленные на сдачу КЭ.

Индекс дисциплины: 2.1.1.4.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	54	54
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	36	36
<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	54	54
Подготовка к зачету	38	38
Подготовка к тестированию	16	16
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	108	108
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	3	3

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)
<b>5 семестр</b>				
1 Электромагнитная теория света. Волновая (физическая) оптика.	3	5	7	15

2 Геометрическая (лучевая) оптика.	2	3	6	11
3 Интерференция и дифракция световых волн.	2	5	7	14
4 Теория излучения и взаимодействия световых волн с веществом.	2	5	7	14
5 Статистическая оптика.	2	4	7	13
6 Спектроскопия.	2	4	6	12
7 Экспериментальная и прикладная оптика.	3	5	7	15
8 Оптика лазеров.	2	5	7	14
Итого за семестр	18	36	54	108
Итого	18	36	54	108

#### 4.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч
<b>5 семестр</b>		
1 Электромагнитная теория света. Волновая (физическая) оптика.	Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Свет, как электромагнитные волны в области спектра от мягкой рентгеновской до субмиллиметровой. Плоские и сферические волны. Поляризация света. Вектор Умова-Пойнтинга. Фазовая и групповая скорости света. Отражение и преломление света на границе раздела изотропных сред. Формулы Френеля. Полное внутреннее отражение как основа новых технологий передачи информации. Распространение света в анизотропных и гиротропных средах. Двойное лучепреломление. Электрооптические эффекты Керра и Поккельса. Оптическая активность.	3
	Итого	3
2 Геометрическая (лучевая) оптика.	Асимптотическое решение волнового уравнения. Геометро-оптическое приближение. Область применения лучевого приближения. Принцип Ферма. Понятие оптического изображения. Параксиальное приближение. Преломление на сферической поверхности. Сферические зеркала и линзы. Геометрические и хроматические aberrации. Типы оптических приборов.	2
	Итого	2

3 Интерференция и дифракция световых волн.	Интерференция частично-когерентного излучения. Комплексная степень когерентности. Теорема Ван-Циттерта-Цернике. Двухлучевая интерференция и её использование для диагностики природных и техногенных объектов и процессов. Дифракция. Дифракционные интегралы Кирхгофа - Гюйгенса. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Дифракционная решетка. Параболическая теория дифракции; гауссов пучок. Основы векторной теории дифракции. Синтез дифракционных оптических элементов, как основа новых технологий регистрации и обработки изображений.	2
	Итого	2
4 Теория излучения и взаимодействия световых волн с веществом.	Классическая теория взаимодействия излучения с веществом. Резонансное приближение. Дисперсионные соотношения Крамерса - Кронига. Оптический эффект Штарка. Фотонное эхо и самоиндуцированная прозрачность. Солитоны. Однофотонные и многофотонные процессы. Вероятности спонтанных и вынужденных переходов. Коэффициенты Эйнштейна. Нелинейные восприимчивости. Распространение волн в нелинейной среде. Метод медленно меняющихся амплитуд. Условие синхронизма. Трехволновое взаимодействие. Самофокусировка света. Вынужденное и комбинационное рассеяние и его использование для изучения материальных сред. Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна.	2
	Итого	2
5 Статистическая оптика.	Временная и пространственная когерентность световых полей; корреляционные функции первого и высших порядков. Спектральное представление. Интерферометрия интенсивностей. Квантовые свойства световых полей. Фоковское, когерентное и сжатое состояние поля. Распределение Бозе-Эйнштейна. Параметр вырождения поля. Пуассоновская, субпуассоновская и суперпуассоновская статистика фотонов. Дробовой шум. Статистические свойства лазерного излучения. Спонтанное параметрическое рассеяние света. Бифотоны. Перепутанные состояния света. Распространение волн в случайно неоднородной среде.	2
	Итого	2

6 Спектроскопия.	Спектры атомов. Систематика спектров многоэлектронных атомов. Типы связей электронов. Спектры молекул. Группы симметрии молекул. Колебательные спектры. Вращательная структура колебательных полос. Электронные спектры молекул. Классификация электронных состояний двухатомных молекул. Принцип Франка-Кондона. Спектроскопия твердого тела. Переходы под действием света в идеальном кристалле. Запрещенная зона и область прозрачности в диэлектриках. Экситоны Ванье-Мотта и Френкеля. Область фундаментального поглощения. Спектроскопия дефектных состояний в кристаллах. Люминесценция. Тушение люминесценции. Зонная модель люминесценции диэлектриков. Применение люминесцентных кристаллов.	2
	Итого	2
7 Экспериментальная и прикладная оптика.	Источники оптического излучения. Тепловые, газоразрядные и лазерные источники. Характеристики приемников излучения: спектральная и интегральная чувствительность, шумы, инерционность. Техника спектроскопии. Светофильтры, призмные и дифракционные спектральные приборы, интерферометры. Фурье-спектроскопия. Лазерная спектроскопия. Запись и обработка оптической информации. Механизм записи и воспроизведения волновых полей с помощью двумерных и трехмерных голограмм. Использование методов Фурье-оптики для оптической фильтрации и распознавания образов. Волоконная оптика. Моды оптических волокон. Затухание и дисперсия мод. Волоконные линии связи, как основа новых технологий передачи информации и энергии.	3
	Итого	3
8 Оптика лазеров.	Принцип работы лазера. Схемы накачки. Оптические резонаторы. Моды оптических резонаторов. Свойства лазерных пучков. Типы лазеров. Твердотельные лазеры. Газовые лазеры: лазеры на нейтральных атомах, ионные лазеры, молекулярные лазеры, лазеры на самоограниченных переходах. Полупроводниковые лазеры. Лазеры на центрах окраски. Режимы работы лазеров. Непрерывные и импульсный режимы. Пиковый режим. Модуляция добротности. Синхронизация мод.	2
	Итого	2
Итого за семестр		18
Итого		18

#### 4.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 4.3.

Таблица 4.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч
<b>5 семестр</b>		

1 Электромагнитная теория света. Волновая (физическая) оптика.	Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Плоские и сферические волны. Поляризация света. Вектор Умова-Пойнтинга. Отражение и преломление света на границе раздела изотропных сред. Формулы Френеля. Распространение света в анизотропных и гиротропных средах. Электрооптические эффекты Керра и Поккельса. Оптическая активность.	5
	Итого	5
2 Геометрическая (лучевая) оптика.	Асимптотическое решение волнового уравнения. Геометро-оптическое приближение. Принцип Ферма. Преломление на сферической поверхности. Сферические зеркала и линзы. Геометрические и хроматические аберрации.	3
	Итого	3
3 Интерференция и дифракция световых волн.	Интерференция частично-когерентного излучения. Комплексная степень когерентности. Двухлучевая интерференция. Дифракционные интегралы Кирхгофа-Гюйгенса. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Дифракционная решетка. Параболическая теория дифракции; гауссов пучок. Векторная теория дифракции.	5
	Итого	5
4 Теория излучения и взаимодействия световых волн с веществом.	Оптический эффект Штарка. Фотонное эхо и самоиндуцированная прозрачность. Солитоны. Однофотонные и многофотонные процессы. Вероятности спонтанных и вынужденных переходов. Коэффициенты Эйнштейна. Нелинейные восприимчивости. Распространение волн в нелинейной среде. Метод медленно меняющихся амплитуд. Условие синхронизма. Трехволновое взаимодействие. Самофокусировка света. Вынужденное и комбинационное рассеяние.	5
	Итого	5
5 Статистическая оптика.	Временная и пространственная когерентность световых полей; корреляционные функции первого и высших порядков. Распределение Бозе-Эйнштейна. Пуассоновская, субпуассоновская и суперпуассоновская статистика фотонов. Дробовой шум. Статистические свойства лазерного излучения. Спонтанное параметрическое рассеяние света. Бифотоны. Перепутанные состояния света.	4
	Итого	4
6 Спектроскопия.	Спектры атомов. Спектры молекул. Запрещенная зона и область прозрачности в диэлектриках. Принцип Франка-Кондона. Область фундаментального поглощения. Зонная модель люминесценции диэлектриков.	4
	Итого	4

7 Экспериментальная и прикладная оптика.	Источники оптического излучения. Характеристики приемников излучения: спектральная и интегральная чувствительность, шумы, инерционность. Светофильтры, призмные и дифракционные спектральные приборы, интерферометры. Фурье-спектроскопия. Лазерная спектроскопия. Использование методов Фурье-оптики для оптической фильтрации и распознавания образов. Волоконная оптика. Моды оптических волокон. Затухание и дисперсия мод	5
	Итого	5
8 Оптика лазеров.	Схемы накачки лазеров. Оптические резонаторы. Моды оптических резонаторов. Свойства лазерных пучков. Твердотельные лазеры. Газовые лазеры: лазеры на нейтральных атомах, ионные лазеры, молекулярные лазеры. Полупроводниковые лазеры. Непрерывный и импульсный режимы лазерной генерации. Модуляция добротности. Синхронизация мод.	5
	Итого	5
Итого за семестр		36
Итого		36

#### 4.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы и трудоемкость представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6. – Виды самостоятельной работы и трудоемкость

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формы контроля
<b>5 семестр</b>			
1 Электромагнитная теория света. Волновая (физическая) оптика.	Подготовка к зачету	5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	Тестирование
	Итого	7	
2 Геометрическая (лучевая) оптика.	Подготовка к зачету	4	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	Тестирование
	Итого	6	
3 Интерференция и дифракция световых волн.	Подготовка к зачету	5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	Тестирование
	Итого	7	
4 Теория излучения и взаимодействия световых волн с веществом.	Подготовка к зачету	5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	Тестирование
	Итого	7	
5 Статистическая оптика.	Подготовка к зачету	5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	Тестирование
	Итого	7	
6 Спектроскопия.	Подготовка к зачету	4	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	Тестирование
	Итого	6	
7 Экспериментальная и прикладная оптика.	Подготовка к зачету	5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	Тестирование
	Итого	7	

8 Оптика лазеров.	Подготовка к зачету	5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	Тестирование
	Итого	7	
Итого за семестр		54	
Итого		54	

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Основная литература

1. Розеншер Э. Оптоэлектроника : Пер. с фр. / Э. Розеншер, Б. Винтер ; ред. пер. О. Н. Ермаков. - М. : Техносфера, 2006. - 588 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.).
2. Сивухин, Дмитрий Васильевич Общий курс физики : учебное пособие для вузов: в 5 т. / Д. В. Сивухин. - М. : Физматлит, 2005 - . - ISBN 5-9221-0229-X. Т. 4 : Оптика. - 3-е изд., стереотип. - М. : Физматлит, 2005. - 791[1] с. : ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 101 экз.).
3. Введение в оптическую физику: Учебное пособие / С. М. Шандаров - 2012. 127 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2196>.

### 5.2. Дополнительная литература

1. Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника. Учебник для ВУЗов.- М.: Высшая школа, 2001. – 574 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 150 экз.).
2. Информационная оптика / Под ред. Н.Н. Евтихеева. Учебное пособие – М., Издательство МЭИ, 2000. - 516 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.).
3. Актуальные проблемы науки и индустрии фотоники и оптоинформатики: Сборник статей / В. М. Шандаров, С. М. Шандаров, В. В. Шепелевич - 2013. 275 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3012>.

### 5.3. Учебно-методические пособия

#### 5.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Информационные и электронные ресурсы в организации научных исследований: Учебно-методическое пособие по практической и самостоятельной работе / Е. М. Покровская - 2018. 13 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7289>.
2. Введение в квантовую и оптическую электронику: Учебное пособие / А. И. Башкиров, С. М. Шандаров - 2012. 98 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1578>.
3. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / В. М. Шандаров - 2012. 197 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/750>.
4. Введение в нелинейную оптику: Учебное пособие / С. М. Шандаров - 2012. 41 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2059>.

#### 5.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### 5.4. Современные профессиональные базы данных



## **и информационные справочные системы**

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

### **6. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

#### **6.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### **6.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

#### **6.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

#### **6.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания

для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 7. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 7.1. Содержание оценочных материалов для промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения дисциплины используются оценочные материалы, представленные в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Электромагнитная теория света. Волновая (физическая) оптика.	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Геометрическая (лучевая) оптика.	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Интерференция и дифракция световых волн.	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Теория излучения и взаимодействия световых волн с веществом.	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Статистическая оптика.	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Спектроскопия.	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Экспериментальная и прикладная оптика.	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Оптика лазеров.	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала комплексной оценки освоения дисциплины приведена в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Шкала комплексной оценки освоения дисциплины

Оценка	Формулировка требований к степени освоения дисциплины
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне <b>ориентирования</b> , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.

3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

### 7.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

- К оптическому диапазону относят излучение с длинами волн от ...
  - 1 мм до 1 нм (300 ГГц - 300 ПГц);
  - 1 мм до 0,1 мм (300 ГГц 3 ТГц);
  - 10 см до 1 см (3 ГГц 30 ГГц);
  - 10 м до 0,3 мм (30 МГц 1 ТГц).
- Геометрическое место точек, в которых фаза волны остается постоянной, называют ...
  - фазовой скоростью волны;
  - фазовым или волновым фронтом;
  - плоскостью поляризации волны;
  - поверхностью волновой нормали.
- Плоскость поляризации плоской электромагнитной волны проходит ...
  - через векторы напряженности электрического поля и магнитного поля
  - через вектор напряженности магнитного поля и направление распространения, задаваемое волновым вектором;
  - через вектор напряженности электрического поля и направление распространения, задаваемое волновым вектором;
  - под углом  $+45^\circ$  к векторам напряженности электрического и магнитного полей и через направление распространения, задаваемое волновым вектором.
- Волновой фронт сферической электромагнитной волны представляет из себя ...
  - плоскость, ортогональную волновому вектору;
  - плоскость, параллельную единичному вектору волновой нормали;
  - поверхность кругового цилиндра с образующей, параллельной волновому вектору;
  - сферическую поверхность.
- Плоскость падения волны определяется как плоскость, ...
  - проходящая через направление распространения падающей волны, задаваемым волновым вектором, и нормаль к границе раздела;
  - проходящая через направление распространения падающей волны, задаваемым волновым вектором, и её вектор напряженности электрического поля;
  - проходящая через направление распространения падающей волны, задаваемое волновым вектором, и её вектор напряженности магнитного поля;
  - проходящая через вектор напряженности электрического поля падающей волны и нормаль к границе раздела.
- Интерференцией называют явление, при котором ...
  - происходит обмен энергией для двух и более волновых процессов;
  - суперпозиция волновых процессов приводит к изменению средней плотности потока энергии;
  - суперпозиция волновых процессов приводит к равномерному и однородному увеличению средней плотности потока энергии;
  - суперпозиция волновых процессов приводит к равномерному и однородному

- уменьшению средней плотности потока энергии.
7. При падении на плоскую границу раздела двух прозрачных сред плоской световой волны под углом Брюстера ...
    - а) модуль коэффициента отражения для составляющей вектора поляризации, перпендикулярной плоскости падения, обращается в нуль;
    - б) модуль коэффициента отражения для составляющей вектора поляризации в плоскости падения обращается в нуль;
    - в) модуль коэффициента отражения для составляющей вектора поляризации в плоскости падения стремится к единице;
    - г) модуль коэффициента отражения для составляющей вектора поляризации, перпендикулярной плоскости падения, стремится к единице.
  8. При полном внутреннем отражении:
    - а) отраженная волна в оптически более плотной среде отсутствует;
    - б) отраженная волна в оптически менее плотной среде отсутствует;
    - в) преломленная волна в оптически менее плотной среде отсутствует;
    - г) преломленная волна в оптически более плотной среде отсутствует.
  9. В планарном волноводе показатель преломления волноводного слоя:
    - а) не должен превышать показатели преломления как для подложки, так и для покровной среды;
    - б) должен быть равным показателю преломления покровной среды и превышать показатель преломления подложки;
    - в) должен быть равным показателю преломления подложки и превышать показатель преломления покровной среды;
    - г) должен превышать показатели преломления подложки и покровной среды.
  10. Диэлектрическая проницаемость оптически анизотропной среды описывается:
    - а) скалярной величиной;
    - б) тензором первого ранга;
    - в) тензором второго ранга;
    - г) тензором третьего ранга.

### **7.1.2. Перечень вопросов для зачета**

1. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Плоские и сферические волны. Поляризация света. Вектор Умова-Пойнтинга. Отражение и преломление света на границе раздела изотропных сред. Формулы Френеля. Распространение света в анизотропных и гиротропных средах. Электрооптические эффекты Керра и Поккельса. Оптическая активность.
2. Временная и пространственная когерентность световых полей; корреляционные функции первого и высших порядков. Распределение Бозе-Эйнштейна. Пуассоновская, субпуассоновская и суперпуассоновская статистика фотонов. Дробовой шум. Статистические свойства лазерного излучения. Спонтанное параметрическое рассеяние света. Бифотоны. Перепутанные состояния света.
3. Асимптотическое решение волнового уравнения. Геометро-оптическое приближение. Принцип Ферма. Преломление на сферической поверхности. Сферические зеркала и линзы. Геометрические и хроматические аберрации.
4. Интерференция частично-когерентного излучения. Комплексная степень когерентности. Двухлучевая интерференция. Дифракционные интегралы Кирхгофа - Гюйгенса. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Дифракционная решетка. Параболическая теория дифракции; гауссов пучок. Векторная теория дифракции.
5. Оптический эффект Штарка. Фотонное эхо и самоиндуцированная прозрачность. Солитоны. Однофотонные и многофотонные процессы. Вероятности спонтанных и вынужденных переходов. Коэффициенты Эйнштейна.

### **7.2. Методические рекомендации**

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком

учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

- если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

- осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### **7.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, вопросы к зачету	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

### **7.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;

- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП  
протокол № 11-21 от «25» 11 2021 г.

### СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5- a537-c5831244e4ca
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5- a537-c5831244e4ca
Заведующий аспирантурой	Т.Ю. Коротина	Согласовано, 18966c56-f838-4e67- b162-635913de8505

### ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ЭП	А.И. Аксенов	Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440- b971-ce4f7e994961
Профессор, каф. ЭП	Л.Н. Орликов	Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc- 922a-3c3f168876e6

### РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. ЭП	С.М. Шандаров	Разработано, ab3ff0e2-dc9a-420c- 9fb4-5f882facc349
--------------------	---------------	--