

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и
инженерной механики

« 18 »

04

Могильная Е.П.
2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОПТИКА»

По направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль подготовки «Физика»

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Оптика» по направлению подготовки 03.03.02 Физика. – 23 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Оптика» составлена с учетом Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «07» августа 2020 года №891.

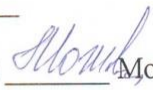
СОСТАВИТЕЛЬ:

кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры физики Харченко Е.И.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена на заседании кафедры физики «18» 04 2023г., протокол № 9

Заведующий кафедрой физики  Корсунов К.А.

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Директор института технологий и инженерной механики  Могильная Е.П.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики «18» 04 2023г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики  Ясуник С.Н.

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – изучение комплекса существующих представлений в области оптики, основанных на современных научных данных и в представлении физической теории оптических явлений как обобщения наблюдений, практического опыта и эксперимента.

Задачи:

сообщить студенту основные принципы и законы оптики, и их математическое выражение;

ознакомить с основными оптическими явлениями, методами их наблюдения и экспериментального исследования, с главными методами точного измерения физических величин, с методами обработки и анализа результатов эксперимента, с основными оптическими приборами, - сформировать у студента навыки экспериментальной работы;

ознакомить его с основными принципами автоматизации физического эксперимента, научить правильно выражать физические идеи, количественно формулировать и решать задачи, оценивать порядки физических величин;

дать студенту ясное представление о границах применения физических моделей и гипотез;

развить у него любознательность и интерес к изучению оптики;

дать студенту понимание важнейших этапов истории развития оптики, ее философских и методологических проблем.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Оптика» входит в модуль естественных дисциплин обязательной части учебного плана подготовки студентов по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Математический анализ», «Алгебра и геометрия», «Электричество и магнетизм» и служит основой для освоения дисциплин «Электродинамика», «Физика атома и атомных явлений», «Нелинейная оптика», «Колебания и волны», «Методы математической физики».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями в области физико-математических и (или) естественных наук ОПК-1.2. Применяет базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности	Знать: основные этапы эволюции волновых и корпускулярных представлений о природе света; основные принципы и законы волновой и геометрической оптики, их математическое выражение и практическое использование; основы голографии, физику взаимодействия электромагнитных волн с веществом; законы распространения и излучения

		света, оптику движущихся сред; границы применимости оптико-физических моделей и гипотез. Уметь: проводить вычисления основных характеристик световых волн; вычислять интенсивности света при двух- и многолучевой интерференции; вычислять интенсивности света при дифракции Френеля и Фраунгофера на препятствиях различной формы; вычислять параметры спектральных приборов и аппаратов; вычислять коэффициенты отражения и пропускания поляризованного света, углы поворота площади поляризации, вращательную способность вещества поляризуемость молекул, эффективную диэлектрическую проницаемость вещества, дисперсию показателя преломления, коэффициенты поглощения и рассеяния, частоту рассеянного света. Владеть: навыками решения задач по основным разделам оптики; навыками применения основных законов геометрической и волновой оптики в важнейших практических приложениях; проведения физического эксперимента в области оптики; построения и исследования математических и механических моделей оптических систем; использования возможностей современных компьютеров и информационных технологий при аналитическом и численном исследованиях математико-механических моделей оптических систем.
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	216 (6 зач. ед)	Не предусмотрена
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	102	-
Лекции	51	-
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	51	-
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые</i>)	-	

<i>дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.)</i>		
Самостоятельная работа студента / форма контактной работы	78 / 36	-
Форма аттестации	экзамен	-

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 4

Тема 1. Электромагнитные волны.

Уравнения Максвелла. Волновое уравнение для электромагнитного поля. Плоские электромагнитные волны и их свойства. Вектор Умова-Пойнтинга.

Основы фотометрии. Энергетические характеристики излучения. Функция видимости. Световые величины. Световой поток. Сила света. Яркость. Светимость.

Тема 2. Геометрическая оптика.

Основные законы геометрической оптики. Принцип Гюйгенса. Принцип Ферма. Преломление на сферической поверхности. Формула сферической поверхности. Инвариант Аббе. Оптическая сила и фокусы преломляющей поверхности. Увеличение. Теорема Лагранжа-Гельмгольца.

Преломление в линзе. Общая формула линзы. Формула Ньютона. Оптическая сила и фокусные расстояния тонкой линзы. Увеличение в линзе.

Тема 3. Оптические системы.

Центрированная оптическая система. Теория Гаусса для идеальной оптической системы. Кардинальные плоскости и точки. Формула оптической системы. Фокусные расстояния. Оптическая сила системы. Увеличение системы.

Сложная оптическая система. Положение главных плоскостей и фокусов сложной системы. Толстая линза. Примеры сложных систем. Телескопическая система. Матричный метод для преобразования луча в ОС.

Оптические приборы. Световой поток, проходящий через оптическую систему. Освещенность изображения. Зрачки входа и выхода. Погрешности оптических систем.

Тема 4. Интерференция света.

Интерференция световых волн. Условия максимума и минимума интенсивности. Когерентность. Пространственная когерентность.

Способы наблюдения интерференции. Интерференционные опыты по наблюдению интерференции. Полосы равного наклона и толщены. Опыт Юнга. Зеркала Френеля. Кольца Ньютона.

Многолучевая интерференция. Интерферометры. Интерферометр Фабри-Перо. Интерферометр Жалена. Интерферометр Майкельсона. Применение интерференции.

Тема 5. Дифракция света.

Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля от круглого отверстия и круглого диска. Зонная пластинка. Дифракция Френеля от прямолинейного края полуплоскости.

Дифракция Фраунгофера на щели и отверстиях. Дифракционная решетка. Дифракция на многомерных структурах. Дифракция на двумерной решетке. Дифракция рентгеновских лучей. Голография.

Тема 6. Поляризация света.

Поляризация света. Закон Малюса. Двойное лучепреломление. Одноосные кристаллы. Построение Гюйгенса. Поляризационные приборы. Интерференция поляризованных лучей. Прохождение поляризованного света через кристаллическую пластинку. Кристаллическая пластинка между двумя поляризаторами. Распространение света через границу двух сред. Формулы Френеля. Закон Брюстера.

Тема 7. Распространение света в анизотропной среде.

Искусственная анизотропия. Искусственное двойное лучепреломление. Эффект Керра. Вращение плоскости поляризации. Эффект Фарадея.

Дисперсия света. Классическая электронная теория дисперсии. Аномальная дисперсия. Дисперсия в металлах и плазме.

Поглощение и рассеяние света. Закон Бугера. Рассеяние света. Закон Рэлея. Излучение Вавилова-Черенкова.

Тема 8. Оптика движущихся тел.

Основные положения частной теории относительности. Эффект Доплера. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Электромагнитные волны	2	-
2	Основы фотометрии	2	-
3	Основные законы геометрической оптики	2	-
4	Преломление на сферической поверхности	2	-
5	Преломление в линзах	2	-
6	Центрированная оптическая система	2	-
7	Сложная оптическая система	2	-
8	Оптические приборы	2	-
9	Интерференция света	2	-
10	Способы наблюдения интерференции	2	-
11	Многолучевая интерференция	4	-
12	Дифракция света	4	-
13	Дифракция Фраунгофера	4	-
14	Дифракция на многомерных структурах.	4	-
15	Поляризация света.	4	-
16	Интерференция поляризованных лучей	4	-
17	Распространение света через границу двух сред	2	-
18	Искусственная анизотропия. Вращение плоскости поляризации	2	-
19	Дисперсия света.	2	-
20	Поглощение и рассеяние света	2	-
21	Оптика движущихся тел	2	-
Итого:		51	-

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Электромагнитные волны	2	-
2	Фотометрия	4	-
3	Отражение и преломление света	4	-
4	Сферические зеркала и линзы	4	-
5	Центрированная оптическая система	2	-
6	Оптические приборы	2	-
7	Методы наблюдения интерференции света	4	-
8	Интерференция в тонких пленках	4	-
9	Интерферометры	3	-
10	Дифракция Френеля	4	-
11	Дифракция Фраунгофера	4	-
12	Разрешающая способность оптических приборов. Дифракция на пространственных структурах	2	-
13	Поляризация на диэлектриках. Формулы Френеля.	4	-
14	Двойное лучепреломление	2	-
15	Вращение плоскости поляризации	2	-
16	Дисперсия и поглощение света.	2	-
17	Оптика движущихся источников	2	-
Итого:		51	-

4.5. Лабораторные работы по дисциплине «Оптика» не предполагаются учебным планом.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Электромагнитные волны	Выполнение домашнего задания	10	-
2	Геометрическая оптика	Выполнение домашнего задания	10	-
3	Оптические системы	Выполнение домашнего задания	10	-
4	Интерференция	Выполнение домашнего задания	10	-
5	Дифракция	Выполнение домашнего задания	10	-
6	Поляризация	Выполнение домашнего задания	10	-
7	Распространение света в анизотропной среде	Выполнение домашнего задания	10	-
8	Оптика движущихся тел	Выполнение домашнего задания	8	-
Итого:			78	-

4.7. Курсовые работы по дисциплине «Оптика» не предполагаются учебным планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: объяснительно-иллюстративного обучения (технология поддерживающего обучения, технология проведения учебной дискуссии), информационных технологий (презентационные материалы), развивающих и инновационных образовательных технологий.

Практические занятия проводятся с использованием развивающих, проблемных, проектных, информационных (использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект) образовательных технологий.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Волновая и квантовая оптика: учебное пособие И.В. / Гвоздовский, Е.В. Залепукина, И.А. Лапицкая, К.М. Лапицкий, И.Н. Павлов, А.Ю. Подройков, Г.М. Янина / Под ред. С.В. Григорьева. – М.: Издательство МЭИ, 2016. – 112 с.
2. Учебное пособие. Основы геометрической и волновой оптики: / Харченко Е.И., Чаленко А.В. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2017. – 139 с.
3. Барсуков, В.И. Физика. Волновая и квантовая оптика: учебное пособие /В.И. Барсуков, О.С. Дмитриев. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 132 с.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учеб. пособие: в 5 т. Т.4: Оптика. – М.: ФИЗМАТЛИТ. – 2006. – 791 с.

б) дополнительная литература:

1. Савельев, И.В. Курс общей физики: учеб. пособие для вузов. В 3 т. Т. 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. / И.В. Савельев. – Изд. 10-е, стер. – СПб: Лань, 2008 – 476 с.
2. Паршин Д.А, Зегря Г.Г. Конспект лекций по общему курсу физики. Издательство: Санкт-Петербург, 2008. – 111 с.
3. Ахманов С.А. Никитин С. Физическая оптика. Издательство: МГУ, 2004.
4. Ландсберг Г.С. Оптика: учеб. пособие. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 848 с.
5. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: учеб. пособие для вузов. Издательство: Лань СПб, 2006. – 416 с.
6. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. Издательство: ФИЗМАТЛИТ, 2009 г. – 640 с.
7. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. Издательство: Книжный мир, 2008. – 328 с.
8. Сборник задач по общему курсу физики. Оптика (Под редакцией Сивухина Д.В.) – М.: Наука, 1977.
9. Стафеев С.К., Боярский К.К., Башнина Г.Л. Основы оптики: Учебное пособие. СПб.: Питер, 2006. – 336 с.
10. Бутиков Е.И. Оптика: Учебное пособие для студентов физических специальностей вузов. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: Невский диалект; БХВ Петербург, 2003. – 480 с.

в) методические указания:

1. Конспект лекций по дисциплине «Оптика» (в 2-х частях), часть 1 «Геометрическая оптика» (для студентов, обучающихся по направлению

подготовки 03.03.02 Физика) / Сост.: Е.И. Харченко, А.В. Чаленко. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2019. – 64 с.

2. Конспект лекций по дисциплине «Оптика» (в 2-х частях), часть 2 «Волновая оптика» (для студентов, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика) / Сост.: Е.И. Харченко, А.В. Чаленко. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2019. – 105 с.

3. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Оптика» (для студентов, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» (в 2-х частях), часть 1. «Геометрическая оптика» / Сост.: Е.И. Харченко, А.В. Чаленко, К.А. Корсунов – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2019. – 64 с.

4. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Оптика» (для студентов, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» (в 2-х частях), часть 2. «Волновая оптика» / Сост.: Е.И. Харченко, А.В. Чаленко, К.А. Корсунов – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2019. – 72 с.

5. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Оптика» (для студентов, (для студентов, обучающихся по направлению «Физика», специальность 03.03.02 / Сост.: Е.И. Харченко А.В. Чаленко, – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2017. – 24 с.

г) Интернет-ресурсы:

- Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
- Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
- Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
- Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
- Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
- Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
- Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
- Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>
- Электронный каталог Научно-технической библиотеки ЮРГПУ (НПИ) – <https://libweb.srsu.ru/MegaProWeb/Web>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/register>
- Научная электронная библиотека eLibrary – <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

- Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

На лекционных занятиях используются комплекты электронных презентаций / слайдов, раздаточный материал, наглядные пособия в аудиториях, оснащенных презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические и лабораторные занятия проводятся в специальных лабораториях, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине «Оптика»

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Оптика»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Тема 1. Электромагнитные волны	4
				Тема 2. Геометрическая оптика	4
				Тема 3. Оптические системы	4
				Тема 4. Интерференция света.	4
				Тема 5. Дифракция света	4
				Тема 6. Поляризация света.	4
				Тема 7. Распространение света в изотропной среде	4
				Тема 8. Оптика движущихся тел	4

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-1 ОПК-1.1, ОПК-1.2	Знать: основные этапы эволюции волновых и корпускулярных представлений о природе света; основные принципы и законы волновой и геометрической оптики, их математическое выражение и практическое использование; основы голографии, физику взаимодействия электромагнитных волн с веществом; законы распространения и излучения света, оптику движущихся сред; границы применимости оптико-физических моделей и гипотез. Уметь: проводить вычисления основных характеристик световых волн; вычислять интенсивности света при двух- и многолучевой интерференции; вычислять интенсивности света при дифракции Френеля и Фраунгофера на препятствиях различной формы; вычислять параметры спектральных приборов и аппаратов;	Темы 1–8	Вопросы экзаменационных работ, контрольные работы.

		вычислять характеристики взаимодействия света с веществом. Владеть навыками решения задач по основным разделам оптики; проведения физического эксперимента в области оптики; построения и исследования математических и механических моделей оптических систем; использования возможностей современных компьютеров и информационных технологий при аналитическом и численном исследованиях математико-механических моделей оптических систем		
--	--	---	--	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Оптика»

Вопросы к контрольным работам:

Контрольная работа 1

Билет №1

1. Вогнутое сферическое зеркало дает на экране изображение предмета, увеличенное в $\Gamma = 4$ раза. Расстояние a от предмета до зеркала равно 25 см. Определить радиус R кривизны зеркала.

2. Из стекла требуется изготовить плосковыпуклую линзу, оптическая сила Φ которой равна 5 дптр. Определить радиус кривизны выпуклой поверхности линзы

Билет №2

1. Фокусное расстояние f вогнутого зеркала равно 15 см. Зеркало дает действительное изображение предмета, уменьшенное в три раза. Определить расстояние a от предмета до зеркала?

2. Двояковыпуклая линза имеет одинаковые радиусы кривизны поверхностей. При каком радиусе R кривизны поверхностей линзы главное фокусное расстояние f ее будет равно 20 см.

Билет №3

1. Радиус R кривизны выпуклого зеркала равен 50 см. Предмет высотой $h=15$ см находится на расстоянии a , равном 1 м, от зеркала. Определить расстояние b от зеркала до изображения и его высоту H .

2. Отношение k радиусов кривизны поверхностей линзы равно 2. При каком радиусе R кривизны выпуклой поверхности оптическая сила Φ линзы равна 10 дптр?

Билет №4

1. На столе лежит лист бумаги. Луч света, падающий на бумагу под углом $i=30^\circ$, дает на ней светлое пятно. На сколько сместится это пятно, если на бумагу положить плоскопараллельную стеклянную пластину толщиной $d = 5$ см?

2. Определить радиус R кривизны выпуклой поверхности линзы, если при отношении k радиусов кривизны поверхностей линзы, равном 3, ее оптическая сила $\Phi = -8$ дптр.

Билет №5

1. Луч света падает под углом $i=60^\circ$ на стеклянную пластинку толщиной $d = 30$ мм. Определить боковое смещение Δx луча после выхода из пластины.

2. Из двух часовых стекол с одинаковыми радиусами R кривизны, равными 0,5 м, склеена двояковогнутая «воздушная» линза. Какой оптической силой Φ будет обладать такая линза в воде?

Билет №6

1. Пучок параллельных лучей падает на толстую стеклянную пластину под углом $i = 60^\circ$, и преломляясь, переходит в стекло. Ширина a пучка в воздухе равна 10 см. Определить ширину b пучка в стекле.

2. Линза изготовлена из стекла, показатель преломления которого для красных лучей $n_{кр} = 1,50$, а для фиолетовых $n_{ф} = 1,52$. Радиусы кривизны поверхностей R обеих поверхностей линзы одинаковы и равны 1 м. Определить расстояние Δf между фокусами линзы для красных и фиолетовых лучей.

Билет №7

1. Определить фокусное расстояние вогнутого сферического зеркала, если оно дает действительное изображение предмета, увеличенное в 4 раза. Расстояние между предметом и его изображением 15 см.

2. Определить главное фокусное расстояние f плосковыпуклой линзы, диаметр d которой равен 10 см. Толщина h в центре линзы равна 1 см, толщину у краев можно принять равной нулю.

Билет №8

1. Радиус кривизны вогнутого зеркала 40 см. Найти положение предмета, при котором его изображение будет действительным и увеличенным в 2 раза; мнимым и увеличенным в 2 раза.

2. У линзы, находящейся в воздухе, фокусное расстояние $f_1 = 5$ см, а погруженной в раствор сахара $f_2 = 35$ см. Определить показатель преломления n раствора.

Билет №9

1. Предмет расположен на расстоянии 15 см от вершины вогнутого зеркала на его оптической оси. Изображение получилось на расстоянии 30 см от зеркала. Найти, куда и на сколько сместится изображение, если предмет приблизить к зеркалу на 1 см.

2. Тонкая линза, помещенная в воздухе, обладает оптической силой $\Phi_1 = 5$ дптр, а в некоторой жидкости $\Phi_2 = -0,48$ дптр. Определить показатель преломления n_2 жидкости, если показатель преломления n_1 стекла, из которого изготовлена линза, равен 1,52.

Билет №10

1. Сходящийся пучок лучей падает на выпуклое зеркало так, что точка пересечения продолжений этих лучей находится на оси зеркала на расстоянии 20 см от него. После отражения эти лучи пересекают оптическую ось на расстоянии 0,6 м от зеркала. Найти фокусное расстояние зеркала.

2. В вогнутое сферическое зеркало радиусом $R = 20$ см налит тонким слоем глицерин. Определить главное фокусное расстояние f такой системы.

Билет №11

1. Определить фокусное расстояние вогнутого зеркала при расстоянии между предметом и изображением $l = 15$ см и поперечном увеличении $\beta = -2,0$.

2. На высоте $h = 1,0$ м над центром круглого стола радиуса $R = 1,0$ м подвешен точечный источник, сила света которого I так зависит, от направления, что освещенность всех точек стола оказывается равномерной.

Найти вид функции $I(\vartheta)$, где ϑ – угол между направлением излучения и вертикалью, а также световой поток, падающий на стол, если $I(0) = I_0 = 100$ кд.

Билет №12

1. Определить фокусное расстояние вогнутого зеркала при расстоянии между предметом и изображением $l=15$ см и поперечном увеличении $\beta = -2,0$.

2. Двояковыпуклая линза имеет одинаковые радиусы кривизны поверхностей. При каком радиусе R кривизны поверхностей линзы главное фокусное расстояние f ее будет равно 20 см?

Билет №13

1. Определить фокусное расстояние вогнутого зеркала, если при одном положении предмета поперечное увеличение $\beta_1 = -0,50$, а при другом положении, смещенном относительно первого на расстояние $l=5,0$ см, поперечное увеличение $\beta_2 = -0,25$.

2. Небольшой светильник, имеющий вид равномерно светящейся сферы радиуса $R = 6,0$ см, находится на расстоянии $h = 3,0$ м от пола. Яркость светильника $L = 2,0 \cdot 10^4$ кд/м² и не зависит от направления. Найти освещенность пола непосредственно под светильником.

Билет №14

1. Фокусное расстояние f вогнутого зеркала равно 15 см. Зеркало дает действительное изображение предмета, уменьшенное в три раза. Определить расстояние a от предмета до зеркала?

2. Лампочка, потребляющая мощность $P = 75$ Вт, создает на расстоянии $r = 3$ м при нормальном падении лучей освещенность $E = 8$ лк. Определить удельную мощность p лампочки (в ваттах на канделу) и световую отдачу η лампочки (в люменах на ватт).

Билет №15

1. Вогнутое сферическое зеркало дает на экране изображение предмета, увеличенное в $\Gamma = 4$ раза. Расстояние a от предмета до зеркала равно 25 см. Определить радиус R кривизны зеркала.

2. На высоте $h=3$ м над землей и на расстоянии $r = 4$ м от стены висит лампа силой света $I = 100$ кд. Определить освещенность E_1 стены и E_2 горизонтальной поверхности земли у линии их пересечения.

Контрольная работа 2

1. В установке для наблюдения колец Ньютона свет с длиной волны $\lambda=0,5$ мкм падает нормально на плосковыпуклую линзу с радиусом кривизны $R_1=1$ м, положенную выпуклой стороной на вогнутую поверхность плосковогнутой линзы с радиусом кривизны $R_2=2$ м. Определить радиус r_3 третьего темного кольца Ньютона, наблюдаемого в отраженном свете.

2. На установке для наблюдения колец Ньютона был измерен в отраженном свете радиус третьего темного кольца ($k=3$). Когда пространство между плоскопараллельной пластиной и линзой заполнили жидкостью, то тот же радиус стало иметь кольцо с номером, на единицу большим. Определить показатель преломления n жидкости.

3. Между стеклянной пластинкой и лежащей на ней плосковыпуклой стеклянной линзой налита жидкость, показатель преломления которой меньше показателя преломления стекла. Радиус r_8 восьмого темного кольца Ньютона

при наблюдении в отраженном свете ($\lambda=700$ нм) равен 2 мм. Радиус R кривизны выпуклой поверхности линзы равен 1 м. Найти показатель преломления n жидкости.

4. Плосковыпуклая стеклянная линза с радиусом кривизны $R=40$ см соприкасается выпуклой поверхностью со стеклянной пластинкой. При этом в отраженном свете радиус некоторого кольца $r=2,5$ мм. Наблюдая за данным кольцом, линзу осторожно отодвинули от пластинки на $h=5,0$ мкм. Каким стал радиус этого кольца?

5. Плосковыпуклая стеклянная линза с радиусом кривизны сферической поверхности $R=12,5$ см прижата к стеклянной пластинке. Диаметры десятого и пятнадцатого темных колец Ньютона в отраженном свете равны $d_1=1,00$ мм и $d_2=1,50$ мм. Определить длину волны света.

6. Две плосковыпуклые тонкие стеклянные линзы соприкасаются своими сферическими поверхностями. Найти оптическую силу такой системы, если в отраженном свете с $\lambda = 0,60$ мкм диаметр пятого светлого кольца $d=1,50$ мм.

7. Расстояние d между двумя когерентными источниками света ($\lambda = 0,5$ мкм) равно 0,1 мм. Расстояние b между интерференционными полосами на экране в средней части интерференционной картины равна 1 см. Определить расстояние l то источников до экрана.

8. Расстояние между двумя щелями Юнга равно 1 мм, расстояние l от щелей до экрана равно 3м. Определить длину волны λ , испускаемой источником монохроматического света, если ширина полос интерференции на экране равна 1,5 мм.

9. Плосковыпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Определить толщину d слоя воздуха та, где в отраженном свете ($\lambda = 0,6$ мкм) видно первое светлое кольцо Ньютона.

10. В опыте Юнга расстояние d между щелями равно 0,8 мм. На каком расстоянии l от щелей следует расположить экран, чтобы ширина b интерференционной полосы оказалась равной 2 мм?

11. Точечный источник света с длиной волны $\lambda = 0,50$ мкм расположен на расстоянии $a=100$ см перед диафрагмой с круглым отверстием радиуса $r = 1,0$ мм. Найти расстояние b от диафрагмы до точки наблюдения, для которой число зон Френеля в отверстии составляет $k=3$.

12. Вчислить радиус ρ_5 пятой зоны Френеля для плоского волнового фронта ($\lambda = 0,5$ мкм), если построение делается для точки наблюдения, находящейся на расстоянии $b=1$ м от фронта волны.

13. Радиус ρ_4 четвертой зоны Френеля для плоского волнового фронта равен 3 мм. Определить радиус ρ_6 шестой зоны Френеля.

14. Дифракционная решетка содержит 100 штрихов на 1 мм длины. Определить длину волны монохроматического света, падающего на решетку нормально, если угол между двумя фраунгоферовыми максимумами 1-го порядка 8° .

15. На дифракционную решетку, содержащую $n = 400$ штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,6$ мкм). Найти общее число дифракционных максимумов, которые дает эта решетка. Определить угол φ дифракции, соответствующий последнему максимуму.

16. На грань кристалла каменной соли падает параллельный пучок рентгеновского излучения ($\lambda = 147$ пм). Определить расстояние d между атомными плоскостями кристалла, если дифракционный максимум второго порядка наблюдается, когда излучение падает под углом $\vartheta = 31^\circ 30'$ к поверхности кристалла.

17. Параллельный пучок рентгеновского излучения падает на грань кристалла. Под углом $\varphi = 65^\circ$ к плоскости грани наблюдается максимум первого порядка. Расстояние d между атомными плоскостями кристалла 280 пм. Определить длину волны λ рентгеновского излучения.

18. Свет с длиной волны $\lambda = 0,50$ мкм падает на щель ширины $b = 10$ мкм под углом $\vartheta_0 = 30^\circ$ к ее нормали. Найти угловое положение первых минимумов, расположенных по обе стороны центрального френгофорова максимума.

19. На узкую щель падает нормально мономатический свет. Угол φ отклонения пучков света, соответствующих второй светлой дифракционной полосе, равен 1° . Скольким длинам волн падающего света равна ширина щели?

20. Сколько штрихов на каждый миллиметр содержит дифракционная решетка, если при наблюдении в мономатическом свете ($\lambda = 0,6$ мкм) максимум пятого порядка отклонен на угол $\varphi = 18^\circ$?

21. Определить длину волны мономатического света, падающего нормально на дифракционную решетку с периодом $d = 2,2$ мкм, если угол между направлениями на френгофоровы максимумы первого и второго порядков $\Delta\vartheta = 15^\circ$.

22. При нормальном падении света на дифракционную решетку угол дифракции для линии $\lambda_1 = 0,65$ мкм во втором порядке равен 45° . Найти угол дифракции для линии $\lambda_2 = 0,50$ мкм в третьем порядке.

23. Мономатический свет падает на отражательную дифракционную решетку с периодом $d = 1,0$ мм под углом скольжения $\alpha_0 = 1,0^\circ$. Под углом скольжения $\alpha = 3,0^\circ$ образуется френгофоров максимум второго порядка. Найти длину волны света.

24. Угловая дисперсия D_φ дифракционной решетки для излучения некоторой длины волны (при малых углах дифракции) составляет 5 мин/нм. Определить разрешающую силу R этой решетки для излучения той же длины волны, если длина l решетки равна

25. При падении естественного света на некоторый поляризатор проходит $\eta_1 = 30\%$ светового потока, а через два таких поляризатора $\eta_2 = 13,5\%$. Найти угол φ между плоскостями пропускания этих поляризаторов.

26. Пучок света, идущий в воздухе, падает на поверхность жидкости под углом $\varepsilon_1 = 54^\circ$. Определить угол преломления ε_2' пучка, если отраженный пучок полностью поляризован.

27. На какой угловой высоте φ над горизонтом должно находиться Солнце, чтобы солнечный свет, отраженный от поверхности воды, был полностью поляризован?

28. Пучок естественного света, идущий в воде, отражается от грани алмаза, погруженного в воду. При каком угле падения ε_B сажанный свет полностью поляризован?

29. Угол Брюстера ε_B при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен 57° . Определить скорость света в этом кристалле.

30. Анализатор в $k=2$ раза уменьшает интенсивность света, проходящего к нему от поляризатора. Определить угол α между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора. Потерями интенсивности света в анализаторе пренебречь

31. Угол α между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора равен 45° . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, выходящего из анализатора, если угол увеличить до 60° ?

32. Естественный свет падает на систему из трех последовательно расположенных одинаковых поляроидов, при чем плоскость пропускания среднего поляроида составляя' угол $\varphi = 60^\circ$ с плоскостями пропускания двух других поляроидов. Каждый поляроид обладает поглощением таким что при падении на него линейно поляризованного света максимальный коэффициент пропускания составляет $\tau = 0,81$. Во сколько раз уменьшится интенсивность света после прохождения этой системы?

33. Раствор глюкозы с массовой концентрацией $C_1 = 280 \text{ кг/м}^3$, содержащийся в стеклянной трубке, поворачивает плоскость поляризации монохроматического света, проходящего через этот раствор, на угол $\varphi_1 = 32^\circ$. Определить массовую концентрацию C_2 глюкозы в другом растворе, налитом в трубку такой же длины, если он поворачивает плоскость поляризации на угол $\varphi_2 = 24^\circ$

34. Из некоторого вещества изготовили две пластинки: одну толщиной $d_1 = 3,8 \text{ мм}$, другую – $d_2 = 9,0 \text{ мм}$. Введя поочередно эти пластинки в пучок монохроматического света, обнаружили, что первая пластинка пропускает $\tau_1 = 0,84$ светового потока, вторая $\tau_2 = 0,70$. Найти линейный показатель поглощения этого вещества. Свет падает нормально. Вторичными отражениями пренебречь.

35. Монохроматический пучок проходит через стопу из $N = 5$ одинаковых плоскопараллельных стеклянных пластинок, каждая толщиной $l = 0,50 \text{ см}$. Коэффициент отражения на каждой поверхности пластинок $\rho = 0,050$. Отношение интенсивности света, прошедшего через эту стопу пластинок, к интенсивности падающего света $\tau = 0,55$. Пренебрегая вторичными отражениями света, определить показатель поглощения данного стекла.

36.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольная работа

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
хорошо (4)	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
удовлетворительно (3)	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
неудовлетворительно (2)	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Теоретические вопросы:

1. Упругие волны. Уравнение плоской и сферической волн. Волновое уравнение. Энергия упругой волны. Вектор Умова.
2. Уравнение Максвелла. Волновое уравнение для электромагнитного поля.
3. Плоская электромагнитная волна. Свойства электромагнитных волн.
4. Энергия электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойнтинга.
5. Энергетические характеристики излучения.
6. Три вида фотометрических величин.
7. Световые величины. Световой поток. Сила света.
8. Яркость. Светимость. Светимость ламбертовских источников.
9. Освещенность, создаваемая протяженным источником.
10. Функция видимости. Переход от энергетических величин к световым.
11. Функция распределения потока энергии по длине волн.
12. Основные законы геометрической оптики.
13. Волновая теория. Принцип Гюйгенса.
14. Принцип Ферма. Вывод основных законов геометрической оптики методом Ферма.
15. Преломление на сферической поверхности. Оптическая сила и фокусы сферической поверхности.
16. Увеличение преломляющей поверхности. Теорема Лагранжа-Гельмгольца.
17. Преломление в линзе. Общая формула линзы. Фокусное расстояние тонкой линзы.
18. Общие свойства центрированных оптических систем. Теория Гаусса.
19. Кардинальные точки и плоскости.
20. Формула оптической системы. Увеличение системы (угловое, поперечное, продольное).
21. Положение главных плоскостей и главных фокусов системы.
22. Толстая линза.
23. Примеры сложных систем. Телескопическая система. Окуляр Гюйгенса.
24. Оптические приборы. Световой поток, проходящий через оптическую систему. Освещенность изображения.
25. Матричный метод для преобразования луча в оптической системе.
26. Интерференция световых волн. Условия максимума и минимума интенсивности.
27. Когерентность. Временная когерентность. Влияние монохроматичности.
28. Влияние размеров источника света. Пространственная когерентность.
29. Интерференционные опыты по методу деления волнового фронта. Опыт Юнга. Зеркала Френеля. Бипризма Френеля.
30. Интерференция света при отражении от тонких пластинок. Полосы равного наклона.
31. Пластинка переменной толщины. Полосы равной толщины. Кольца Ньютона.

32. Интерферометры. Интерферометр Жамена. Интерферометр Майкельсона.
33. Многолучевая интерференция. Интерференция N лучей с одинаковой интенсивностью.
34. Интерференция N лучей с убывающей интенсивностью. Интерферометр Фабри-Перо.
35. Дифракция. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля.
36. Дифракция Френеля от круглого отверстия и круглого диска. Зонная пластинка.
37. Дифракция Френеля от прямолинейного края полуплоскости. Спираль Корню.
38. Дифракция Фраунгофера от щели.
39. Дифракция Фраунгофера от круглого отверстия.
40. Дифракционная решетка. Дисперсия и разрешающая сила дифракционной решетки.
41. Дифракция на многомерных структурах. Дифракция рентгеновских лучей.
42. Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса.
43. Формулы Френеля. Закон Брюстера.
44. Двойное лучепреломление. Одноосные кристаллы. Построение Гюйгенса. Поляризационные приборы.
45. Прохождение плоскополяризованного света через кристаллическую пластинку. Кристаллическая пластинка между двумя поляризаторами.
46. Искусственное двойное лучепреломление. Эффект Керра.
47. Вращение плоскости поляризации. Эффект Фарадея.
48. Дисперсия света. Классическая электронная теория дисперсии. Дисперсия вдали от линии поглощения.
49. Аномальная дисперсия.
50. Дисперсия в металлах и плазме. Показатель преломления рентгеновских лучей.
51. Поглощение света. Рассеяние света
52. Скорость света. Фазовая и групповая скорости. Излучение Вавилова-Черенкова.
53. Основные положения частной теории относительности. Оптика движущихся тел.

Практические задания

1. Вогнутое сферическое зеркало дает на экране изображение предмета, увеличенное в $\Gamma = 4$ раза. Расстояние a от предмета до зеркала равно 25 см. Определить радиус R кривизны зеркала.
2. Свет с длиной волны $\lambda = 0,50$ мкм падает на щель ширины $b = 10$ мкм под углом $\vartheta_0 = 30^\circ$ к ее нормали. Найти угловое положение первых минимумов, расположенных по обе стороны центрального фраунгоферова максимума
3. Фокусное расстояние f вогнутого зеркала равно 15 см. Зеркало дает действительное изображение предмета, уменьшенное в три раза. Определить расстояние a от предмета до зеркала?

4. Свет с длиной волны 535 нм падает нормально на дифракционную решетку. Найти ее период, если одному из френгоферовых максимумов соответствует угол дифракции 35° и наибольший порядок спектра равен пяти.
5. Радиус R кривизны выпуклого зеркала равен 50 см. Предмет высотой $h=15$ см находится на расстоянии a , равном 1 м, от зеркала. Определить расстояние b от зеркала до изображения и его высоту H .
6. Определить длину волны монохроматического света, падающего нормально на дифракционную решетку с периодом $d = 2,2$ мкм, если угол между направлениями на френгоферовы максимумы первого и второго порядков $\Delta\theta = 15^\circ$?
7. На столе лежит лист бумаги Луч света, падающий на бумагу под углом $i=30^\circ$, дает на ней светлое пятно. На сколько сместится это пятно, если на бумагу положить плоскопараллельную стеклянную пластину толщиной $d = 5$ см?
8. Точечный источник света с длиной волны $\lambda = 0,50$ мкм расположен на расстоянии $a=100$ см перед диафрагмой с круглым отверстием радиуса $r=1,0$ мм. Найти расстояние b от диафрагмы до точки наблюдения, для которой число зон Френеля в отверстии составляет $k=3$.
9. Луч света падает под углом $i=60^\circ$ на стеклянную пластинку толщиной $d = 30$ мм. Определить боковое смещение Δx луча после выхода из пластины.
10. Вчислить радиус ρ_5 пятой зоны Френеля для плоского волнового фронта ($\lambda = 0,5$ мкм), если построение делается для точки наблюдения, находящейся на расстоянии $b=1$ м от фронта волны?
11. Пучок параллельных лучей падает на толстую стеклянную пластину под углом $i = 60^\circ$, и преломляясь, переходит в стекло. Ширина a пучка в воздухе равна 10 см. Определить ширину b пучка в стекле.
12. При падении естественного света на некоторый поляризатор проходит $\eta_1 = 30\%$ светового потока, а через два таких поляризатора $\eta_2 = 13,5\%$. Найти угол φ между плоскостями пропускания этих поляризаторов.
13. Определить фокусное расстояние вогнутого сферического зеркала, если оно дает действительное изображение предмета, увеличенное в 4 раза. Расстояние между предметом и его изображением 15 см.
14. Угол Брюстера ε_B при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен 57° . Определить скорость света в этом кристалле.
15. Радиус кривизны вогнутого зеркала 40 см. Найти положение предмета, при котором его изображение будет действительным и увеличенным в 2 раза; мнимым и увеличенным в 2 раза.
16. На поверхности стекла находится пленка воды. На нее падает свет с длиной волны $\lambda=0,68$ мкм под углом $\theta=30^\circ$ к нормали. Найти скорость, с которой уменьшается толщина пленки (из-за испарения), если интенсивность отраженного света меняется так, что промежуток времени между последовательными максимумами отражения $\Delta t=15$ мин.
17. Предмет расположен на расстоянии 15 см от вершины вогнутого зеркала на его оптической оси. Изображение получилось на расстоянии 30 см от зеркала. Найти, куда и на сколько сместится изображение, если предмет приблизить к зеркалу на 1 см.

18. На тонкую пленку ($n=1,33$) падает параллельный пучок белого света. Угол падения $\theta_1=52^\circ$. При какой толщине пленки зеркально отраженный свет будет наиболее сильно окрашен в желтый цвет ($\lambda=0,60$ мкм).

19. Из стекла требуется изготовить плосковыпуклую линзу, оптическая сила F которой равна 5 дптр. Определить радиус R кривизны выпуклой поверхности линзы.

20. Расстояние d между двумя щелями Юнга равно 1 мм, расстояние l от щелей до экрана равно 3 м. Определить длину волны λ , испускаемой источником монохроматического света, если ширина полос интерференции на экране равна 1,5 мм.

21. Определить фокусное расстояние вогнутого зеркала при расстоянии между предметом и изображением $l = 15$ см и поперечном увеличении $\beta = -2,0$.

22. На пути световой волны, идущей в воздухе, поставили стеклянную пластинку толщиной $h = 1$ мм. На сколько изменится оптическая длина пути, если волна падает на пластинку: 1) нормально; 2) под углом $i = 30^\circ$.

23. Определить фокусное расстояние вогнутого зеркала при расстоянии между предметом и изображением $l=15$ см и поперечном увеличении $\beta=-2,0$.

24. Расстояние d между двумя когерентными источниками света ($\lambda=0,5$ мкм) равно 0,1 мм. Расстояние b между интерференционными полосами на экране в средней части интерференционной картины равно 1 см. Определить расстояние l от источников до экрана.

25. Определить фокусное расстояние вогнутого зеркала, если при одном положении предмета поперечное увеличение $\beta_1= - 0,50$, а при другом положении, смещенном относительно первого на расстояние $l=5,0$ см, поперечное увеличение $\beta_2= - 0,25$.

26. Расстояние $\Delta r_{2,1}$ между вторым и первым темными кольцами Ньютона в отраженном свете равно 1 мм. Определить расстояние $\Delta r_{10,9}$ между десятым и девятым кольцами.

27. Фокусное расстояние f вогнутого зеркала равно 15 см. Зеркало дает действительное изображение предмета, уменьшенное в три раза. Определить расстояние a от предмета до зеркала?

28. Диаметр d_2 второго светлого кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете ($\lambda=0,6$ мкм) равен 1,2 мм. Определить оптическую силу D плосковыпуклой линзы, взятой для опыта.

29. Вогнутое сферическое зеркало дает на экране изображение предмета, увеличенное в $\Gamma = 4$ раза. Расстояние a от предмета до зеркала равно 25 см. Определить радиус R кривизны зеркала.

30. Пучок естественного света падает на систему из $N=6$ поляризаторов, плоскость пропускания каждого из которых повернута на угол $\varphi = 30^\circ$ относительно плоскости пропускания предыдущего поляризатора. Какая часть светового потока проходит через эту систему.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)