

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Лазерная и оптическая измерительная электроника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ФИЗИЧЕСКАЯ ОПТИКА

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	4 семестр - 6;
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	4 семестр - 48 часа;
Практические занятия	4 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	4 семестр - 16 часов;
Консультации	4 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	4 семестр - 117,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа Дискуссия	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	4 семестр - 0,5 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Паршин В.А.
	Идентификатор	R683b30a4-ParshinVA-d4b11303

(подпись)

В.А. Паршин

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6

(подпись)

Н.М.

Скорнякова

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6

(подпись)

Н.М.

Скорнякова

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Углубленное изучение физических принципов волновой оптики и применение усвоенного материала к упрощенным моделям актуальных прикладных задач современной промышленности.

Задачи дисциплины

- Изучение волновой теории электромагнитного излучения, а также законов его взаимодействия с веществом и распространения в оптически прозрачных диэлектрических средах.;

- Приобретение навыков самостоятельного поиска информации, а также ее использования для наиболее рационального решения поставленной задачи..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен осуществлять техническое управление разработкой проектов квантовооптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства	ИД-3ПК-1 Проведение технических расчетов, функциональный анализ проекта квантовооптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства	знать: - основные математические модели, описывающие свойства оптического излучения, используемого в элементах электроники и наноэлектроники, квантовой электроники и фотоники (КМ-1 и КМ-2). уметь: - проводить технические расчеты, функциональный анализ проекта квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства (КМ-3).
ПК-1 Способен осуществлять техническое управление разработкой проектов квантовооптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства	ИД-6ПК-1 Разработка технических заданий на разработку квантово-оптических систем в целом и их составных частей, эскизных и технических проектов	уметь: - формулировать технические задания на разработку квантово-оптических систем в целом и их составных частей, эскизных и технических проектов (КМ-5).
ПК-2 Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные	ИД-1ПК-2 Знает базовые структуры и характеристики активных и пассивных компонентов электронных схем	знать: - методики расчета характеристик излучения при его взаимодействии с веществом и оптическими приборами электроники и наноэлектроники, квантовой электроники и фотоники (КМ-4).

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
программные средства их компьютерного моделирования		

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Лазерная и оптическая измерительная электроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать дифференциальное и интегральное исчисление, основные теоремы линейной алгебры, теорию полей на базовом уровне
- знать основные законы геометрической и физической оптики в рамках общего курса физики
- уметь определять, какие законы оптики обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты
- уметь применять основные физические явления, законы оптики и их математическое описание к решению задач

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Электромагнитная теория излучения	50	4	16	6	6	-	-	-	-	-	22	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение лекционного и семинарского материала по разделу "Электромагнитная теория излучения." <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы. <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Электромагнитная теория излучения" материалу. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. После выполнения лабораторной работы необходимо провести соответствующую обработку результатов измерений. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение лекционного и изучение дополнительного материала по разделу "Электромагнитная теория излучения". <u>Изучение материалов литературных источников:</u></p>
1.1	Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме.	10		4	1	2	-	-	-	-	-	3	-	
1.2	Классическая физика излучения	10		4	1	-	-	-	-	-	-	5	-	
1.3	Простейшие математические модели излучения как результат решения уравнений Максвелла и волнового уравнения Гельмгольца	12		2	2	2	-	-	-	-	-	6	-	
1.4	Поляризация электромагнитного излучения	18		6	2	2	-	-	-	-	-	8	-	

[1], 4-14

													[2], 18-38, 114-134 [3], 4-13, 102-108
2	Волновые явления в оптике	50	12	6	8	-	-	-	-	-	24	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение лекционного и семинарского материала по разделу "Волновые явления в оптике".</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы.</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Волновые явления в оптике" материалу. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. После выполнения лабораторной работы необходимо провести соответствующую обработку результатов измерений.</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Повторение лекционного и изучение дополнительного материала по разделу "Волновые явления в оптике".</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 38-50 [2], 40-112 [3], 14-18, 48-75</p>
2.1	Когерентность электромагнитных волн.	12	4	2	-	-	-	-	-	-	6	-	
2.2	Интерференция электромагнитных волн.	19	4	2	4	-	-	-	-	-	9	-	
2.3	Дифракция электромагнитных волн	19	4	2	4	-	-	-	-	-	9	-	
3	Физика взаимодействия излучения с веществом	64	16	4	14	-	-	-	-	-	30	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение лекционного и семинарского материала по разделу "Физика взаимодействия излучения с веществом".</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы.</p>
3.1	Оптические явления на границе раздела двух изотропных диэлектрических сред.	14	4	1	2	-	-	-	-	-	7	-	

3.2	Распространение излучения в среде	17	4	1	4	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Физика взаимодействия излучения с веществом" материалу. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. После выполнения лабораторной работы необходимо провести соответствующую обработку результатов измерений.</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение лекционного и изучение дополнительного материала по разделу "Физика взаимодействия излучения с веществом".</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 15-19, 51-56 [2], 135-140, 143-186 [3], 109-138 [4], 476-559</p>
3.3	Оптика анизотропных сред	33	8	2	8	-	-	-	-	-	15	-	
4	Нелинейные оптические эффекты.	16	4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение лекционного материала по разделу "Нелинейные оптические эффекты"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение лекционного и изучение дополнительного материала по разделу "Нелинейные оптические эффекты".</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 57 [2], 141-142 [4], 560-572</p>
4.1	Основы теории нелинейной оптики	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
4.2	Основные эффекты нелинейной оптики	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	216.0	48	16	32	-	2	-	-	0.5	84	33.5	
	Итого за семестр	216.0	48	16	32	2	-	-	0.5	117.5			

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Электромагнитная теория излучения

1.1. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме.

Уравнения Максвелла и материальные уравнения. Классификация сред при решении уравнений Максвелла: изотропные и анизотропные, диэлектрические и проводящие, стационарные и нестационарные, линейные и нелинейные, магнитные и немагнитные, однородные и неоднородные.. Вывод однородного уравнения Гельмгольца для однородной, изотропной, непроводящей, стационарной, линейной среды и в вакууме..

1.2. Классическая физика излучения

Гармонические колебания диполя.. Радиационное затухание. Излучение ансамбля осцилляторов..

1.3. Простейшие математические модели излучения как результат решения уравнений Максвелла и волнового уравнения Гельмгольца

Уравнение плоской волны и сферической волны. Основные параметры волны: амплитуда, фаза, частота, длина волны, фазовая скорость. Фазовый (волновой) фронт волны..

1.4. Поляризация электромагнитного излучения

Поперечность электромагнитной волны. Понятие поляризации излучения. Степень поляризации. Модели, описывающие состояние поляризации излучения: естественная, базовая, вектор Джонса..

2. Волновые явления в оптике

2.1. Когерентность электромагнитных волн.

Временная когерентность. Пространственная когерентность.

2.2. Интерференция электромагнитных волн.

Интерференция монохроматических волн. Классические интерференционные схемы.. Интерференция квазимонохроматического и немонахроматического света.. Многолучевая интерференция..

2.3. Дифракция электромагнитных волн

Дифракционный интеграл Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Ближняя и дальняя зоны дифракции.. Дифракция Френеля. Приближение Френеля в теории дифракции. Интегралы Френеля и спираль Корню. Дифракция Френеля на одномерных и двумерных структурах.. Дифракция Фраунгофера на одномерных и двумерных структурах. Дифракция на периодических структурах. Физика дифракции света на решетке. Уравнение дифракционной решетки..

3. Физика взаимодействия излучения с веществом

3.1. Оптические явления на границе раздела двух изотропных диэлектрических сред.

Вывод закона Снеллиуса. Принцип Гюйгенса для объяснения законов преломления и отражения. Полное внутреннее отражение.. Энергетика отражения и преломления. Коэффициенты отражения и пропускания. Формулы Френеля. Эффект Брюстера..

3.2. Распространение излучения в среде

Комплексная диэлектрическая проницаемость. Уменьшение фазовой скорости света в среде. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Линейная оптическая восприимчивость и комплексный показатель преломления. Распространение монохроматического излучения в линейной изотропной среде. Классическая теория дисперсии. Групповая скорость..

3.3. Оптика анизотропных сред

Оптическое излучение в анизотропном кристалле, материальное уравнение анизотропной среды.. Классификация анизотропных кристаллов. Собственные состояния поляризации. Обыкновенная и необыкновенная волна.. Особенности поведения света на границе раздела с анизотропным кристаллом. Основные эффекты кристаллооптики. Получение и анализ поляризованного света при помощи анизотропных элементов (поляроидная пленка, поляризационная призма, фазовая пластинка)..

4. Нелинейные оптические эффекты.

4.1. Основы теории нелинейной оптики

Нарушение принципа суперпозиции в мощных электромагнитных полях, материальное уравнение нелинейной среды, нелинейные восприимчивости и нелинейная поляризация.

4.2. Основные эффекты нелинейной оптики

Генерация второй гармоники, вынужденное комбинационное рассеяние и самофокусировка света..

3.3. Темы практических занятий

1. Волновое уравнение. Свойства электромагнитных волн;
2. Поляризация электромагнитных волн;
3. Прохождение излучения через анизотропные оптические элементы;
4. Взаимодействие излучения с поглощающими средами;
5. Дифракция Фраунгофера;
6. Дифракция Френеля;
7. Интерференция двух когерентных волн и пучков. Интерференция многих волн.;
8. Отражение и преломление волн на границе раздела двух сред;
9. Взаимодействие излучения с нелинейными средами.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование дифракции Фраунгофера;
2. Определение дисперсионной способности оптических стекол гониометром ГС-5;
3. Исследование интерференции когерентных волн на базе двухлучевого интерферометра Жамена;
4. Исследование распространения поляризованного излучения через оптическую систему;
5. Исследование спектрального состава источников излучения с помощью многолучевого интерферометра.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Электромагнитная теория излучения".
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Волновые явления в оптике".

3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Физика взаимодействия света с веществом".
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Нелинейные оптические эффекты".

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
основные математические модели, описывающие свойства оптического излучения, используемого в элементах электроники и наноэлектроники, квантовой электроники и фотоники (КМ-1 и КМ-2)	ИД-3ПК-1	+				Тестирование/Тест №1. Основные термины оптики Тестирование/Тест №2. Волновые свойства излучения в рамках классической электродинамики
методики расчета характеристик излучения при его взаимодействии с веществом и оптическими приборами электроники и наноэлектроники, квантовой электроники и фотоники (КМ-4)	ИД-1ПК-2			+	+	Контрольная работа/Взаимодействие излучения с веществом и оптическими элементами
Уметь:						
проводить технические расчеты, функциональный анализ проекта квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства (КМ-3)	ИД-3ПК-1	+	+	+		Контрольная работа/Волновые явления в оптике
формулировать технические задания на разработку квантово-оптических систем в целом и их составных частей, эскизных и технических проектов (КМ-5)	ИД-6ПК-1	+	+	+		Дискуссия/Защита лабораторных работ

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

4 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Взаимодействие излучения с веществом и оптическими элементами (Контрольная работа)
2. Волновые явления в оптике (Контрольная работа)
3. Тест №1. Основные термины оптики (Тестирование)
4. Тест №2. Волновые свойства излучения в рамках классической электродинамики (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (Дискуссия)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №4)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 4 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Евтихиева, О. А. Информационная оптика. Сборник задач : учебное пособие для вузов по специальности 210103 "Квантовая и оптическая электроника" направления 210100 "Электроника и микроэлектроника" / О. А. Евтихиева, К. М. Лапицкий, Б. С. Ринкевичюс, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 88 с. - ISBN 978-5-383-00474-6 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=1655;
2. В. А. Варданян- "Физические основы оптики", Издательство: "Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики", Новосибирск, 2015 - (235 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=431527>;
3. Можаров Г. А.- "Основы физической оптики", (2-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2022 - (196 с.)
<https://e.lanbook.com/book/201194>;
4. Ахманов, С. А. Физическая оптика : учебник для вузов по направлению и специальности "Физика" / С. А. Ахманов, С. Ю. Никитин, Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова (МГУ) . – 2-е изд . – Москва : Изд-во МГУ : Наука, 2004 . – 656 с. – (Классический университетский учебник) . - ISBN 5-211-04858-X . - ISBN 5-02-033596-X ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. SmathStudio.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
4. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-412, Учебная аудитория "А"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	А-100/1, Учебная лаборатория "Физическая оптика и диагностика турбулентности"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для хранения инвентаря, колонки, лабораторный стенд
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-204, Учебная аудитория каф. Физики	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, колонки
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
	А-111/1, Компьютерный класс каф. Физики	стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, компьютер персональный
Помещения для консультирования	А-201/1, Кабинет сотрудников каф. Физики	стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Б-101/1, Склад каф. Физики им. В.А. Фабриканта	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Физическая оптика

(название дисциплины)

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Тест №1. Основные термины оптики (Тестирование)

КМ-2 Тест №2. Волновые свойства излучения в рамках классической электродинамики (Тестирование)

КМ-3 Волновые явления в оптике (Контрольная работа)

КМ-4 Взаимодействие излучения с веществом и оптическими элементами (Контрольная работа)

КМ-5 Защита лабораторных работ (Дискуссия)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	15	15
1	Электромагнитная теория излучения						
1.1	Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме.		+	+	+		+
1.2	Классическая физика излучения		+	+	+		+
1.3	Простейшие математические модели излучения как результат решения уравнений Максвелла и волнового уравнения Гельмгольца		+	+	+		+
1.4	Поляризация электромагнитного излучения		+	+	+		+
2	Волновые явления в оптике						
2.1	Когерентность электромагнитных волн.				+		+
2.2	Интерференция электромагнитных волн.				+		+
2.3	Дифракция электромагнитных волн				+		+
3	Физика взаимодействия излучения с веществом						
3.1	Оптические явления на границе раздела двух изотропных диэлектрических сред.				+	+	+
3.2	Распространение излучения в среде					+	+
3.3	Оптика анизотропных сред					+	+

4	Нелинейные оптические эффекты.					
4.1	Основы теории нелинейной оптики				+	
4.2	Основные эффекты нелинейной оптики				+	
Вес КМ, %:		10	10	30	30	20