



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра общей и экспериментальной физики



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля): Б1.О.12.03 Колебания и волны. Оптика

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки: Солнечно-земная физика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК:
физического факультета
Протокол № 38 от «18» апреля 2023 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор
Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:
общей и экспериментальной физики
Протокол № 7
от «31» января 2023 г.
Зав. кафедрой д.ф.-м.н., доцент
А.А. Гаврилюк

Иркутск 2023 г.

Содержание

I. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	3
III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	7
4.3. Содержание учебного материала	11
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	14
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)	17
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	17
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	17
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	18
<i>а) основная литература</i>	18
<i>б) периодические издания</i>	18
<i>в) список авторских методических разработок Учебное пособие.</i>	18
<i>г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i>	19
VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ..	19
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	19
6.2. Программное обеспечение:	19
6.3. Технические и электронные средства:	19
VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	19
VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	19
ПРИЛОЖЕНИЕ: ФОС	

I. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Программа разработана в соответствии с основной образовательной программой ФГОС по направлению 03.03.02 Физика и предназначена для обеспечения курса «Колебания и волны. Оптика», изучаемого студентами в течение пятого семестра.

Дисциплина «Колебания и волны. Оптика» является разделом курса общей физики, и является одной из основных в общей системе современной подготовки бакалавров по направлению 03.03.02 Физика. Дисциплина изучается на втором курсе и ее **главной целью** является создание фундаментальной базы знаний о природе оптического излучения и его взаимодействии с веществом, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и детализированное изучение данного раздела физики в рамках цикла курсов по теоретической физике и специализированных курсов.

В связи с этим формируются основные задачи курса.

Первая из них заключается в мировоззренческой и методологической направленности курса. Необходимо сформировать у студентов единую, стройную, логически непротиворечивую физическую картину природы оптических явлений. Создание такой картины происходит поэтапно, путем обобщения экспериментальных данных и на их основе производится построение моделей наблюдаемых явлений, со строгим обоснованием приближений и рамок, в которых эти модели действуют.

Во - вторых, в рамках единого подхода необходимо рассмотреть основные явления оптики, вывести основные законы и получить их выражение в виде математических уравнений. При этом нельзя ограничиваться чисто понятийными понятиями, а необходимо научить студентов количественно решать конкретные задачи в рамках принятых приближений.

В третьих, необходимо научить студентов основам постановки и проведения физического эксперимента по оптике с последующим анализом и оценкой полученных результатов.

II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина "Колебания и волны. Оптика" относится к обязательной части программы и является одним из основных в современной подготовке бакалавров по направлению "Физика".

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

1. Электричество и магнетизм.
2. Математический анализ.
3. Дифференциальные уравнения
4. Теоретическая механика.
5. Электродинамика.
6. Теория вероятностей и математическая статистика

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- атомная и ядерная физика,
- термодинамика и статистическая физика,
- квантовая механика.

Спецкурсов: Методы обработки изображений, Волоконно-оптические линии связи

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины « Колебания и волны. Оптика» направлен на формирование компетенций, в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки (специальности) «03.03.02 Физика» профиль Солнечно-земная физика позволяет студенту приобрести следующие компетенции:

Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности; (ОПК-1)

- Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные (ОПК-2)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК-1	ОПК-1.3. использует базовые знания в области физики в своей профессиональной деятельности	Знает: фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной оптики, колебательных и волновых процессов Умеет понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию в области оптических явлений, пользоваться основными понятиями и моделями оптики; Владеет методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области колебательных процессов и оптики, применяет их в профессиональной деятельности
ОПК-2	ОПК-2.1 Знает основные научные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов и явлений ОПК-2.2 Проводит научные исследования физических объектов и анализирует результаты исследований	Знает: экспериментальные и теоретические методы исследования в области современной оптики и волновых процессов. Умеет: применять фундаментальные законы оптики к решению теоретических и экспериментальных физических задач, работать на современном оптическом оборудовании, анализировать полученные результаты. Владеет: техникой постановки физического эксперимента, моделирования, теоретического и экспериментального исследования оптических явлений, техникой спектроскопических измерений и обработки экспериментальных данных..

IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Объем дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов,

в том числе 0,72 зачетных единиц, 26 часов на экзамен

Из них 60 часов – практическая подготовка

Контактная работа 173 час

Занятия проводятся только в очной форме обучения с применением дистанционного контроля самостоятельной работы студентов через ЭИОС факультета. Электронной и дистанционной форм обучения не предусматривается

Форма промежуточной аттестации: экзамен

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Практические /лабораторные занятия	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Введение. Основные этапы развития оптики	4	4,1		2		0,1	2	
1.	Основы электромагнитной теории света	4	22,1		4	8/0	0,1	10	Задание Спектральное разложение
2.	Излучение световых волн	4	28,1	4	6	8/4	0,1	10	БДЗ Тепловое излучение Отчет по

									лабораторным работам
3.	Интерференция света	4	47,1	16	6	10/16	0,1	15	БДЗ Отчет по лабораторным работам
4.	Дифракция света	4	54,1	16	8	14/16	0,1	16	БДЗ Отчет по лабораторным работам
5.	Поляризация света. Формулы Френеля. Поляризация отраженной и преломленной волн.	4	24,1	10	2	6/10	0,1	6	БДЗ Отчет по лабораторным работам
6.	Взаимодействие излучения с веществом, распространение света в средах	4	44,2	10	12	6/10	0,2	16	БДЗ Отчет по лабораторным работам
7.	Основы геометрической оптики.	4	20,1	4	0	6/4	0,1	10	БДЗ Отчет по лабораторным работам
8.	Основные фотометрические величины, способы их измерения.	4	6,1			2/0	0,1	4	БДЗ
	Экзамен+ КО (контроль)	4	36						
	КСР	4	2						
	Всего		288	(60)	40	60/60	1	89*	

**Практическая подготовка осуществляется в процессе выполнения работ лабораторного практикума с использованием оптического оборудования, а также в ходе обзорных занятий в лабораториях СО РАН и НИИПФ ИГУ. Контроль за выполнением самостоятельной работы осуществляется в виде проверки больших домашних заданий (БДЗ) по каждой теме*

**включая практическую подготовку*

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
4	Введение. Основные этапы развития оптики	Составить таблицу	1 неделя занятий	2	Задачи и упражнения	[5]
4	1. Основы электромагнитной теории света	БДЗ Решение задач для самостоятельной работы гл 1 и 2	После завершения лекций по данным разделам	10	Задачи для самостоятельного решения после гл.1	[2]
4	2. Излучение световых волн	Самостоятельная домашняя работа по теме «Тепловое излучение»	После завершения лекций по данным разделам	10	Задачи для самостоятельного решения после гл.2	[2]
4	3. Интерференция света	БДЗ Интерференция света Подготовка к выполнению лабораторных работ, самостоятельное выполнение эксперимента	После завершения лекций по данным разделам	15	Задачи для самостоятельного решения после гл.3 Контрольные вопросы и задания для л.р.	[2,3]
4	4. Дифракция света	БДЗ Дифракция света Подготовка к выполнению лабораторных работ, самостоятельное выполнение эксперимента	После завершения лекций по данным разделам	16	Задачи для самостоятельного решения после гл.4 Контрольные вопросы и задания для л.р	[2,3]
4	5. Поляризация света. Формулы Френеля. Поляризация отраженной и преломленной волн.	Домашнее задание Подготовка к выполнению лабораторных работ, самостоятельное выполнение эксперимента	После завершения лекций по данным разделам	6	Задачи и упражнения Контрольные вопросы и задания для л.р	[6,3]

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
4	6. Взаимодействие излучения с веществом, распространение света в средах	Домашнее задание Подготовка к выполнению лабораторных работ, самостоятельное выполнение эксперимента	После завершения лекций по данным разделам	16	Задачи и упражнения Контрольные вопросы и задания для л.р	[6,3]
4	7. Основы геометрической оптики.	БДЗ Геометрическая оптика	После завершения лекций по данным разделам	10	Набор заданий для самостоятельной работы	[6]
4	8. Основные фотометрические величины, способы их измерения.	Домашнее задание по теме	После завершения лекций по данным разделам	4	Набор заданий по теме	[6]
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				89		
4	Лабораторный практикум (практическая подготовка) (входит в общий объем часов самостоятельной работы)	Подготовка к выполнению лабораторных работ, самостоятельное выполнение эксперимента	Раз в неделю	24	Контрольные вопросы. Результаты эксперимента	[3]
4	Подготовка к экзамену	Работа с лекционным материалом и учебной литературой	К концу семестра	26	Экзаменационные билеты	[1-3]

4.3. Содержание учебного материала

ВВЕДЕНИЕ Основные этапы развития оптики

Тема 1. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ТЕОРИИ СВЕТА.

Линейные колебательные системы. Параметрические и нелинейные колебательные системы. Волновые процессы. Кинематика волн. Упругие волны. Электромагнитные волны.

Уравнения Максвелла. Волны в вакууме. Волновое уравнение. Плоские монохроматические волны (скалярные и векторные). Свойства плоских волн: поперечность, связь между компонентами, поляризация. Представление плоской волны в комплексной форме. Сферические волны. Стоячие волны.

Поток энергии в плоской волне. Законы сохранения для световых волн. Интенсивность плоской гармонической волны. Гауссовы пучки. Эффективная интенсивность. Плотность потока импульса электромагнитной волны. Давление света.

Модулированные волны. Спектральные разложения в оптике. Спектральные амплитуды. Фурье-анализ и Фурье-синтез в оптике. Комплексная запись интеграла Фурье. Спектры модулированных волн, импульсных последовательностей и уединенных импульсов. Спектральная плотность мощности. Соотношение между длительностью импульса и шириной спектра.

Тема 2. ИЗЛУЧЕНИЕ СВЕТОВЫХ ВОЛН

1. **Классические модели излучения разряженных сред.** Излучение осциллятора. Уравнения Максвелла в присутствии источников. Излучение осциллятора, модель Томпсона. Мощность излучения осциллятора. Диаграмма направленности. Классический осциллятор, как модель оптических колебаний атома или молекулы.
2. **Излучение ансамбля осцилляторов (АО).** Когерентные и некогерентные источники света. Поляризация излучения АО. Спектр излучения АО. Доплеровский контур линии излучения. Взаимодействие АО со световым полем. Закон поглощения света Бугера. Естественная ширина линии излучения. Излучение ансамбля статистически независимых осцилляторов. Ударное (столкновительное) и доплеровское уширение спектральной линии. Понятие об однородном и неоднородном уширении.
3. **Физика теплового излучения.** Равновесное тепловое излучение. Испускательная и поглощательная способность. Законы Кирхгофа. Законы Стефана-Больцмана, Вина. Формулы Релея-Джинса. Введение Планком представления о кванте энергии. Фотоны. Формула Планка. Вывод законов теплового излучения из формулы Планка.
4. **Основные представления о квантовой теории излучения света атомами и молекулами.** Модель двухуровневой системы. Спонтанное и вынужденное излучение в квантовых системах. Вывод формулы Планка по Эйнштейну, связь между коэффициентами Эйнштейна. Взаимодействие плоской волны с ансамблем квантовых осцилляторов. Коэффициент поглощения. Инверсная населенность энергетических уровней. Усиление света и генерация света. Лазеры. Условия самовозбуждения лазеров. Спектр излучения лазеров. Продольные и поперечные моды. Гелий-неоновый и рубиновый лазеры.

Тема 3. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

1. **Интерференция монохроматического света.** Оптическая разность хода. Порядок интерференции. Ширина интерференционной полосы. Классические интерференционные схемы: опыт Юнга, бизеркала Френеля, бипризма Френеля, билинзаБийе.
2. **Интерференция немонахроматического света.** Временная когерентность. Закон интерференции на временном языке. Функция корреляции. Комплексная степень когерентности. Видность интерференционной картины.

3. **Интерференция некогерентного света.** Закон интерференции на спектральном языке. Связь между интерференционной картиной и спектром источника. Время когерентности, длина когерентности. Связь между временем когерентности и шириной спектра. Максимальный порядок спектра.
4. **Интерференция света от протяженных источников.** Пространственная когерентность. Функция пространственно-временной корреляции. Влияние размеров источника на видность интерференционной картины. Радиус когерентности, объем когерентности.
5. **Интерференция в тонких пленках.** Цвета тонких пленок. Полосы равной толщины и равного наклона. Локализация интерференционной картины.
6. **Многолучевая интерференция.** Формула Эйри. Интерферометр Фабри-Перо. Многослойные диэлектрические покрытия и их применение.
7. Интерферометры и их применение.
8. Динамические интерференционные картины.

Тема 4. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

1. **Явление дифракции.** Принцип Гюйгенса-Френеля Зоны Френеля, графический метод сложения амплитуд. Дифракция на круглых отверстиях, экранах. Зонная пластинка. Дифракция на краю экрана, зоны Шустера, спираль Корню. Распространение ограниченного пучка света. Границы применения дифракции Френеля и Фраунгофера.
2. **Понятие о теории дифракции Кирхгофа.** Приближение Френеля и приближение Фраунгофера. Дифракция в дальней зоне - дифракция Фраунгофера. Пространственно-модулированная волна, спектр пространственных частот, разложение пучка по плоским волнам, угловой спектр. Дифракция света на двумерных объектах, физика дифракции на щели, дифракция плоской волны на прямоугольном отверстии. Дифракция Гауссова пучка. Дифракция Фраунгофера на круглой апертуре. Разрешающая способность оптических приборов
3. **Дифракция света на периодических структурах.** Дифракция на синусоидальной решетке. Дифракция света на плоской амплитудной решетке. Дифракция на двух- и трехмерных периодических структурах. Формулы Лауэ, закон Вульфа-Брэгга.
4. **Дифракция и спектральный анализ.** Спектральный анализ в оптике. Спектроскопия с пространственным разложением спектров. Призмные, дифракционные и интерференционные спектральные приборы и их основные характеристики: аппаратная функция, угловая и линейная дисперсия, разрешающая способность, область дисперсии
5. **Дифракция волновых пучков.** Дифракционная теория формирования изображений. Роль дифракции в приборах формирующих изображение: линзе, телескопе, микроскопе. Функция пропускания линзы, свойство линзы выполнять преобразование Фурье. Пространственная фильтрация..
6. **Обратная задача теории дифракции. Голография.** Уравнение голограммы, оператор Габоора. Свойства голограмм. Голографирование по методу встречных пучков. Применение голографии.

Тема 5. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

Линейно-, циркулярно- и эллиптически- поляризованный свет. Математическое описание состояния поляризации. Поляризация естественного света. Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Формулы Френеля. Поляризация отраженной и преломленной волн. Угол Брюстера. Явление полного внутреннего отражения света и его применение.

Тема 6. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ С ВЕЩЕСТВОМ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЕТА В СРЕДАХ

1. Дисперсия света. Распространение света в изотропных линейных средах

Распространение плоских монохроматических волн в изотропных средах. Классическая электронная теория дисперсии. Дисперсия фазовой скорости и коэффициента поглощения. Аномальная и нормальная дисперсия. Распространение света в конденсированной среде, формула Лоренца. Оптические свойства сред в ИК, видимой и УФ областях света.

Распространение немнохроматических волн в диспергирующей среде. Групповая скорость распространения пакета. Фазовая и групповая скорости, их соотношение (Формула Релея)
Основы оптики металлов. Особенности распространения света в металлах. Критическая частота. Отражение света поверхностью металла. Рассеяние света в мелкодисперсных и мутных средах.

2. Оптика анизотропных сред

Модель анизотропной среды, тензорная диэлектрическая восприимчивость, тензорная диэлектрическая проницаемость. Главная кристаллическая система координат, оптическая индикатрисса.

Распространение плоских монохроматических волн в анизотропной среде. Уравнение волновых нормалей Френеля. Лучевая скорость. Одноосные кристаллы. Преломление света на границе кристалла. Построение Гюйгенса для анизотропных сред.

Прохождение света через кристаллические пластинки (действие пластинок $\lambda/4$, $\lambda/2$).

Интерференция поляризованных лучей, пластинка между двумя поляроидами.

Индукцированная анизотропия оптических свойств эффекты Погкельса, Керра, Фарадея.

3. Нелинейная оптика. Оптика сильных световых полей

Модель ангармонического осциллятора. Нелинейная поляризация. Оптическое детектирование. Генерация второй гармоники. Условие пространственного синхронизма.

Сложение и вычитание частот. Зависимость показателя преломления от интенсивности света. Самофокусировка и дефокусировка света.

Тема 7. Основы геометрической оптики

Принцип Ферма. Законы отражения и преломления света на границе раздела двух сред. Преломление света на сферической границе. Инвариант Аббе. Центрированная оптическая система.

Тема 8. Основы фотометрии

Основные фотометрические величины, способы их измерения. Единицы измерения (энергетические и световые).

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела	Наименование семинаров, практических	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1.	I-2	Электромагнитные волны, их основные свойства, комплексная запись.	2		Разноуровневые задачи и задания	(ОПК-1, ОПК-2,)
2.	I-3	Спектры модулированных волн. Спектральная плотность мощности. Соотношение между длительностью импульса и шириной спектра.	4	1	Разноуровневые задачи и задания	(ОПК-1, ОПК-2,)
3.	II-6	Квантовая природа света. Законы теплового излучения	2	1	Разноуровневые задачи и задания	(ОПК-1, ОПК-2,)
4.	III-8	Интерференция монохроматического света. Классические интерференционные схемы	2		Разноуровневые задачи и задания	(ОПК-1, ОПК-2,)
5.	III-8	Компьютерная практическая работа "Интерференция" Классические интерференционные схемы	2	2	Отчет по компьютерной работе	(ОПК-1, ОПК-2,)
6.	III-9	Интерференция квазимонохроматического света. Функция видности. Временная когерентность. Спектральное и временное рассмотрение.	4	1	Разноуровневые задачи и задания	(ОПК-1, ОПК-2,)
7.	III-10	Интерференция от протяженных квазимонохроматических источников. Интерферометр Юнга. Пространственная когерентность.	4	2	Разноуровневые задачи и задания	(ОПК-1, ОПК-2,)
8.	III-11	Интерференция в тонких пленках. Полосы равного наклона и полосы равной толщины, их локализация.	2	1	Разноуровневые задачи и задания	(ОПК-1, ОПК-2,)
9.	IV-15	Использование зон Френеля и векторных диаграмм для качественного анализа дифракционных картин. Зонная пластинка. Компьютерная практическая работа "Дифракция"	2	1	Разноуровневые задачи и задания	(ОПК-1, ОПК-2,)
10.	IV-16	Дифракция на щели, прямоугольном и круглом отверстиях. Дифракция Фраунгофера как	4	2	Разноуровневые задачи и задания	(ОПК-1, ОПК-2,)

		пространственное преобразование Фурье. Угловой спектр, его ширина. Разрешающая способность оптических приборов				
11.	IV-17	Дифракционные решетки.	4	1	Разноуровневые задачи и задания	(ОПК-1, ОПК-2,)
12.	IV-18	Спектральные приборы и их основные характеристики Дифракционные ограничения на разрешающую способность линзы, телескопа и микроскопа.	2	1	Разноуровневые задачи и задания	(ОПК-1, ОПК-2,)
13.	IV-19	Голограммы плоских волн, голограмма точки, свойства голограмм.	4	1	Разноуровневые задачи и задания К/р «Дифракция»	(ОПК-1, ОПК-2,)
14.	V	Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Формулы Френеля. Угол Брюстера. Полное внутреннее отражение.	4	2	Разноуровневые задачи и задания	(ОПК-1, ОПК-2,)
15..	VI-2-26.	Интерференция поляризованного света. Поляризационные приборы. Четвертьволновая и полуволновая пластинки. Получение и анализ эллиптически поляризованного света.	6	2	Разноуровневые задачи и задания	(ОПК-1, ОПК-2,)
16.	VII	Основы геометрической оптики. Принцип Ферма. Законы отражения и преломления света на границе раздела двух сред. Преломление света на сферической границе. Инвариант Аббе. Центрированная оптическая система.	6	1	Разноуровневые задачи и задания	(ОПК-1, ОПК-2,)
17.	VIII	Основные фотометрические величины, способы их измерения. Единицы измерения (энергетические и световые)	4	1	Разноуровневые задачи и задания	(ОПК-1, ОПК-2,)
	Всего		60	20		

№ п/п	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Трудоёмкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1.	2	Определение спектральной ширины излучения полупроводникового лазера	4	3	Контрольные вопросы и задания к лабораторным работам	(ОПК-1, ОПК-2,)
2.	3	Определение радиуса кривизны линзы и длины световой волны с помощью колец Ньютона	4	3	Контрольные вопросы и задания к лабораторным работам	(ОПК-1, ОПК-2,)
3.	3	Наблюдение интерференционных полос равного наклона и определение порядка интерференции	4	3	Контрольные вопросы и задания к лабораторным работам	ОПК-1, ОПК-2,)
4.	4	Определение разрешающей способности дифракционной решетки	4	3	Контрольные вопросы и задания к лабораторным работам	ОПК-1, ОПК-2,)
5.	4	Измерение длины волны лазера с помощью дифракционной решетки.	4	3	Контрольные вопросы и задания к лабораторным работам	ОПК-1, ОПК-2,)
6.	4	Изучение спектрального прибора УМ-2	4	3	Контрольные вопросы и задания к лабораторным работам	ОПК-1, ОПК-2,)
7.	3-4	Физические принципы голографии	8	5	Контрольные вопросы и задания к лабораторным работам	ОПК-1, ОПК-2,)
8.	5	Исследование поляризованного света	4	3	Контрольные вопросы и задания к лабораторным работам	ОПК-1, ОПК-2,)
9.	5-6	Вращение плоскости поляризации	4	3	Контрольные вопросы и задания к лабораторным работам	ОПК-1, ОПК-2,)
10.	5-6	Спектроскопическое исследование хроматической поляризации света	4	3	Контрольные вопросы и задания к лабораторным работам	ОПК-1, ОПК-2,)
11.	5-6	Изучение основных явлений поляризации в параллельных световых пучках	4	2	Контрольные вопросы и задания к лабораторным работам	ОПК-1, ОПК-2,)
12.	6.	Определение показателя преломления призмы с помощью гониометра	4	3	Контрольные вопросы и задания к лабораторным работам	ОПК-1, ОПК-2,)
13.	6	Генерация кратных гармоник	4	3	Контрольные вопросы и задания к лабораторным работам	ОПК-1, ОПК-2,)
14.	6	Поглощение кристаллов LiF.	4	3	Контрольные вопросы и задания к	ОПК-1,

		Закон Бугера-Бэра			лабораторным работам	ОПК-2,)
	Всего		60	40		

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

На самостоятельную работу вынесены следующие вопросы

1. Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Формулы Френеля. Поляризация отраженной и преломленной волн. Угол Брюстера.
2. Явление полного внутреннего отражения света и его применение.
3. Интерферометры и их применение.

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов

1. Аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя на семинарских и практических занятиях.

На практических занятиях по дисциплине не менее 1 часа из двух отводится на самостоятельное решение задач. Практические занятия строятся следующим образом:

1. Вводная преподавателя (цели занятия, основные вопросы, которые должны быть рассмотрены).
2. Беглый опрос.
3. Решение 1-2 типовых задач у доски.
4. Самостоятельное решение задач.
5. Разбор типовых ошибок при решении (в конце текущего занятия или в начале следующего).

2. Внеаудиторная самостоятельная работа, в основном, выполняется в виде домашних заданий по решению задач по каждой теме курса.

При выполнении аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы используется учебное пособие Чумак В.В. Волновая оптика в примерах и задачах. Издательство ИГУ. Иркутск, 2012г

При выполнении лабораторных работ и самостоятельной подготовки к их выполнению используется учебное пособие Л.И. Щепина, В.В. Чумак, В.В. Лызганов Оптика. Лабораторный практикум Издательство ИГУ. Иркутск, 2019 г

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература

1. Чумак В.В. Волновая оптика в примерах и задачах [Текст] : учеб.пособие : в 2 ч. / В. В. Чумак ; Иркутский гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012 - . - 20 см. - ISBN 978-5-9624-0579-7. – (84экз)
2. Л.И. Щепина, В.В. Чумак, В.В. Лызганов Оптика. Лабораторный практикум: учеб.пособие : . / Иркутский гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2019 - . - 20 см. - ISBN 978-5-9624-1754-7. – (100 экз)
3. Сивухин, Дмитрий Васильевич. Общий курс физики [Текст] : учеб.пособие для студ. физ. спец. вузов / Д. В. Сивухин. - 3-е изд., стер. - М. :Физматлит. - 22 см. - ISBN 5-9221-0229-X. – Т. 4 : Оптика. - 2013. - 791 с. : ил. - Указ.имен: с. 780-782. - Предм. указ.: с. 783-791. - ISBN 5-9221-0228-1. – (30 экз)
4. Калитеевский, Н.И. Волновая оптика [Электронный ресурс] : учеб.пособие / Н. И. Калитеевский. - Москва : Лань, 2008. - 466 с. : ил. - (Классическая учебная литература по физике) (Лучшие классические учебники). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-0666-1
5. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс] : учеб.пособие / И. Е. Иродов = Exercisesingeneralphysics. - Москва : Лань, 2009. - 416 с. : ил. - (Классическая учебная литература по физике) (Классические задачки и практикумы.Физика). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-0319-6

дополнительная литература

1. Ахманов С.А.Статистическая радиофизика и оптика. Случайные колебания и волны в линейных системах Изд. 2. [Электронный ресурс] / С. А. Ахманов, Ю. Е. Дьяков, А. С. Чиркин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 428 с. : ил. - Доступ в ЭБС "ЛАНЬ". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9221-1204-8
2. Бутиков Е.И.Оптика [Электронный ресурс] / Е. И. Бутиков. - Москва : Лань, 2012. - 607 с. : ил. - (Учебники для вузов.Специальная литература). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-1190-0
3. В.И. Красов, Оптика [Текст] : компьютерный практикум: Учеб. пособие / В.И. Красов, В.Л. Паперный, В.В. Чумак ; Фед. агентство по образованию; Иркут. гос. ун-т . - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2005. - 90 с. : ил ; 21 см. - (Компьютерные технологии в физике). – (31 экз)

Интернет источники

- <http://www.physdep.isu.ru/kosm/method/inform/2/title2.pdf>
- http://window.edu.ru/window/library?p_rid=30126
- <http://www.physdep.isu.ru/>

б) периодические издания

- нет.

в) список авторских методических разработок Учебное пособие.

- Компьютерные технологии в физике. Часть 2. Эксперимент с компьютерной поддержкой: Артамонов М.Ф., Глазунов О.О., Красов В.И., Кринберг И.А., Паперный В.Л., Чумак В.
- Чумак В.В. Волновая оптика в примерах и задачах [Текст] : учеб.пособие : в 2 ч. / В. В. Чумак ; Иркутский гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012 - . - 20 см. - ISBN 978-5-9624-0579-7. – (84экз)
- Л.И. Щепина, В.В. Чумак, В.В. Лызганов Оптика. Лабораторный практикум: учеб.пособие : . / Иркутский гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2019 - . - 20 см. - ISBN 978-5-9624-1754-7. – (100 экз)
- Электронная версия конспектов лекций авт. Чумак В.В.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- ЭЧЗ «Библиотех» <https://isu.bibliotech.ru/>
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС «Рукопт» <http://rucont.ru/>
- ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru>

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

- Лекции и практические занятия проводятся в аудитории оборудованной мультимедийным проектором и ноутбуком.
- Имеется набор для демонстраций: полупроводниковый лазер, набор дифракционных решеток, щелей.
- Используется комплект компьютерных презентаций по всем разделам курса авт. Чумак В.В.
- Лабораторный практикум по дисциплине проходит в оборудованной лаборатории (лаб 211)
- На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет, стандартные средствами просмотра презентаций и других материалов по курсу.
- Имеются списки заданий и методическое руководство в электронном и печатном виде, в том числе в авторских учебных пособиях.

5.2. Программное обеспечение:

Используется программное обеспечение к пособию В.И. Красов, В.Л. Паперный, В.В. Чумак Оптика Компьютерный практикум. РИО ИГУ, используется в качестве демонстрационного материала

- Стандартные средства Windows и MS Office для работы с презентациями,
- стандартные сервисы глобальной сети Интернет

6.3. Технические и электронные средства:

Для проведения практических и лекционных занятий в качестве демонстрационного оборудования используются проектор, экран. Используются современные образовательные технологии: информационные (лекции и презентации в Power Point), проектные (мультимедиа, видео, документальные фильмы). Использование глобальной компьютерной сети позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов и реализовать самостоятельную работу студентов.

Для организации и контроля самостоятельной работы студентов используется ЭОС университета, где размещены материалы и авторские лекции и занятия

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Курс имеет электронную версию для презентации.

Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования. Используются интерактивные технологии

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Фонд оценочных средств представлен в приложении

Типы контроля успешности освоения программы студентом :

- текущий контроль успеваемости;

- промежуточная аттестация;
- итоговая государственная аттестация.

Текущий контроль успеваемости – это проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра.

Промежуточная аттестация (зачет, экзамен) - это оценка совокупности знаний, умений, навыков по дисциплине в целом или по ее разделам.

Формы промежуточного и итогового контроля

Текущая аттестация проводится еженедельно. Критерий формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях и семинарских занятиях, уровень подготовки к семинарам, выполнение домашних работ.

Для получения допуска к экзамену студент обязан решить не менее двух письменных контрольных, выполнить все домашние задания и успешно выступить на семинаре. Для допуска к экзамену необходимо набрать не менее 30 баллов.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Кроме того, дисциплина включена в программу Итоговой государственной аттестации. В экзаменационной работе на государственном экзамене имеется как минимум одна задача по данному курсу в каждом варианте.

Устный экзамен проходит по билетам, каждый из которых содержит два вопроса и задачу. Обобщенная схема билета приведена ниже

Билет №

1. Вопрос для проверки уровня обученности ЗНАТЬ
.....
2. Вопрос для проверки уровня обученности УМЕТЬ*
.....
3. Задача для проверки уровня обученности ВЛАДЕТЬ*

Каждый вопрос содержит один пункт программы курса или его часть. Для получения положительной оценки необходимо, набрать сумму баллов по текущей аттестации и экзамену не менее 60 баллов.

В процессе контроля проверяется сформированность следующих общекультурных и профессиональных компетенций

- Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности; (ОПК-1)
 - ✓ ОПК-1.3. использует базовые знания в области физики в своей профессиональной деятельности
- Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные (ОПК-2)
 - ✓ ОПК-2.1 Знает основные научные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов и явлений
 - ✓ ОПК-2.2 Проводит научные исследования физических объектов и анализирует результаты исследований

По каждой теме разработаны тестовые задания, вопросы для тестов приведены в приложении. Кроме этого к курсу прилагается тест для программируемого контроля содержащий 2 варианта и 50 вопросов. Тест включает следующие виды заданий:

1. задания с единственным выбором ответа (1-35);
2. задания с множественным выбором (36-43)
3. задания на установление соответствия (44-47)
4. задания на установление правильной последовательности (48-49)
5. задания открытой формы. Вставьте пропущенное слово (50)

Виды контроля и аттестации приведены в таблице

- **Программа оценивания контролируемой компетенции**

	Контролируемые темы (разделы)	Контролируемые компетенции/индикаторы	Показатель	Критерий оценивания	Наименование ОС ²	
					³ ТК	ПА ⁴
	ВВЕДЕНИЕ. Основные этапы развития оптики	ОПК-1 (ОПК-1.3)				Вопросы в экзаменационном билете
I.	Основы электромагнитной теории света	ОПК-1 (ОПК-1.3)	Баллы за выполненное задание Базовый/Повышенный уровень	0,5 / 1 балл за задачу	Разноуровневые задачи и задания	Вопросы в экзаменационном билете
II.	Излучение световых волн	ОПК-1 (ОПК-1.3) ОПК-2 (ОПК-2.1 ОПК-2.2)	Баллы за выполненное задание Базовый/Повышенный уровень	0,5 / 1 балл за задачу	Разноуровневые задачи и задания Задания по лабораторным работам	Вопросы в экзаменационном билете
		ОПК-1 (ОПК-1.3) ОПК-2 (ОПК-2.1 ОПК-2.2)	Выполнение компьютерной лабораторной работы	1 балл за задание	Набор заданий компьютерного практикума	Вопросы в экзаменационном билете
III.	Интерференция света	ОПК-1 (ОПК-1.3) ОПК-2 (ОПК-2.1 ОПК-2.2)	Баллы за выполненное задание Базовый/Повышенный уровень	0,5 / 1 балл за задачу	Разноуровневые задачи и задания Задания по лабораторным работам	Вопросы в экзаменационном билете
		ОПК-1 (ОПК-1.3) ОПК-2 (ОПК-2.1)	Баллы за выполненное задание	2 балла за задачу	Контрольная работа	Вопросы в экзаменационном билете
		ОПК-1 (ОПК-1.3) ОПК-2 (ОПК-2.1 ОПК-2.2),	Выполнение компьютерной лабораторной работы	1 балл за задание	Набор заданий компьютерного практикума	Вопросы в экзаменационном билете
IV.	Дифракция света	ОПК-1 (ОПК-1.3) ОПК-2 (ОПК-2.1 ОПК-2.2)	Баллы за выполненное задание Базовый/Повышенный уровень	0,5 / 1 балл за задачу	Разноуровневые задачи и задания Задания по лабораторным работам	Вопросы в экзаменационном билете
		ОПК-1 (ОПК-1.3)	Баллы за выполненное	2 балла	Контрольная работа	Вопросы в экзаменационном билете

		ОПК-2 (ОПК-2.1 ОПК-2.2)	задание	за задачу		нном билете
		ОПК-1 ОПК-2, ОПК-1 (ОПК-1.3) ОПК-2 (ОПК-2.1 ОПК-2.2)	Выполнение компьютерно й лабораторной работы	1 балл за задани е	Набор заданий компьютерн ого практикума	Вопросы в экзаменацио нном билете
V.	Поляризация света	ОПК-1 (ОПК-1.3) ОПК-2 (ОПК-2.1 ОПК-2.2)	Баллы за выполненное задание Базовый/Пов ышенный уровень	0,5 / 1 балл за задачу	Разноуровн евые задачи и задания Задания по лабораторн ым работам	Вопросы в экзаменацио нном билете
VI	1. Распространение света в изотропных линейных средах	ОПК-1 (ОПК-1.3) ОПК-2 (ОПК-2.1 ОПК-2.2)			Разноуровн евые задачи и задания Задания по лабораторн ым работам	Вопросы в экзаменацио нном билете
VI	2. Оптика анизотропных сред	ОПК-1 (ОПК-1.3) ОПК-2 (ОПК-2.1 ОПК-2.2)	Баллы за выполненное задание Базовый/Пов ышенный уровень	0,5 / 1 балл за задачу	Разноуровн евые задачи и задания Задания по лабораторн ым работам	Вопросы в экзаменацио нном билете
VI	3. Нелинейная оптика	ОПК-1 (ОПК-1.3) ОПК-2 (ОПК-2.1 ОПК-2.2),				Вопросы в экзаменацио нном билете
VII	Основы геометрической оптики.	ОПК-1 (ОПК-1.3) ОПК-2 (ОПК-2.1 ОПК-2.2)	Баллы за выполненное задание Базовый/Пов ышенный уровень	0,5 / 1 балл за задачу	Разноуровн евые задачи и задания	Вопросы в экзаменацио нном билете
VIII	Основные фотометрические величины, способы их измерения.	ОПК-1 (ОПК-1.3) ОПК-2 (ОПК-2.1 ОПК-2.2)	Баллы за выполненное задание Базовый/Пов ышенный уровень	0,5 / 1 балл за задачу	Разноуровн евые задачи и задания	Вопросы в экзаменацио нном билете
		ОПК-1 (ОПК-1.3) ОПК-2 (ОПК-2.1 ОПК-2.2)	Баллы за выполненное задание	2 балла за задачу	Контрольна я работа	Вопросы в экзаменацио нном билете
	Все разделы	ОПК-1	Баллы за	В	Тест	

		(ОПК-1.3) ОПК-2 (ОПК-2.1 ОПК-2.2)	выполненное задание	соответствии с инструкцией к тесту		
--	--	--	---------------------	------------------------------------	--	--

¹ Раздел, тема дисциплины указываются в соответствии с рабочей программой дисциплины (модуля)

² ОС – оценочное средство

³ ТК – текущий контроль

⁴ ПА – промежуточная аттестация

1) Демонстрационный вариант контрольной работы №1

Вариант 1.

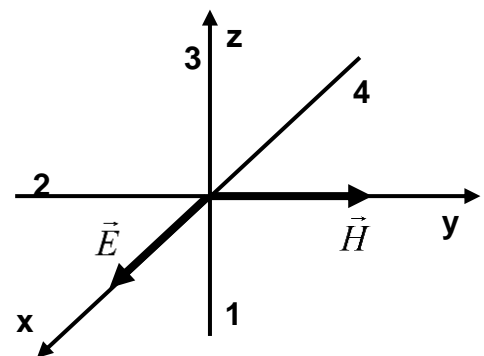
- С помощью тонкой собирающей стеклянной линзы с показателем преломления $n = 1,5$ получено действительное изображение предмета на расстоянии 10 см от линзы. После того, как предмет и линзу поместили в воду, не меняя расстояния между ними, изображение получилось на расстоянии 60 см от линзы. Найти фокусное расстояние линзы в воздухе, если показатель преломления воды $n_g = 4/3$
- У тонкой двояковыпуклой линзы серебрится одна из поверхностей. Найти фокусное расстояние f полученного таким образом зеркала. Радиус кривизны чистой поверхности R_1 , радиус кривизны посеребренной поверхности R_2 .
- Линза с фокусным расстоянием $f = 10$ см сделана из стекла с показателем преломления $n = 1,5$. Найти фокусное расстояние f_1 линзы, помещенной в воду ($n_1 = 4/3$).
- Над центром круглой площадки висит лампа. Освещенность E_1 в центре площадки равна 40 лк, E_2 на краю площадки равна 5 лк. Под каким углом α падают лучи на край площадки?

2) Образец теста по темам «Электромагнитные волны. Интерференция света»

Задание 1

На рисунке показана ориентация векторов напряжённости электрического (\vec{E}) и магнитного (\vec{H}) полей в электромагнитной волне. Вектор плотности потока энергии электромагнитного поля ориентирован в направлении ...

- 1; 2; 3; 4.



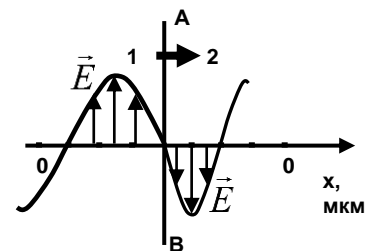
Задание 2

На рисунке представлена мгновенная фотография электрической составляющей электромагнитной волны, переходящей из среды 1 в среду 2 перпендикулярно границе раздела АВ.

Отношение скорости света в среде 2 к его скорости в среде 1 равно ...

- 1); 1,5 2) 0,67; 3) 1,75; 4) 0,84.

Задание 3



Появление цветных радужных пятен на поверхности воды, покрытой тонкой бензиновой или масляной пленкой является следствием явления....

- 1) Интерференции света;
- 2) Дифракции света;
- 3) Поляризации света;
- 4) Дисперсии света.

Задание 4

Разность хода двух интерферирующих лучей равна $\lambda/4$ (λ – длина волны). Разность фаз колебаний равна:

- 1) 45° ;
- 2) 30° ;
- 3) 60° ;
- 4) 90° .

Задание 5

Складываются два гармонических колебания одного направления с одинаковыми частотами и равными амплитудами A_0 . При разности фаз $\Delta\varphi = \pi$ амплитуда результирующего колебания равна...

- 1) 0;
- 2) $A_0\sqrt{2}$;
- 3) $A_0\sqrt{3}$;
- 4) $2A_0$.

Задание 6

При интерференции когерентных лучей с длиной волны 400 нм максимум второго порядка возникает при разности хода ...

- 1) 400 нм;
- 2) 200 нм;
- 3) 800 нм;
- 5) 100 нм.

Задание 7

Из приведенных утверждений, касающихся сложения волн, верным является следующее утверждение:

- 1) суммарная интенсивность при интерференции двух когерентных волн зависит от разности фаз интерферирующих волн;
- 2) при интерференции когерентных волн одинаковой интенсивности суммарная интенсивность равна учетверенной интенсивности каждой волны;
- 3) при сложении когерентных волн суммарная интенсивность равна сумме интенсивностей складываемых волн.

Задание 8

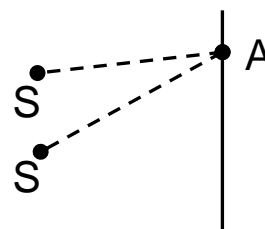
Когерентные волны с начальными фазами φ_1 и φ_2 и разностью хода Δ при наложении максимально ослабляются при выполнении условия ($k = 0, 1, 2$)...

- 1) $\Delta = \lambda/4$;
- 2) $\varphi_1 - \varphi_2 = 2k\pi$;
- 3) $\Delta = k\lambda = 2k\lambda/2$;
- 4) $\Delta = (2k+1)\lambda/2$.

Задание 9

Для точки А оптическая разность хода лучей от двух когерентных источников S_1 и S_2 равна 1,2 мкм. Если длина волны в вакууме 600 нм, то в точке А будет наблюдаться...

- 1) максимум интерференции, так как разность хода равна четному числу полуволн;
- 2) минимум интерференции, так как разность хода равна нечетному числу полуволн;
- 3) минимум интерференции, так как разность хода равна четному числу полуволн;
- 4) максимум интерференции, так как разность хода равна нечетному числу полуволн.



Перечень вопросов к экзамену

Все темы курса, содержатся в билетах.

Образец экзаменационного билета

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина Колебания и волны. Оптика Б1.О.12.03

Направление подготовки 03.03.02 Физика

1. Вопрос для проверки уровня обученности ЗНАТЬ
Уравнения Максвелла. Волны в вакууме. Волновое уравнение. Плоские монохроматические волны (скалярные и векторные).
.....
2. Вопрос для проверки уровня обученности УМЕТЬ*
Свойства плоских волн: поперечность, связь между компонентами, поляризация. Представление плоской волны в комплексной форме. Сферические волны. Стоячие волны.....
3. Задача для проверки уровня обученности ВЛАДЕТЬ*
На рисунке показана схема интерферометра для измерения показателей преломления прозрачных веществ.
Здесь S – узкая щель, освещаемая монохроматическим светом $\lambda = 589$ нм, 1 и 2 – две одинаковые трубки с воздухом, длина каждой из которых $l = 10,0$ см, D – диафрагма с двумя щелями. Когда воздух в трубке 1 заменили аммиаком, то интерференционная картина на экране Э сместилась вверх на $N = 17$ полос. Показатель преломления воздуха $n = 1,000277$. Определить показатель преломления аммиака.

Педагогический работник _____ В.В. Чумак
(подпись)Заведующий кафедрой _____ А.А. Гаврилюк
(подпись)

« ___ » _____ 2022 г.

Критерии оценки:**Максимальный балл - 40 баллов****Ответ на вопрос 1 - 10 баллов****Ответ на вопрос 2 - 10 баллов****Ответ на вопрос 3 - 20 баллов****Пример тестовых заданий для проверки сформированности компетенций, указанных выше п.3:**

Тестовые задания приведены выше, в 11.

Разработчики:_____ доцент
(подпись)

Чумак В.В.

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики
Протокол № 7 от 31. 01.2023 г.Зав. Кафедрой  Гаврилюк А.А.

(ФИО, подпись)

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.