

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан

А. Г. Коротаев

«\_20\_»\_08\_2023\_г.

Рабочая программа дисциплины

**Основы оптики**

по направлению подготовки / специальности

**11.05.01 Радиэлектронные системы и комплексы**

Направленность (профиль) подготовки / специализация:  
**Радиэлектронные системы передачи информации**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Инженер**

Год приема  
**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.12

СОГЛАСОВАНО:

Председатель УМК  
А.П. Коханенко

Томск – 2023

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики..

ОПК-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения.

ПК-3 Способен формулировать математические модели процес-сов и явлений, происходящих в радиоэлектронных системах и на их основе проводить компьютерное моделирование и оптимизацию.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.1 Применяет основные положения, законы, методы естественнонаучных и математических дисциплин

ИОПК 1.2 Использует естественно-научные знания для адекватного, качественного объяснения наблюдаемой картины мира

ИОПК 1.3 Демонстрирует практические навыки получения количественных характеристик наблюдаемых объектов природы

ИОПК 2.1 Имеет представление об историческом и современном состоянии области профессиональной деятельности

ИПК 3.1 Использует фундаментальные знания о физической природе и физических явлениях происходящих элементах и объектах радиоэлектронных систем и комплексах

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоить соответствующий физико-математический аппарат современной оптики и получить представление об основных законах распространения электромагнитных волн оптического диапазона в средах и явлениях, наблюдаемых при взаимодействии света с веществом.

– Научиться применять понятийный аппарат волновой и корпускулярной оптики для последующего использования этих знаний при решении практических задач профессиональной деятельности.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Четвертый семестр, экзамен

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Математический анализ», "Аналитическая геометрия", "Линейная алгебра", "Физика", "Основы информатики", «Векторный и тензорный анализ».

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 часов, из которых:

- лекции: 46 ч.
  - лабораторные: 28 ч.
  - практические занятия: 32 ч.
  - практическая подготовка: 28 ч.
- Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## 8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение. Основные проблемы и направления в современной оптике

*Краткое содержание темы.* Классическая электромагнитная теория света. Классификация электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн. Источники света, их характеристики. Ограниченность классической теории. Корпускулярно - волновой дуализм.

Тема 2 . Геометрическая оптика.

*Краткое содержание темы.* Законы отражения и преломления света на границе раздела двух сред. Явление полного внутреннего отражения. Линзы. Сферические зеркала. Фокусы и фокусные расстояния. Оптическая сила. Ход лучей и построение изображений. Поперечное увеличение. Формула тонкой линзы и сферического зеркала.

Тема 3. Основы электромагнитной теории света.

*Краткое содержание темы.* Уравнения Максвелла. Волновое уравнение и его решение. Длина волны, фазовый фронт, фазовая скорость. Бегущие электромагнитные волны. Плоские волны. Фазовая скорость волны. Сферические волны. Затухание волн. Поперечность электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойнтинга. Закон сохранения электромагнитной энергии. Интенсивность света. Давление света. опыты Лебедева.

Тема 4. Энергетические и световые величины электромагнитных волн.

*Краткое содержание темы.* Поток излучения. Спектральная плотность потока излучения. Сила излучения (энергетическая). Энергетическая яркость. Фотометрия. Световой поток. Освещённость. Сила света. Яркость. Светимость. Связь между энергетическими и световыми величинами.

Тема 5. Поляризация света

*Краткое содержание темы.* Поляризация плоской монохроматической волны. Экспериментальные средства для измерения поляризации. Степень поляризации частично поляризованного света. Вектор-параметр Стокса и его свойства. Нормированный вектор – параметр Стокса неполяризованного и полностью поляризованного световых пучков.

Тема 6. Модулированные волны.

*Краткое содержание темы.* Представления полихроматического поля: волновой пакет; интеграл Фурье; аналитический сигнал. Групповая скорости электромагнитных волн. Интенсивность и спектральная плотность мощности оптических волн. Волновые пучки и волновые пакеты. Соотношение между длительностью импульса и шириной спектра

Тема 7. Распространение оптических волн через границу раздела двух сред.

*Краткое содержание темы.* Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков. Граничные условия. Законы геометрической оптики как следствие волновой природы света. Формулы Френеля. Явление "потери полуволны" при отражении от более плотной среды. Коэффициент отражения электромагнитной волны от границы раздела в зависимости от угла падения и состояния поляризации. Закон Брюстера. Явление полного внутреннего отражения.

Тема 8. Интерференция света.

*Краткое содержание темы.* Интерференция двух монохроматических волн. Временная и пространственная когерентность. Опыт Юнга. Ширина интерференционной полосы. Интерферометр Релея. Интерференция на плоскопараллельной пластине и клине. Кольца Ньютона. Интерферометры Майкельсона, Жамена и их модификации. Суперпозиция многих волн с равными амплитудами. Многолучевая интерференция на

плоскопараллельной пластине. Интерферометр Фабри-Перо. Интерференционные фильтры. Стоячие световые волны.

Тема 9. Дифракция света

*Краткое содержание темы.* Определение. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Теория Кирхгофа. Приближение Фраунгофера и Френеля. Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии. Ближняя и дальняя зоны дифракции. Дифракционная длина. Разрешающая способность телескопа и микроскопа. Дифракция Фраунгофера на прямоугольном отверстии и бесконечной щели. Дифракция на системе отверстий. Дифракционная решетка. Разрешающая сила дифракционной решетки и стеклянной призмы.

Тема 10. Дисперсия света.

*Краткое содержание темы.* Микроскопическая картина распространения света в веществе. Классическая электронная теория дисперсии. Зависимости показателей преломления и поглощения от частоты. Нормальная и аномальная дисперсия. Дисперсионное расплывание волновых пакетов. Поглощение света. Закон Бугера. Молекулярное рассеяние света. Рассеяние света в мелкодисперсных и мутных средах

Тема 11. Оптика анизотропных сред.

Распространение световых волн в анизотропных средах. Одноосные и двухосные кристаллы. Двойное лучепреломление света. Поляризационные приборы, четвертьволновые и полуволновые пластинки. Понятие о гиротропных средах. Естественная оптическая активность. Сахарометрия. Анизотропия оптических свойств, индуцированная механической деформацией, электрическим (эффекты Поккейса и Керра), магнитным (эффект Фарадея) полями.

Тема 12. Квантовые свойства света.

*Краткое содержание темы.* Законы излучения абсолютно черного тела. Основные характеристики теплового излучения. Модель абсолютно черного тела. Опыты Кирхгофа. Формулы: Планка, Рэлея-Джинса, Вина. Фотоэффект. Опыты А.Г Столетова. Теория фотоэффекта А. Эйнштейна. Фотоны.

Тема 13. Нелинейные оптические явления.

*Краткое содержание темы.* Поляризация среды в поле высокоинтенсивного лазерного излучения. Среда с квадратичной нелинейностью. Генерация гармоник, оптическое детектирование. Среда с кубической нелинейностью. Самофокусировка волновых пучков. Вынужденное комбинационное рассеяние света.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

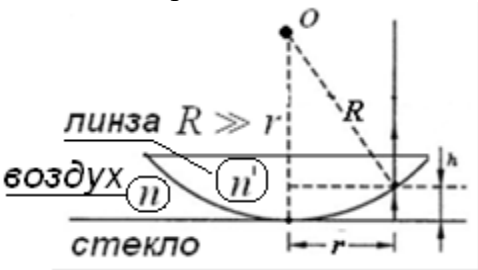
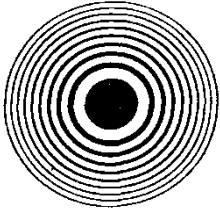
Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

### *Тесты для текущего контроля успеваемости по дисциплине*

№	Вопрос	Варианты ответа
1	До Максвелла опытным путём были установлены факты: 1. Всякий ток (включая и ток смещения) порождает магнитное поле, определяемое законом Био-Савара. 2. Меняющееся во времени магнитное поле порождает вихревое электрическое поле	Выбрать один.  а) Первый и второй факты б) Второй и четвёртый г) Третий и четвёртый д) Все четыре факта е) Первый, второй и третий.

	<p>(закон электромагнитной индукции Фарадея).</p> <p>3. Электрические заряды создают электрическое поле, величина которого определяется законом Кулона.</p> <p>4. В природе не существует магнитных зарядов, поэтому силовые линии магнитного поля замкнуты.</p> <p>На какие из перечисленных фактов об электричестве и магнетизме опираются уравнения Максвелла?</p>	
Ответ:		
2	Какое из выражений описывает плоскую монохроматическую волну?	$a) u(\vec{r}, t) = a \cos[\omega t - (\vec{k} \cdot \vec{r}) + \varphi]$ $б) u(\vec{r}, t) = a/r \cos[\omega t - (\vec{k} \cdot \vec{r}) + \varphi]$
Ответ:		
3	Электромагнитная волна падает на границу раздела двух прозрачных диэлектриков с показателями преломления $n_1$ и $n_2$ , причём $n_1 > n_2$ . При каких условиях не наблюдается преломленной волны?	<p>а) Угол падения <math>\varphi</math> равен углу отражения <math>\varphi^r</math> (<math>\varphi = \varphi^r</math>).</p> <p>б) Угол падения <math>\varphi</math> больше угла преломления <math>\psi</math> (<math>\varphi &gt; \psi</math>).</p> <p>в) Угол падения <math>\varphi \geq \arcsin(n_2/n_1)</math></p> <p>г) Угол падения <math>\varphi \leq \arcsin(n_2/n_1)</math></p>
Ответ:		
4	Как изменится фаза волны (по отношению к падающей) при отражении от более плотной среды: ( $\varphi + \psi < \pi/2$ )? (Угол падения $\varphi$ , угол преломления $\psi$ ).	<p>а) Не изменится</p> <p>б) Увеличиться на величину <math>\pi/4</math></p> <p>в) Уменьшится на <math>\pi</math></p> <p>г) Увеличиться на величину <math>2\pi</math></p>
Ответ:		
5	<p>Определить поляризацию плоской электромагнитной волны</p> $\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{i} a_1 e^{-i(\omega t - kz + \pi/4)} + \vec{j} a_1 e^{-i(\omega t - kz + 3\pi/4)}$	<p>а) Линейная поляризация по оси <math>Ox</math></p> <p>б) Линейная поляризация под углом <math>45^\circ</math> к оси <math>Ox</math></p> <p>в) Круговая поляризация</p> <p>г) Линейная поляризация по оси <math>Oy</math></p>
Ответ:		
6	Какие оптические элементы (приборы) необходимо иметь, чтобы отличить "пучок" естественного неполяризованного света от циркулярно поляризованного.	<p>Выберите один ответ:</p> <p>а) Два линейных поляризатора (анализатор и поляризатор)</p> <p>б) Анализатор и фазовую пластинку - <math>\lambda</math>.</p> <p>в) Анализатор и фазовую пластинку - <math>\lambda/4</math>.</p> <p>г) Две фазовых пластинки: на <math>\lambda/4</math> и на <math>\lambda</math>.</p>
Ответ:		

7	Угол Брюстера – это: (выбрать один ответ)	а) угол между падающим на границу раздела двух сред лучом и нормалью в точке падения луча б) угол между падающим на границу раздела двух сред лучом и преломлённым лучом в) такой угол падения луча, при котором отражённый луч и преломлённый взаимно ортогональны.
Ответ:		
8	Двояковыпуклая тонкая линза находится в воздухе. Её светосила 4 диоптрии. Чему равно фокусное расстояние?	а) 4 метра б) 0,4 метра в) 25 сантиметров г) 40 сантиметров
Ответ:		
9	Фокусное расстояние тонкой линзы (в воздухе) 10см. На каком расстоянии от центра линзы будет изображение, если предмет расположен на расстоянии 20 см левее передней фокальной плоскости?	а) 20 см б) 10 см в) 15 см г) 5 см
Ответ:		
10	Сформулируйте необходимое и достаточное условие интерференции двух световых пучков?	а) Линейная поляризация б) Одинаковые поперечные размеры световых пучков в) Одинаковые интенсивности г) Постоянство разности фаз в течении времени регистрации интерференционной картины
Ответ:		
11	Как измениться расстояние между соседними максимумами интенсивности в интерференционной картине, полученной по схеме Юнга, если расстояние $a$ до экрана увеличить в 2 раза?  	а) увеличится в 1.5 раза б) увеличится в 4 раза в) уменьшится в 2 раза г) увеличится в 2 раза
Ответ:		
12	Чему равна разность фаз $\delta$ между двумя когерентными волновыми пучками, если разность хода между ними равна $\Delta$ ?	а) $\delta = \Delta / \lambda$ б) $\delta = 2\Delta / \lambda$ в) $\delta = 2\pi\Delta / \lambda$ г) $\delta = \pi\Delta / 2\lambda$
Ответ:		
13	Чему равна разность фаз $\delta$ между двумя соседними когерентными волновыми пучками, отражёнными от	а) $\delta = \frac{4\pi n d \cos \theta'}{\lambda}$

	<p>плоскопараллельной пластинки, находящейся в воздухе, толщиной <math>d</math> и показателем преломления <math>n=1,5</math>? (<math>\theta</math> и <math>\theta'</math> - углы падения и преломления пучка лучей)</p>	<p>б) <math>\delta = \frac{4\pi nd \cos \theta'}{\lambda} - \pi</math></p> <p>в) <math>\delta = \frac{4\pi nd \cos \theta}{\lambda}</math></p> <p>г) <math>\delta = \frac{2\pi nd \cos \theta'}{\lambda} - \pi</math></p>
Ответ:		
14	<p>Какое физическое явление положено в основу работы интерферометра Фабри-Перо?</p>	<p>а) двухлучевая интерференция</p> <p>б) поляризация волн</p> <p>в) многолучевая интерференция</p> <p>г) явление дисперсии</p>
Ответ:		
15	<p>Для наблюдения колец Ньютона используют плоско-выпуклую сферическую линзу с большим радиусом кривизны <math>R</math> и стеклянную пластинку с плоской поверхностью.</p>  <p>Положение максимумов и минимумов интенсивности определяется по формуле</p> $2h + \frac{\lambda}{2} = j\lambda$	<p>При каком значении параметра интерференции <math>j</math> в центре будет наблюдаться светлое пятно?</p> <p>а) <math>j=0</math></p> <p>б) <math>j=1</math></p> <p>в) <math>j=1/2</math></p> <p>г) <math>j=3/2</math></p> <p>д) <math>j=2</math></p>  <p>Кольца Ньютона</p>
Ответ:		
16	<p>На пути распространения плоской волны (длина волны <math>\lambda = 0,5</math> мкм) установлен непрозрачный экран с круглым отверстием радиуса 5 мм. На каком расстоянии от экрана интенсивность света на оси пучка будет максимальной?</p>	<p>а) 10м</p> <p>б) 20м</p> <p>в) 40м</p> <p>г) 50м</p> <p>д) 100 м</p>
Ответ: г) .		
17	<p>Для наблюдения дифракционной картины на пути световой волны на расстоянии <math>L_1</math> от источника располагают непрозрачный экран с круглым отверстием диаметром <math>d</math>. Далее, на расстоянии <math>L_2</math> от дифракционного отверстия располагают экран для наблюдения дифракционной картины.</p>	<p>Как расположить источник, дифракционный экран и экран для наблюдения, чтобы получить дифракционную картину Фраунгофера?</p> <p>а) <math>L_1 = L_2</math></p> <p>б) <math>L_1 = d, L_2 \gg 3d</math></p> <p>в) <math>L_1 \gg d, L_2 \gg d</math></p> <p>г) <math>L_1 &gt; d, L_2 = 10d</math></p>
Ответ:		

18	На экран, в котором вырезаны $N$ одинаковых и <b>регулярно</b> расположенных отверстий, падает плоская волна ( $N \gg 1$ ). Дифракционная картина наблюдается в фокальной плоскости линзы. Как изменится интенсивность света в максимумах дифракционной картины, если количество отверстий увеличить в 2 раза?	а) в 2 раза б) в 4 раза в) в $N^2$ раз г) в $2N$ раз д) в 16 раз
Ответ:		
19	Явление молекулярного рассеяния определяет голубой цвет дневного безоблачного неба. Какова зависимость коэффициента молекулярного рассеяния от длины волны солнечного излучения? Интенсивность молекулярного рассеяния пропорциональна:	(выбрать один ответ) а) $\sim 1/\lambda$ б) $\sim 1/2\lambda$ в) $\sim 1/\lambda^2$ г) $\sim 1/\lambda^4$ д) $\sim 1/\lambda^3$
Ответ:		
20	При прохождении света через вещество, помещённое в магнитное поле, наблюдается эффект Фарадея. В чём он проявляется, какие характеристики световой волны изменяются?	а) длина волны светового пучка б) интенсивность на оси линейно поляризованного пучка в) происходит поворот плоскости поляризации линейно-поляризованной волны г) линейно-поляризованная волна становится эллиптически поляризованной
Ответ:		
21	Как называют эффект, при котором изотропные вещества, состоящие из анизотропных молекул, приобретают свойства анизотропии ?	а) эффект Поггеля б) эффект Фарадея в) эффект Керра г) эффект Араго
Ответ:		
22	При распространении в атмосфере мощного лазерного излучения наблюдается явление самофокусировки лазерного пучка. Какая из характеристик лазерного пучка определяет это явление?	а) поперечный размер пучка б) длина волны лазерного излучения в) поляризация лазерного излучения г) плотность мощности в поперечном сечении пучка ( $I \geq I_{кр.}$ )
Ответ:		

Текущая аттестация по практическим занятиям включает выполнение домашних заданий по всем темам занятий и выполнение контрольного задания.

Текущая аттестация по лабораторным работам включает устный опрос обучающегося, выполнение им всех лабораторных работ и представление по ним письменных отчётов. Отчет по лабораторной работе должен содержать рукописное или печатное изложение цели работы, основных этапов и приемов ее достижения, полученных теоретических и экспериментальных результатов, оценку их достоверности, анализ результатов и выводы.



## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации.

Экзамен в четвёртом семестре проводится в устной форме по билетам. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится по теоретическому материалу. К экзамену допускаются только студенты, успешно прошедшие текущие аттестации по практическим занятиям и лабораторным работам.

Каждый экзаменационный билет состоит из двух вопросов по двум темам дисциплины. Вопросы в экзаменационном билете проверяют ИОПК 1.1, ИОПК-1.2, ИОПК 1.3. Ответы на вопросы экзаменационного билета даются в развернутом виде.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «не удовлетворительно». В соответствии с формируемой компетенцией ОПК-1 и результатами освоения дисциплины ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 1.3 разработаны критерии оценок.

Компетенция	Индикатор компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Не удовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
<b>ОПК-1.</b> Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности;..	<b>ИОПК -1.1.</b> Обладает базовыми знаниями в области математики и физики, необходимыми для освоения специальных дисциплин.. <b>ИОПК -1.2.</b> Обладает базовыми знаниями в области радиофизики, необходимыми для профессиональной деятельности <b>ИОПК -1.3.</b> Применяет базовые знания в области физики и радиофизики при осуществлении профессиональной деятельности.	Ограниченные или фрагментарные знания законов оптики, слабо сформированные навыки и умения при выполнении лабораторных работ и решении задач по оптике.	Общие, не структурированные знания законов оптики; в целом успешно применяемые навыки и умения демонстрируемые при выполнении лабораторных работ и решении практических задач по оптике.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных законов оптики; успешно применяемые навыки и умения проявляемые при выполнении лабораторных работ и решении практических задач по оптике.	Сформированные систематизированные знания основных законов оптики; сформированные навыки и умения; их успешная актуализация при выполнении лабораторных работ и практических заданий по дисциплине.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

*Контрольные вопросы:*

1. Что изучает оптика?
2. Законы геометрической оптики.
3. Математическая модель законов отражения и преломления.
4. Явление полного внутреннего отражения.
5. Линзы и их характеристики.
6. Как построить изображение осевой и внеосевой точек предмета тонкой линзой?
7. Уравнения Максвелла.
8. Волновое уравнение.
9. Плоские волны.
10. Сферические волны.
11. Что называется волновым фронтом? Фазовой поверхностью?
12. Фазовая скорость волны.
13. Поперечность электромагнитных волн.
14. Вектор Пойнтинга.
15. Интенсивность электромагнитной волны.
16. Давление света.
17. Квазимонохроматические волны и их модели.
18. Что происходит со световым импульсом при его распространении в диспергирующей среде?
19. Как определяется групповая скорость волнового пакета?
20. Пояснить физический смысл формул Френеля при распространении волны через границу раздела двух прозрачных сред.
21. Явление "потери полуволны" при отражении от оптически более плотной среды.
22. Закон Брюстера и его физический смысл.
23. Явление полного внутреннего отражения.
24. В чем заключается явление интерференции?
25. Какие волны называют когерентными?
26. Что такое длина когерентности и время когерентности?
27. В чем заключается метод деления волнового фронта?
28. Что такое оптическая разность хода?
29. Как связаны оптическая разность хода и разность фаз двух волн?
30. Чему должна быть равна оптическая разность хода, чтобы две когерентные волны при взаимодействии усиливали/ослабляли друг друга?
31. Что такое ширина интерференционной полосы? От чего она зависит?
32. В чем заключается метод деления амплитуд?
33. При каких условиях наблюдаются полосы равной толщины, а при каких полосы равного наклона?
34. Каково назначение интерферометра?
35. В чем заключается принцип действия интерферометра Рэлея / Майкельсона?
36. В каком приборе реализуется многолучевая интерференция? В чем его принципиальное отличие от вышеперечисленных интерферометров Рэлея и Майкельсона?
37. В чем состоит идея интерферометрического способа определения расстояния между точечными источниками в опыте Юнга?
38. Чем отличаются интерференционные картины, полученные при освещении двух точечных отверстий красным и зелёным светом?
39. Как изменится ширина интерференционных полос с увеличением расстояния между двумя точечными отверстиями?
40. В чем состоит метод деления амплитуд при интерференции на клине?
41. Можно ли определить преломляющий угол клина по параметрам интерференционной картины?
42. Чем отличаются интерференционные картины, полученные на плоскопараллельной пластинке в отраженном и проходящем свете?

43. Как по смещению интерференционных полос в интерферометре Релея определить показатель преломления?
44. Дайте определение явлению дифракции электромагнитных волн.
45. Сформулируйте принцип Гюйгенса-Френеля.
46. Как применить метод зон Френеля к анализу распределения интенсивности света на экране?
47. Как влияет расстояние между источником света и круглым отверстием на распределение интенсивности на экране?
48. От чего зависит радиус первой зоны Френеля?
49. Опишите принцип действия зонной пластинки.
50. Объясните распределение интенсивности света на экране при дифракции на щели.
51. Как влияет расстояние между источником света и щелью на распределение интенсивности на экране?
52. Как влияет количество одинаковых хаотично расположенных щелей в непрозрачном экране на распределение интенсивности в дифракционной картине?
53. Условие максимума и минимума дифракции на щели.
54. Что представляет собой дифракционная решётка?
55. В чем состоит отличие дифракционных картин, полученных при освещении дифракционной решётки монохроматическим и белым светом?
56. Чем определяется разрешающая способность дифракционной решётки?
57. За счёт чего происходит разложение света в спектр при прохождении через стеклянную призму?
58. Что такое нормальная и аномальная дисперсия?
59. В чем заключаются явления поглощения / рассеяния / ослабления света?
60. Сформулируйте закона Бугера и поясните его физический смысл.
61. Объясните явление двойного лучепреломления света.
62. Что такое естественная оптическая активность вещества?
63. Каким образом можно создать искусственную анизотропию оптических свойств материалов?
64. За счёт чего происходит вращение плоскости поляризации электромагнитной волны при распространении в среде?
65. От чего зависит угол вращения плоскости поляризации?
66. Какие явления в среде наблюдаются при распространении мощного лазерного излучения?

*Примеры задач для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.*

1. Определите радиус кривизны выпуклого сферического зеркала, если при расстоянии между изображением и фокусом 2 см увеличение равно  $-0,1$ .
2. Симметричная двояковыпуклая тонкая линза (стекло  $n=1,5$ ) с радиусом кривизны преломляющих сферических поверхностей 20 см погружена в воду ( $n_1=1,33$ ). На некотором расстоянии от центра линзы, в плоскости перпендикулярной оптической оси линзы, расположен предмет. Определить положение предмета и изображения, относительно центра линзы, если поперечное увеличение равно  $0,8$ .
3. Определите оптическую силу рассеивающей линзы, если при расстоянии между изображением и задним фокусом 30 см поперечное увеличение равно  $-0,63$ .
4. На столбе высотой 4 м висит лампа, сила света которой 40 кд. Определите, какой световой поток падает на диск радиусом 0,4 м, расположенный на земле на расстоянии 2 м от основания столба.
5. Пучок естественного света падает на систему из поляризатора и анализатора, установленных таким образом, что интенсивность света, прошедшего через систему, максимальна. Между поляризационными элементами поставили николю, плоскость пропускания которого образует угол  $45^\circ$  с плоскостью пропускания

поляризатора. Определите во сколько раз уменьшилась интенсивность излучения, если коэффициент пропускания поляризационных элементов 0,8.

6. Плоскополяризованный свет с длиной волны в вакууме 400 нм падает по нормали на кварцевую пластинку толщиной не более 1,8 мм, вырезанную параллельно оптической оси. Определите максимальную толщину пластинки, чтобы она работала как четвертьволновая, если показатели преломления обыкновенного и необыкновенного лучей, соответственно, равны 1,568 и 1,558.

7. При освещении зеркал Френеля монохроматическим светом с длиной волны 354 нм на экране, удаленном от точки пересечения зеркал на 2,4 м, наблюдается интерференционная картина с шириной полосы 0,8 мм. Определите расстояние от точки пересечения зеркал до точечного источника, если угол между зеркалами 7,4 мрад.

8. В опыте Юнга два точечных отверстия освещаются монохроматическим излучением с длиной волны 680 нм. На экране, удалённом от отверстий на расстояние 5 м., формируется интерференционная картина. Определите расстояние между отверстиями, если расстояние от центра экрана до двадцатого минимума составляет 75 мм.

9. Плосковыпуклая линза (показатель преломления 1,6) выпуклой стороной прижата к стеклянной пластинке. Расстояние между первым и вторым светлыми кольцами Ньютона, наблюдаемыми в отражённом свете, равно 0,5 мм. Определите оптическую силу линзы, если освещение производится по нормали монохроматическим светом с длиной волны 550 нм

10. Монохроматическое излучение с длиной волны 457,9 нм освещает по нормали диафрагму с двумя узкими щелями, отстоящими друг от друга на 0,9 мм. На экране, расположенном за диафрагмой, образуется система интерференционных полос. Если перекрыть одну из щелей стеклянной пластинкой толщины 105 мкм, интерференционная картина сместится на 0,2 мм. Определите расстояние от диафрагмы до экрана.

11. Определите, на какое расстояние необходимо сместить зеркало в опыте с интерферометром Майкельсона для смещения интерференционной картины на 350 полос, если длина волны излучения составляет 532 нм

12. Определите площадь пятой зоны Френеля для плоского волнового фронта, если точка наблюдения находится на расстоянии 1 м от фронта волны. Длина волны излучения 500 нм.

13. На щель шириной 0,05 мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 570 нм. Определите угол между первоначальным направлением пучка и направлением на четвертую тёмную дифракционную полосу

14. На стеклянную призму с преломляющим углом  $20^\circ$  падает параллельный пучок монохроматического излучения с длиной волны 0,365 мкм. Показатель преломления стекла для этой длины волны 1,536. После того как длину волны излучения увеличили до 0,590 мкм, угол отклонения луча призмой уменьшился на  $0,38^\circ$ . Определите показатель преломления стекла для второй длины волны

15. Монохроматического излучение падает по нормали на плоскопараллельную пластинку толщиной 3 см. Пренебрегая отражением света, определите коэффициент поглощения стекла, если интенсивность излучения уменьшилась в 0,9 раз при прохождении через эту пластинку.

в) План практических занятий по дисциплине.

1. Основные законы геометрической оптики (отражение и преломление на границе раздела)
2. Сферические зеркала
3. Тонкие линзы
4. Фотометрия
5. Электромагнитные волны
6. Поляризация света

7. Оптическая анизотропия
8. Явления на границе раздела двух диэлектриков (формулы Френеля)
9. Интерференция света (метод деления волнового фронта)
10. Интерференция света (метод деления амплитуд)
11. Дифракция света на круглом отверстии
12. Дифракция света на щели
13. Дифракция на периодических структурах
14. Тепловое излучение
15. Взаимодействие оптического излучения с веществом

г) Методические указания по проведению лабораторных работ, приведенные в электронном университете «Moodle» <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=9940>

*Темы лабораторных занятий*

1. Определение радиуса кривизны сферического зеркала
2. Определение фокусного расстояния тонкой линзы
3. Измерение освещённости.
4. Исследование поляризационных характеристик излучения полупроводникового лазера
5. Определение показателя преломления стеклянной призмы на основе явлений отражения, преломления и полного внутреннего отражения
6. Определение показателя преломления стеклянной призмы на основе явления Брюстера
7. Опыт Юнга
8. Интерференция на клине
9. Определение показателя преломления раствора
10. Дифракция на круглом отверстии
11. Дифракция на щели
12. Определение периода дифракционной решётки
13. Определение угла отклонения в призме
14. Определение концентрации сахара в растворе
15. Определение коэффициента ослабления
16. Определение степени поляризации рассеянного излучения

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Практические занятия проводятся в интерактивной форме. Существенным элементом образовательных технологий является не только умение студента найти решение поставленной задачи, но и донести его до всей аудитории. Умение отвечать на вопросы сокурсников и преподавателя развивает навыки, которые будут востребованы в дальнейшей профессиональной деятельности.

Студентам выдаются задачи для самостоятельного решения, содержащие как упражнения для усвоения стандартных фактов и приемов, так и нестандартные задачи, позволяющие проверить уровень понимания теории. Многие задачи предваряют (продолжают) тематику лекций. Студент сдает задачи преподавателям во время семинарских занятий и в виде письменных домашних работ.

Для эффективного освоения дисциплины студентам рекомендуется:

- познакомиться со структурой курса, используя рабочую программу и электронный учебный ресурс (ЭУР);
- познакомиться с методическими рекомендациями по использованию электронного учебного курса;
- накануне занятия вспомнить материал предыдущих занятий, используя конспекты

- учебного материала ЭУР;
- накануне занятия ознакомиться с его примерным содержанием, используя учебный материал соответствующего раздела ЭУР;
- изучать теоретический материал по конспекту и материалам, представленным в СДО Moodle;
- регулярно готовиться к практическим занятиям;
- работать с литературой в библиотеке.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

### а) основная литература:

– Ландсберг Г.С. Оптика: [учебное пособие для студентов физических специальностей вузов] / Г.С. Ландсберг. Москва: Физматлит, 2021. Изд. 7-е, стер. 852 с.: ил. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/185678>

– Самохвалов И.В., Брюханова В.В., Кириллов Н.С., Дорошкевич А.А., Минина О.В., Брюханов И.Д., Ни Е.В. Основы оптики. [Электронный учебный курс (ЭУК)]. СДО Moodle. <https://moodle.tsu.ru/course/index.php?categoryid=2578>

– Акиншин, В.С. Оптика. Учебные пособия / В.С. Акиншин, Н.Л. Истомина, Н.В. Каленова, Ю.И. Карковский. – СПб.: Лань, 2021. – 240 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168746>

– Стафеев, С.К. Основы оптики: Учебное пособие, 2-е изд., испр. и доп. / С.К. Стафеев, К.К. Боярский, Г.Л. Башнина. – СПб.: Лань, 2021. – 336 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/169379>

– Иродов И. Е. Задачи по общей физике: учеб. пособие / И. Е. Иродов. – Изд. 14-е. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. 416 с.: табл., рис. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=71750](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71750).

### б) дополнительная литература:

– Калитеевский Н.И. Волновая оптика. Учебное пособие, 5-е изд. – СПб.: Лань, 2021. – 480 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/167685>.

– Иванов А.Е. Оптика: [учебное пособие] / А.Е. Иванов. Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. 447 с.: ил., табл.

– Фриш С.Э. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.3. Оптика. Атомная физика. [Электронный ресурс]: Учебники / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. 10-е Изд. – СПб.: Лань, 2021. – 656 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/167704>

– Калашников, Н.П. Практикум по решению задач по общему курсу физики. Колебания и волны. Оптика. Учебные пособия / Н.П. Калашников, Н.М. Кожевников, Т.В. Котырло, Г.Г. Спирин. – СПб.: Лань, 2021. – 208 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168598>

### в) ресурсы сети Интернет:

– eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека. – URL: <https://elibrary.ru/>

– Электронно-библиотечная система «Лань» (доступ из сети НИ ТГУ). –

URL: <http://e.lanbook.com/>

– Зверев В.А., Точилина Т.В. Основы оптотехники. Учебное пособие. – Санкт-Петербург: СПб: Университет ИТМО, 2014, 2014. – 307 с. Файл прилагается

– Бутиков, Е.И. Оптика: Учебное пособие, 3-е изд., доп.– СПб.: Лань, 2021. – 608 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168365>

– Родионов, С.А. Основы оптики [Электронный учебник] / С.А. Родионов, Н.Б. Воз-несенский, Т.В. Иванова. – СПб: СПбГУ ИТМО, ЦДО. [http://aco.ifmo.ru/el\\_books/basics\\_optics/](http://aco.ifmo.ru/el_books/basics_optics/)

### 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

### 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Освоение дисциплины обеспечено наличием на кафедре оптико-электронных систем и дистанционного зондирования НИ ТГУ лаборатории по дисциплине «ОСНОВЫ ОПТИКИ», размещённой в ауд.105, 213 и 300 одиннадцатого корпуса ТГУ. Лаборатория укомплектована унифицированными комплексами приборов, позволяющими ставить лабораторные работы по всем разделам программы, а также компьютерами для проведения вычислительных экспериментов, обработки результатов и расчёта характеристик оптических приборов и систем.

Для работы с ЭУК и ресурсами сети Интернет на радиофизическом факультете имеются компьютерные классы с рабочими местами, имеющими необходимое программное обеспечение и выход в Интернет.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате («Актру»).

### 15. Информация о разработчиках

Самохвалов Игнатий Викторович, докт. физ.-мат. наук, профессор, кафедры ОЭСиДЗ НИ ТГУ, профессор

Брюханова Валентина Владимировна, канд. физ.-мат. наук, кафедры ОЭСиДЗ НИ ТГУ, доцент