

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет
Кафедра общей физики



УТВЕРЖДАЮ
 Декан ФФ, д.ф.-м.н
 В.Е.Блинов
 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ И ОПТИКА 2

Направление: 03.03.02 Физика
Направленность (профиль): Физическая информатика

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	180	32	64		10	44	18	8			4
Всего 180 часов /5 зачетных единиц, из них: - контактная работа 118 часов											
Компетенции ОПК-2											

Ответственный за образовательную программу
 д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	4
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	5
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	6
5. Перечень учебной литературы.	8
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	9
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	9
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	9
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	9
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	10

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Дисциплина «Электромагнетизм и оптика 2» представляет собой семестровый курс, читаемый в четвертом семестре на втором курсе физического факультета.

Цели дисциплины – дать понимание основных законов электродинамики и оптики, привить практические навыки использования этих законов и подготовить основу для изучения последующих разделов физики. Программа «Электромагнетизм и оптика 2» предназначена для обучения студентов, для которых эта область знаний, наряду с механикой, является фундаментом для всего дальнейшего обучения. Дисциплина содержит традиционные разделы электродинамики и оптики, посвященные волновым процессам, интерференционным и дифракционным явлениям, ковариантному описанию электромагнитного поля, а также процессам излучения и рассеяния электромагнитных волн. Знакомит студентов с основными законами и соответствующими уравнениями и имеет целью практически научить пользоваться простейшими теоретическими и экспериментальными методами исследований на базе полной системы уравнений Максвелла.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося следующей общепрофессиональной компетенции (ОПК):

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.	<p>ОПК - 2.1. Применяет теоретические основы и базовые знания для проведения научного исследования в выбранной области фундаментальной и/или экспериментальной физики.</p> <p>ОПК – 2.2. Применяет современную приборную базу (в том числе сложное физическое оборудование) для организации научного исследования.</p> <p>ОПК – 2.3. Применяет различные методы обработки и системы анализа экспериментальных данных.</p>	<p>Знать основные законы электромагнетизма и оптики, описывающие явления в области естественных наук, такие как электрические и магнитные свойства веществ, ЯМР, играющие огромную роль в биологии и медицине, а также излучение атомов и строение твердых тел, их дифракционные свойства и другие явления; основные физические законы, описывающие изучаемый круг физических явлений, традиционные разделы электродинамики и оптики, посвященные волновым процессам, интерференционным и дифракционным явлениям, ковариантному описанию электромагнитного поля, а также процессам излучения и рассеяния электромагнитных волн.</p> <p>Уметь применять полученные знания для решения научных и практических задач в области</p>

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
		<p>естественных наук, в соответствии с основными законами и уравнениями электродинамики, использовать простейшие теоретические и экспериментальные методы исследований; пользоваться законами электродинамики для анализа физической сути изучаемых явлений, а именно: методами решения задач электродинамики, принципом суперпозиции для определения полей от заданных источников; интегральными соотношениями как для вычисления полей при использовании соображений симметрии, так и для составления соответствующих дифференциальных уравнений и граничных условий; законом сохранения энергии электромагнитного поля; анализировать когерентные свойства волнового поля для интерференционных явлений; использовать приближенные граничные условия Кирхгофа для задач дифракции; формулировать постановку краевой задачи и строить простейшие решения, позволяющих наряду с распределением полей определить недостающие источники полей.</p> <p>Знать методы решения задач электродинамики и оптики.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Электромагнетизм и оптика 2» содержит традиционные разделы электродинамики и оптики, посвященные волновым процессам, интерференционным и дифракционным явлениям, ковариантному описанию электромагнитного поля, а также процессам излучения и рассеяния электромагнитных волн. Для успешного освоения курса требуется предварительная подготовка студентов:

- в цикле математических дисциплин: - знание основ линейной алгебры и математического анализа, умение дифференцировать и интегрировать, разложить функцию трех переменных в ряд Тейлора, решать простейшие дифференциальные уравнения, владение элементами векторного анализа, включая хорошее понимание интегральных теорем Остроградского-Гаусса и Стокса.

- в цикле общезначимых дисциплин необходимыми предпосылками являются знание основ классической механики, молекулярной физики, специальной теории относительности и дисциплины «Электромагнетизм и оптика 1».

В процессе изучения дисциплины «Электромагнетизм и оптика 2» студенты одновременно с изучением теории основных физических явлений имеют возможность исследовать их на практике при прохождении дисциплины «Практикум по физической оптике». Дисциплина является базовой дисциплиной для дальнейшего освоения других, следующих за ним курсов таких как - «Физика конденсированного состояния».

3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	180	32	64		12	44	18	8			4
Всего 180 часов /5 зачетных единиц, из них: - контактная работа 118 часов											
Компетенции ОПК-2											

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студента и её контроль преподавателями с помощью заданий и контрольных работ, экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости: контрольные работы, обязательные задания для самостоятельного решения;
- промежуточная аттестация: экзамен.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 216 академических часов:

- занятия лекционного типа 32 часа;
- практические занятия- 64 часов;
- консультации в период занятий – 10 часов;
- самостоятельная работа, не включая период сессии -44 часа;
- самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации (консультации, экзамен)- 30 часов.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, практические занятия, групповые консультации, экзамен) составляет 118 часов.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Дисциплина «Электромагнетизм и оптика 2» читается в течение четвертого семестра 2 года обучения. Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Структура и содержание дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Консультации перед экзаменом (в часах)	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Лекции	Практические занятия	Консультации в период занятий	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Фурье-разложение электромагнитного поля. Соотношение неопределенностей. Закон дисперсии. Фазовая и групповая скорость. Волновой пакет. Расплывание волнового пакета.	1	6	2	2		2		
2	Волноводы. Электромагнитное поле в волноводе. Типы волн, критическая частота. Резонаторы. Собственные частоты.	2	8	2	4		2		
3	Распространение волн в слабо неоднородной среде; приближение геометрической оптики. Дифференциальное уравнение луча. Принцип Ферма. Оптические системы. Параксиальное приближение. Элементы матричной оптики. Формула тонкой линзы. Теорема Лагранжа–Гельмгольца.	3	8	2	4		2		
4	Проведение потоковой контрольной. Разбор, обсуждение и решение задач по пройденным темам.	4	11		2	5	4		
5	Интерференция электромагнитных волн. Понятие о когерентности. Лазер. Стационарный случайный сигнал. Спектр мощности.	4	6	2	2		2		
6	Видность интерференционной картины. Квазимонохроматический источник и продольная длина когерентности. Протяженный источник и поперечная длина когерентности.	5	8	2	4		2		

7	Полосы равной толщины и полосы равного наклона. Многолучевая интерференция. Интерферометр Фабри–Перо. Разрешающая способность и область свободной дисперсии.	6	10	2	4		2		
8	Дифракция. Принцип Гюйгенса–Френеля. Интеграл Кирхгофа. Дифракция Френеля. Зоны Френеля.	7	10	2	4		4		
9	Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка. Разрешающая способность дифракционной решетки.	8	8	2	4		2		
10	Голография как метод полной регистрации оптической информации.	9	8	2	4		2		
11	Проведение потоковой контрольной. Разбор, обсуждение и решение задач по пройденным темам.	10	11		2	5	4		
12	Запаздывающие потенциалы. Потенциалы Лиенара–Вихерта. Поле произвольно движущегося точечного заряда. Поле равномерно движущегося заряда.	10	9	2	4		3		
13	Излучение электромагнитных волн. Дипольное электрическое излучение. Квадрупольное электрическое и магнитодипольное излучение. Торможение излучением.	11	8	2	4		2		
14	Антенны-излучатели в радиодиапазоне. Диаграмма направленности. Принцип создания направленных антенн.	12	8	2	4		2		
15	Рассеяние электромагнитной волны свободным и связанным зарядом, сечение рассеяния. Дифракция рентгеновских лучей в кристалле. Условие Вульфа–Брэгга.	13	8	2	4		2		
16	Релятивистски-инвариантное описание электромагнитного поля. Уравнение для 4-вектора потенциала. Тензор электромагнитного поля. Преобразование полей. Инварианты поля. Эффект Доплера.	14	8	2	4		2		
17	Уравнения Максвелла в инвариантной форме. Вектор энергии-импульса электромагнитного поля. Закон сохранения энергии-импульса поля.	15	8	2	4		2		
18	Излучение релятивистской частицы. Потери на излучение, угловое распределение излучения в ультрарелятивистском случае. Синхротронное излучение. Пределы применимости классической электродинамики.	16	9	2	4		3		

19	Самостоятельная работа в период подготовки к промежуточной аттестации	18						18
20	Экзамен	12					8	4
Итого		180	32	64	10	44	8	22

План практических занятий. (64 часа)

Ниже приведен список рекомендуемых задач¹ для рассмотрения на семинарских занятиях и для домашних заданий

Волны в пространстве-времени¹

1. Кинематика электромагнитной волны. Формулы Френеля. (1.1, 1.3, 1.5–1.7, 1.16–1.18, 1.21, 1.23, 1.25).
2. Фурье-анализ. 2.2–2.7.
3. Волновой пакет. Фазовая и групповая скорости. (2.10–2.14, 2.17–2.20).
4. Соотношение неопределенностей. (2.21–2.25, 2.27–2.30, 3.86, 3.87).
5. Резонаторы и волноводы. (2.32–2.46) - 4 часа.

Когерентность, интерференция, дифракция

6. Временная и пространственная когерентность. Видимость. Автокорреляционная функция. (3.1–3.5, 3.7, 3.11, 3.12, 3.17–3.19, 3.21, 3.23–3.25, 3.31).
7. Линии равного наклона и равной толщины. Интерферометры. (3.33–3.37, 3.44–3.46, 3.52).
8. Зоны Френеля. Дифракция Френеля. (3.53–3.59, 3.66–3.68, Б.Т. 472–474).
9. Дифракция Фраунгофера. Дифракционные решетки. (3.71–3.78, 3.80, 3.81, 3.83, 3.84, 3.98, 3.99, 3.101, 3.106).
10. Фурье-оптика. Голография. (3.95–3.103, 3.107–3.115, 3.120, 3.121).

Излучение

11. Дипольное излучение. (4.7–4.9, 4.10–4.13, 4.18, 4.19, 4.23, 4.27, 4.31, 4.34, 4.36).
12. Оценки мультипольного излучения. Антенны. (4.38–4.41, 4.46, 4.49, 4.51, 4.56, 4.57, 4.65).
13. Рассеяние волны. Давление света. (4.66, 4.67, 4.69–4.71, 4.75, 4.76, 4.80–4.82, 4.86, 4.87).
14. Преобразование полей. Инварианты поля. Эффект Доплера. (5.2–5.15, 1.10–1.12).
15. Излучение релятивистской частицы. Торможение излучением. (5.24, 5.25, 5.28, 5.30–5.34, 5.41, 5.44, 5.53–5.56).

Самостоятельная работа студентов (62 часа)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к практическим занятиям, решение задач	36
Подготовка к контрольным работам	8
Подготовка к экзамену	18

5. Перечень учебной литературы.

- [1] Мешков И. Н., Чириков Б. В. Электромагнитное поле. Новосибирск: Наука, 1987. Ч.1: Электричество и магнетизм. 543 с. : ил. ISBN 978-5-93972-979-6, (57 экз)
- [2] Яковлев В. И. Классическая электродинамика. Новосибирск: НГУ, Ч.1: Электричество и магнетизм 2016, 346, [1] с. : ил. ISBN 978-5-4344-0349-8, (97 экз.)

¹ Ниже приведены задачи из сборника [2].

- [3] Меледин Г. В., Черкасский В. С. Электродинамика частиц и полей в задачах. Новосибирск: НГУ, 2009. Ч. 1: Электродинамика частиц и полей 2009175 с. : ил. ISBN 978-5-94356-734-6, (188 экз)
- [4] Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Электродинамика сплошных сред. М.: Наука, 1982 (24 экз.)
- [5] Тамм И.Е. Основы теории электричества. М.: Наука, 1978. (57 экз.)

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

- Задания, представлены на сайте физического факультета:

<http://www.phys.nsu.ru/eldin/web/app.php/>

1. А.Г. Погосов, Е.Ю. Жданов, В.С. Черкасский, Учебно-методический комплекс «Электромагнетизм и оптика 2-й семестр», НГУ, Новосибирск, 2013, 36с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

7.1 Ресурсы сети Интернет

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.2 Современные профессиональные базы данных

1. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ)
2. Полнотекстовые электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier (Нидерланды) ([Arts and Humanities](#))
3. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI
4. Электронные БД JSTOR (США). 6 предметных коллекций: Arts & Sciences III, V, VI, VII, VIII, Language & Literature
5. БД Scopus (Elsevier)
6. Лицензионные материалы на сайте eLibrary.ru

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

8.1 Перечень программного обеспечения

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office, а также используется специализированное программное обеспечения: ПО разработанное на ФФ НГУ, система программирования Matlab и пакет Partial Differential Equations (фирмы MathWorks).

8.2 Информационные справочные системы

Не используются

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины «Электромагнетизм и оптика 2» используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости осуществляется на практических занятиях преподавателем при решении типовых задач студентом, обсуждаются идеи и способы решения задач, рекомендованных для практических занятий. В течение семестра проводятся две письменные контрольные работы и прием обязательных заданий по дисциплине. Результаты текущего контроля служат основанием для выставления оценок в ведомость контрольной недели на факультете.

Промежуточная аттестация

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на экзамене, который состоит из письменной и устной части. Необходимым условием получения положительной оценки на экзамене является решение и сдача не менее 60% задач из заданий, выполняемых в течение семестра, а также написание письменных контрольных работ на положительную оценку. Экзамен проводится в конце семестра в экзаменационную сессию: проводится итоговая письменная экзаменационная работа и экзамен в устной форме по билетам. Вопросы билета подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенций ОПК-2.

Итоги промежуточной аттестации (экзамена) оцениваются по пятибалльной шкале.

Если перед началом экзамена у студента сдано менее 60% задач из заданий, то до ответа на вопросы экзамена ему даётся 30 минут на то, чтобы сдать оставшиеся задачи. Если студенту не удаётся этого сделать за отведённое время, то он не приступает к ответу на устные вопросы, а получает оценку «неудовлетворительно».

Для получения оценки **«отлично»** необходимо развёрнуто ответить на оба вопроса и получить на письменной части экзамена оценку не ниже «хорошо», сдать не менее 80% задач из заданий, выполняемых в течение семестра. Также надо ответить на дополнительные вопросы по всей дисциплине (продвинутый уровень освоения компетенций).

Для получения оценки **«хорошо»** нужно ответить на оба вопроса билета и получить на письменной части экзамена оценку не ниже «удовлетворительно», сдать не менее 80% задач из заданий, выполняемых в течение семестра. Допускается несколько несущественных ошибок. Необходимо также ответить на дополнительные вопросы, имеющие принципиальное значение для данной дисциплины (базовый уровень освоения компетенций).

Для получения оценки «удовлетворительно» за ответы на вопросы, содержащиеся в билете, необходимо:

- ответить хотя бы на один вопрос в билете по теории, сдать не менее 60% задач из заданий, выполняемых в течение семестра необходимо также ответить на дополнительные вопросы, имеющие принципиальное значение для изученной дисциплины (пороговый уровень освоения компетенций).

Оценка «неудовлетворительно» ставится, когда уровень усвоения компетенций не сформирован.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
<p>ОПК - 2.1. Применяет теоретические основы и базовые знания для проведения научного исследования в выбранной области фундаментальной и/или экспериментальной физики.</p>	<p>Знать основные законы электромагнетизма и оптики, описывающие явления в области естественных наук, такие как электрические и магнитные свойства веществ, ЯМР, играющие огромную роль в биологии и медицине, а также излучение атомов и строение твердых тел, их дифракционные свойства и другие явления; основные физические законы, описывающие изучаемый круг физических явлений, традиционные разделы электродинамики и оптики, посвященные волновым процессам, интерференционным и дифракционным явлениям, ковариантному описанию электромагнитного поля, а также процессам излучения и рассеяния электромагнитных волн.</p>	<p>Решение задач, проведение контрольных работ, экзамен.</p>
<p>ОПК – 2.2. Применяет современную приборную базу (в том числе сложное физическое оборудование) для организации научного исследования.</p>	<p>Уметь применять полученные знания для решения научных и практических задач в области естественных наук, в соответствии с основными законами и уравнениями электродинамики, использовать простейшие теоретические и экспериментальные методы исследований; пользоваться законами электродинамики для анализа физической сути изучаемых явлений, а именно: методами решения задач электродинамики, принципом суперпозиции для определения полей от заданных источников; интегральными соотношениями как для вычисления полей при использовании соображений симметрии, так и для составления соответствующих дифференциальных уравнений и граничных условий; законом сохранения энергии электромагнитного поля; анализировать когерентные свойства волнового поля для интерференционных явлений; использовать</p>	<p>Решение задач, проведение контрольных работ, экзамен.</p>

	приближенные граничные условия Кирхгофа для задач дифракции; формулировать постановку краевой задачи и строить простейшие решения, позволяющих наряду с распределением полей определить недостающие источники полей.	
ОПК – 2.3. Применяет различные методы обработки и системы анализа экспериментальных данных.	Знать методы решения задач электродинамики и оптики.	Решение задач, проведение контрольных работ, экзамен.

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Электромагнетизм и оптика 2».

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
ОПК 2.1	Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/ несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
ОПК 2.2	Наличие Умений	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
ОПК 2.3	Наличие знаний и умений	Уровень знаний ниже минимальных. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Решены типовые задачи. Допущены	Уровень знаний ниже минимальных. Не умеет решать стандартные задачи и требований. Имеют место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний.

			негрубые ошибки		
--	--	--	--------------------	--	--

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

Обязательные задания по курсу «Электромагнетизм и оптика 2»:

ЗАДАНИЕ №1

(сдать до 4-й недели)

1. 1.6 все задачи из сборника [2].
2. 1.20
3. 1.35
4. 2.2
5. 2.26
6. 2.29
7. 2.35

ЗАДАНИЕ №2

(сдать до 8-й недели)

8. 3.6
9. 3.44
10. 3.67
11. 3.95
12. 3.101
13. 3.102

ЗАДАНИЕ №3

(сдать до 12-й недели)

14. 4.17
15. 4.18
16. 4.25
17. 4.36
18. 4.50
19. 4.55

ЗАДАНИЕ №4

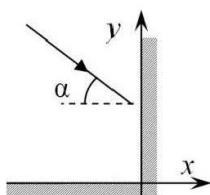
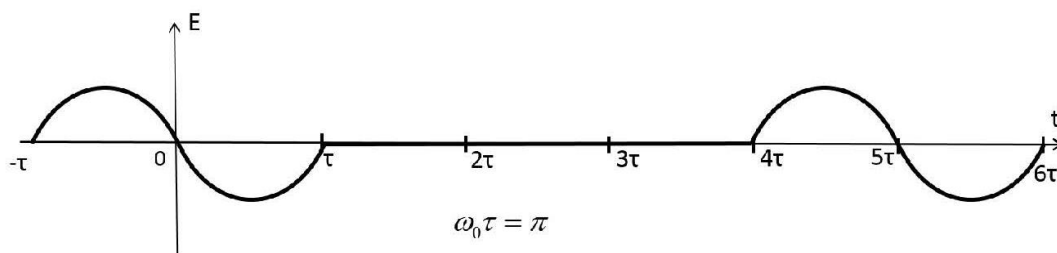
(сдать до 15-й недели)

20. 4.73
21. 5.20
22. 5.23
23. 5.416
24. 5.44

Контрольные работы

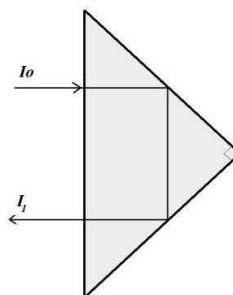
Контрольная работа №1.

1. Сигнал представляет собой наложение двух периодов синусоиды $E(t) = E_0 \sin(\omega_0 t)$, раздвинутых по времени, как показано на рисунке. (Здесь $\tau = \pi / \omega_0$). Какое количество локальных максимумов модуля $|E(\omega)|$ приходится на интервал $0 < \frac{\omega}{\omega_0} < 2$. (3 б).



2. Плоская монохроматическая электромагнитная ТЕ-волна с длиной волны λ и амплитудой электрического поля E_0 падает на угольный отражатель с идеально проводящими стенками, под углом α к одной из граней. Найти распределение электрического поля в пространстве $E(x, y, t)$ (3 б).

3. Луч света интенсивностью I_0 падает на поворотную призму из стекла с показателем преломления $n=3/2$, по нормали к её большой грани, как показано на рисунке. Основанием призмы является прямоугольный равнобедренный треугольник. Найти отношение интенсивностей лучей I_1/I_0 . Переотражёнными лучами пренебречь. (3 б.).



4. Плоская монохроматическая электромагнитная волна с частотой ω_0 , с круговой поляризацией, распространяющаяся вдоль оси z , падает на систему из трех поляроидов. Ось первого поляроида ориентирована вдоль оси x , ось второго поляроида вращается относительно оси z с частотой $\Omega \ll \omega_0$. Ось третьего поляроида ориентирована по оси y . Расстояние между поляроидами много меньше длины волны. Найти спектр амплитуды $(E(\omega))$ прошедшего сигнала. (4 б).

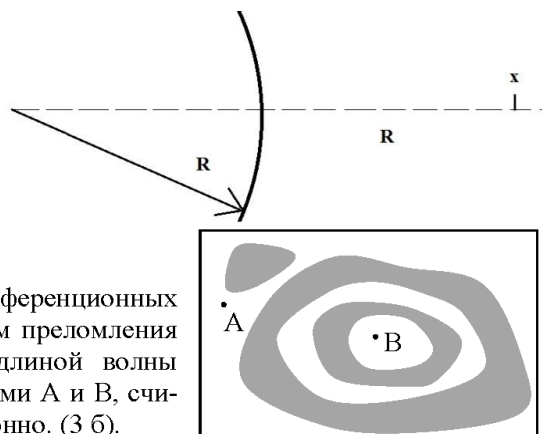
Внимание! Задача считается решённой, если помимо правильного ответа приведены необходимые *физические рассуждения* и *физическое обоснование* используемых формул.

Предварительные границы оценок в баллах (максимум 13 б):

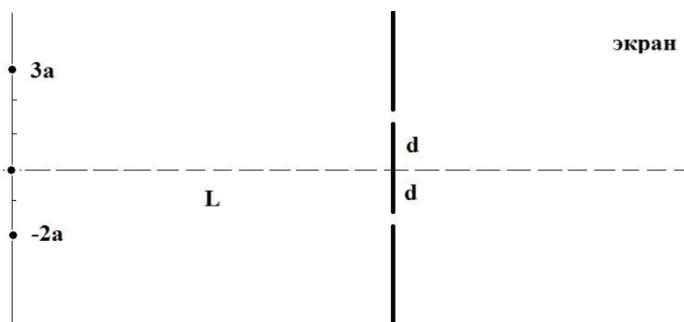
$$4 \text{ б} \leq \text{удовл} < 6 \text{ б} \leq \text{хор} < 8 \text{ б}$$

Контрольная работа №2.

1. Предмет с размером x расположен на расстоянии R от выпуклого зеркала с радиусом R , как показано на рисунке ($R \gg x$). Найти размер его изображения x' . (2 б).

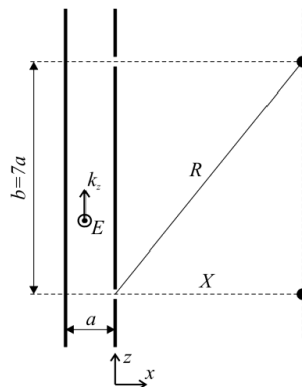


2. На рисунке схематически изображена картина интерференционных полос равной толщины на тонкой плёнке с показателем преломления $n = 2$, наблюдаемая по нормали к ней в свете с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм. Оцените перепад толщины Δh между точками А и В, считая, что на отрезке АВ толщина плёнки меняется монотонно. (3 б).



3. В схеме Юнга экран с двумя узкими щелями освещается тремя монохроматическими узкими вытянутыми в линии источниками одинаковой интенсивности с длиной волны λ . Источники расположены на расстоянии $L \gg d$ от экрана со щелями, расстояние между щелями $2d$. Источники расположены по горизонтали следующим образом: один в центре, второй выше центральной линии на расстоянии $3a$, третий ниже центральной линии на расстоянии $2a$ (см. рис., $L \gg a$). Найти при каком минимальном d интерференционные картины от всех источников совпадут в точности. (4 б.).

4. По волноводу, образованному двумя бесконечными идеально проводящими плоскостями, бежит H -волна вида $\vec{E} = E_0(x) \cdot \vec{e}_y \cdot e^{i(k_z z - \omega t)}$. Расстояние между плоскостями $a = \frac{\lambda_0}{\sqrt{2}}$, где λ_0 — длина волны в свободном пространстве. В правой стенке волновода параллельно оси y прорезаны две бесконечные узкие щели на расстоянии $b = 7a$ друг от друга. Найти расстояние X от правой стенки волновода до экрана, на котором соседние интерференционные максимумы наблюдаются строго напротив щелей. (5 б).



Внимание! Задача считается решённой, если помимо правильного ответа приведены необходимые *физические рассуждения* и *физическое обоснование* используемых формул.

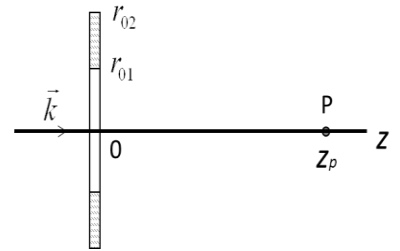
Предварительные границы оценок в баллах (максимум 14 б):

$$4 \text{ б} \leq \text{удовл} < 6 \text{ б} \leq \text{хор} < 9 \text{ б}$$

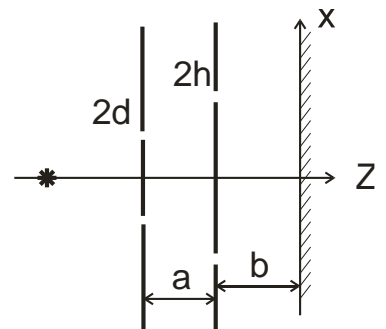
Письменная экзаменационная работа

1. Плоская проводящая поверхность разделяет области с показателями преломления n_1 и n_2 ($n_2 < n_1$), магнитные проницаемости областей равны единице. Со стороны области 1 на границу раздела под углом полного внутреннего отражения падает ТЕ-волна. Найти удельную поверхностную проводимость σ^* (ток на единицу длины $i = \sigma^* E$), при которой отраженная волна отсутствует (4 б).

2. Плоское прозрачное кольцо толщиной Δ и показателем преломления n , установленное в свободном пространстве, занимает вторую зону Френеля для точки наблюдения P , находящейся на оси симметрии кольца, при его освещении плоской монохроматической волной $E_0 e^{i(kz - \omega t)}$ (см. рис.). Найти внутренний и внешний радиус кольца, если от центра кольца до точки наблюдения 2 метра, $\lambda = 0.5$ микрон (1 б). При какой минимальной толщине Δ_{\min} комплексная амплитуда \hat{E}_p максимальна по модулю? Чему она равна? (Отражением от поверхностей кольца пренебречь) (+4 б).



3. Нитевидный монохроматический источник с длиной волны λ расположен перпендикулярно оси z (см. рис.). Перед источником установили два экрана. Каждый экран имеет две узкие щели, которые расположены симметрично относительно оси z . Расстояния между щелями у первого экрана $2d$, у второго $2h$. Расстояние между экранами a . Расстояние от второго экрана до плоскости наблюдения b ($2d$ и $2h \ll a$ и b). Найти, при каком минимальном d интенсивность излучения на плоскости наблюдения обратится в ноль (3 б). Найти интенсивность $I(x)$ для произвольных d и h , считать, что амплитуда волны, прошедшей через любые щели на экранах и достигшей плоскости xz , равна E_0 (+2 б).



4. Релятивистская частица массы m и зарядом q со скоростью $V \sim c$ пролетает промежутком, на котором задано: 1) однородное магнитное поле B , перпендикулярное V ; 2) однородное электрическое поле E , параллельное V . Значения полей заданы в лабораторной системе отсчёта. Найти потери энергии частицы на излучение $\frac{d\varepsilon}{dt}$ в лабораторной системе отсчёта в обоих случаях (2 б).

5. Линейно поляризованная (вдоль оси x) плоская монохроматическая волна с волновым вектором k вдоль оси z рассеивается на трёх одинаковых свободных зарядах e массой m с координатами $(0,0,0)$, $(0,0,d)$, $(0,0,2d)$. Найти дифференциальное сечение рассеяния $\frac{d\sigma}{d\alpha}$ в плоскости zy в зависимости от угла α , который отсчитывается от оси z (2 б). Нарисовать качественно диаграмму направленности рассеянного излучения в плоскости zy для $d = \lambda/4$. (+2 б).

6. Найти в лабораторной системе отсчёта скалярный и векторный потенциалы релятивистской нейтральной частицы с магнитным моментом \vec{m}_0 (в собственной системе отсчёта), которая движется вдоль направления \vec{m}_0 со скоростью $v \sim c$ (3 б).

Вопросы к экзамену.

1. Волновое уравнение. Плоская электромагнитная волна в вакууме (длина волны, поляризация, вектор Пойнтинга).
2. Плоская электромагнитная волна в среде (закон дисперсии, поляризация, вектор Пойнтинга).
3. Отражение и преломление электромагнитной волны на границе раздела двух сред. Показатель преломления. Угол полного внутреннего отражения.
4. Отражение и преломление электромагнитной волны на границе раздела двух сред. Формулы Френеля. Угол Брюстера.
5. Диэлектрические зеркала. Просветление оптики.
6. Фурье-разложение электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в Фурье-представлении.
7. Квазистационарные процессы. Спектр мощности.
8. Соотношение неопределенностей и оценки с его помощью.
9. Частотная дисперсия. Фазовая и групповая скорости волны.
10. Дисперсионное расплывание волнового пакета.
11. Коаксиальный кабель. Волновое сопротивление.
12. Волноводы. ТЕ- и ТМ-волны. Критическая частота. Волновод как среда с дисперсией.
13. Распространение волн в слабонеоднородной среде. Уравнение эйконала.
14. Приближение геометрической оптики. Принцип Ферма.
15. Преломление луча на сферической поверхности. Тонкая линза.
16. Параксиальное приближение. Матричный метод расчета оптических систем.
17. Матричный метод расчета оптических систем. Пример толстой линзы. Главные плоскости и построение изображения.
18. Теорема Лагранжа-Гельмгольца в геометрической оптике.
19. Ход лучей в микроскопе и телескопе.
20. Интерференция электромагнитных волн. Когерентность. Опыт Юнга.
21. Видность интерференционной картины. Роль размеров источника и ширины его спектра.
22. Корреляционная функция случайного стационарного процесса как мера когерентности.
23. Интерференция в тонких плёнках. Линии равного наклона и равной толщины.
24. Принцип Гюйгенса-Френеля. Интеграл Кирхгофа.
25. Зоны Френеля.
26. Дифракция Фраунгофера на щели.
27. Дифракционная решетка. Спектральное разрешение. Область свободной дисперсии.
28. Интерферометр Фабри-Перо.
29. Голография как метод полной регистрации оптической информации.
30. Преобразование Лоренца. 4-векторы и 4-тензоры.
31. Эффект Доплера.
32. 4-вектор плотности электрического тока.
33. Тензор электромагнитного поля. Преобразования Лоренца для электромагнитных полей. Инварианты Пуанкаре.
34. Запаздывающие потенциалы. Ближняя и волновая зоны.
35. Дипольное излучение: интенсивность, поляризация, угловое распределение.
36. Антенны-излучатели в радиодиапазоне. Диаграмма направленности. Принципы создания направленных антенн.
37. Мощность излучения релятивистской частицы.
38. Оценки углового распределения излучения релятивистской частицы.
39. Синхротронное излучение. Оценки спектра и углового распределения.
40. Рассеяние электромагнитной волны свободным зарядом. Сечение рассеяния.
41. Рассеяние электромагнитной волны связанным зарядом.

42. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах. Условие Вульфа-Брэгга.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины
«Электромагнетизм и оптика 2»
Направление: 03.03.02 Физика
Направленность (профиль): Физическая информатика**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного