

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

Направление подготовки/специальность: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Термоядерные реакторы и плазменные установки

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.06
Трудоемкость в зачетных единицах:	6 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	6 семестр - 28 часа;
Практические занятия	6 семестр - 14 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	6 семестр - 65,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	6 семестр - 0,3 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Перегудов Д.В.
	Идентификатор	R6e4899e3-PeregudovDV-2a0e353

Д.В. Перегудов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

Заведующий выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение методов описания электромагнитных полей и их взаимодействия с заряженными частицами

Задачи дисциплины

- освоение математического аппарата классической теории электромагнитного поля и теории электромагнитного излучения;
- освоение основных методов описания взаимодействия заряженных частиц и электромагнитных полей.

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-4 Способен принимать участие в расчетах характеристик процессов, протекающих в конкретных технических устройствах и аппаратах энергетического оборудования, ядерных и плазменных установок	ИД-2ПК-4 Владеет математическим аппаратом классической теории электромагнитного поля и теории электромагнитного излучения	знать: - классическую теорию электромагнитного поля и электромагнитного излучения; - основы калибровочной инвариантности, описания полей скалярным и векторным потенциалами. уметь: - применять методы асимптотических разложений для приближенных вычислений; - применять дифференциальные операторы и обобщенные функции для решения дифференциальных уравнений электромагнитного поля.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Термоядерные реакторы и плазменные установки (далее – ОПОП), направления подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Дисциплины Физика (общая) и Математика

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 3 зачетных единицы, 108 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	Заряд, уравнение непрерывности. Общие свойства электрических и магнитных полей	14	6	4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Заряд, уравнение непрерывности. Общие свойства электрических и магнитных полей" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Заряд, уравнение непрерывности. Общие свойства электрических и магнитных полей и подготовка к контрольной работе</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 "Заряд, уравнение непрерывности. Общие свойства электрических и магнитных полей" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Заряд, уравнение непрерывности. Общие свойства электрических и магнитных полей"</p> <p><u>Самостоятельное изучение</u></p>
1.1	Заряд, уравнение непрерывности. Общие свойства электрических и магнитных полей	14		4	-	2	-	-	-	-	-	-	8	

														<p><u>теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Заряд, уравнение непрерывности. Общие свойства электрических и магнитных полей"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], стр. 1-5 [2], стр. 15-18</p>
2	Система уравнений Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля, четырехпотенциал. Энергия и импульс электромагнитных полей	20	6	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Система уравнений Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля, четырехпотенциал. Энергия и импульс электромагнитных полей"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Система уравнений Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля, четырехпотенциал. Энергия и импульс электромагнитных полей" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Система уравнений Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля, четырехпотенциал. Энергия и импульс электромагнитных полей и подготовка к контрольной работе</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 "Система уравнений Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля, четырехпотенциал. Энергия и импульс электромагнитных полей" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий.</p>	
2.1	Система уравнений Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля, четырехпотенциал. Энергия и импульс электромагнитных полей	20	6	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Система уравнений Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля, четырехпотенциал. Энергия и импульс электромагнитных полей" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий.</p>	

														<p>Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Система уравнений Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля, четырехпотенциал. Энергия и импульс электромагнитных полей"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 3-16</p>
3	Калибровочная инвариантность. Поля движущихся зарядов	19	6	-	3	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Калибровочная инвариантность. Поля движущихся зарядов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p>
3.1	Калибровочная инвариантность. Поля движущихся зарядов	19	6	-	3	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Калибровочная инвариантность. Поля движущихся зарядов"</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Калибровочная инвариантность. Поля движущихся зарядов и подготовка к контрольной работе</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 "Калибровочная инвариантность. Поля движущихся зарядов" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p>

													<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Калибровочная инвариантность. Поля движущихся зарядов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 5-8, стр. 17-28</p>
4	Электромагнитное излучение. Свойства электромагнитных волн	18	6	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Электромагнитное излучение. Свойства электромагнитных волн"</p>
4.1	Электромагнитное излучение. Свойства электромагнитных волн	18	6	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Электромагнитное излучение. Свойства электромагнитных волн" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Электромагнитное излучение. Свойства электромагнитных волн и подготовка к контрольной работе</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 "Электромагнитное излучение. Свойства электромагнитных волн" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Электромагнитное излучение. Свойства электромагнитных волн"</p>

													<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 22-23, стр. 29-38
5	Движение заряженных частиц в электромагнитных полях	19	6	-	3	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Движение заряженных частиц в электромагнитных полях"
5.1	Движение заряженных частиц в электромагнитных полях	19	6	-	3	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Движение заряженных частиц в электромагнитных полях" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Движение заряженных частиц в электромагнитных полях" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Движение заряженных частиц в электромагнитных полях" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Движение заряженных частиц в электромагнитных полях и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 39-52
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	108.0	28	-	14	-	-	-	-	0.3	48	17.7	
	Итого за семестр	108.0	28	-	14	-	-	-	-	0.3	65.7		

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. Заряд, уравнение непрерывности. Общие свойства электрических и магнитных полей

1.1. Заряд, уравнение непрерывности. Общие свойства электрических и магнитных полей

Общая теория электромагнитного поля. Нахождение векторного поля по его дифференциальным характеристикам. Основные понятия электродинамики. Заряды и общие свойства электростатических полей. Уравнение непрерывности.

2. Система уравнений Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля, четырехпотенциал. Энергия и импульс электромагнитных полей

2.1. Система уравнений Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля, четырехпотенциал. Энергия и импульс электромагнитных полей

Система уравнений Максвелла-Лоренца. Законы сохранения энергии и импульса в электромагнитном поле. Потенциалы электромагнитного поля. Электростатическое поле. Разложение потенциала по мультиполям. Дипольный момент системы зарядов и его свойства. Квадрупольный момент и его свойства. Работа и энергия во внешнем электростатическом поле. Энергия взаимодействия заряд-диполь и диполь-диполь. Энергия взаимодействия системы зарядов и энергия электромагнитного поля.

3. Калибровочная инвариантность. Поля движущихся зарядов

3.1. Калибровочная инвариантность. Поля движущихся зарядов

Калибровочная инвариантность. Калибровки. Квазистационарные магнитные поля. Поле системы зарядов, совершающих медленное квазистационарное движение. Поле одиночного заряда, совершающего медленное равномерное движение. Электромагнитное поле зарядов, движущихся с постоянной скоростью. Нестационарное движение зарядов. Поле системы зарядов на больших расстояниях от системы. Электромагнитное поле системы движущихся зарядов. Потенциалы Лиенара-Вихерта. Поле произвольно движущегося точечного заряда.

4. Электромагнитное излучение. Свойства электромагнитных волн

4.1. Электромагнитное излучение. Свойства электромагнитных волн

Волновое уравнение. Метод Даламбера. Запаздывающие и опережающие потенциалы. Общее решение уравнения Даламбера в виде запаздывающих потенциалов. Теория излучения. Потенциалы электромагнитного поля вдали от излучателя в дипольном приближении. Электромагнитное поле дипольного излучения. Вектор Пойнтинга. Интенсивность излучения. Дипольное излучение простейших систем. Циклотронное излучение. Реакция излучения. Ширина излучаемых линий. Спектральное разложение излучения. Волновая и квазистатическая зоны. Электромагнитное поле в вакууме. Распространение волн вдали от излучателя. Поляризация плоской волны. Интерференция и образование волновых пакетов. Рассеяние электромагнитных волн свободными и связанными зарядами. Сечение рассеяния. Дисперсионная формула классической электродинамики. Рэлеевское рассеяние. Формула Томсона. Поглощение излучения.

5. Движение заряженных частиц в электромагнитных полях

5.1. Движение заряженных частиц в электромагнитных полях

Движение заряженных частиц в постоянных полях. Фокусировка частиц электростатическим и магнитным полями. Дрейф частиц. Траектории движения. Движение заряженных частиц в медленно меняющихся полях. Магнитное зеркало. Взаимодействие

заряженных частиц. Рассеяние заряженных частиц. Методика расчетов параметров рассеяния в системе координат центра инерции и в лабораторной системе отсчета. Излучение при рассеянии.

3.3. Темы практических занятий

1. Нахождение векторных полей по их дифференциальным характеристикам;
2. Дельта-функция и ее свойства. Применение функции к решению задач по теории поля;
3. Интеграл Фурье в физических приложениях;
4. Криволинейные координаты. Представление векторных операций в криволинейных координатах;
5. Теоремы Гаусса и Стокса. Векторные операции;
6. Скалярное и векторное поля;
7. Применение векторного анализа к решению задач по теории электромагнитного поля.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

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	5	
Знать:							
основы калибровочной инвариантности, описания полей скалярным и векторным потенциалами	ИД-2ПК-4			+			Контрольная работа/Калибровки. Векторный потенциал
классическую теорию электромагнитного поля и электромагнитного излучения	ИД-2ПК-4	+	+				Контрольная работа/Векторные поля и дифференциальные операторы 1 порядка
Уметь:							
применять дифференциальные операторы и обобщенные функции для решения дифференциальных уравнений электромагнитного поля	ИД-2ПК-4				+		Контрольная работа/Дифференциальные операторы 2 порядка. Обобщенные функции
применять методы асимптотических разложений для приближенных вычислений	ИД-2ПК-4				+	+	Контрольная работа/Асимптотики, приближения, задачи на движение частиц

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

6 семестр

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Асимптотики, приближения, задачи на движение частиц (Контрольная работа)
2. Векторные поля и дифференциальные операторы 1 порядка (Контрольная работа)
3. Дифференциальные операторы 2 порядка. Обобщенные функции (Контрольная работа)
4. Калибровки. Векторный потенциал (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №6)

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

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Белокопытов, В. М. Учебное пособие по курсу "Физика плазмы и управляемый термоядерный синтез": Элементы теории термоядерной плазмы / В. М. Белокопытов, В. М. Кулыгин ; Ред. В. П. Афанасьев ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М . – 1988 . – 72 с.;
2. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.- "Теоретическая физика: Для вузов. В 10 т. Т. IV", (4-е, изд.), Издательство: "ФИЗМАТЛИТ", Москва, 2006 - (720 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59268.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

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. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
11. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
12. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
13. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
14. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
15. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>
<http://docs.cntd.ru/>
16. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
17. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
18. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	А-410, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-410, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	А-309, Аудитория для проведения практических занятий	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	А-208, Преподавательская	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-025, Кладовка лабораторного оборудования	стеллаж, оборудование специализированное

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Электродинамика

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Векторные поля и дифференциальные операторы 1 порядка (Контрольная работа)
 КМ-2 Калибровки. Векторный потенциал (Контрольная работа)
 КМ-3 Дифференциальные операторы 2 порядка. Обобщенные функции (Контрольная работа)
 КМ-4 Асимптотики, приближения, задачи на движение частиц (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Заряд, уравнение непрерывности. Общие свойства электрических и магнитных полей					
1.1	Заряд, уравнение непрерывности. Общие свойства электрических и магнитных полей		+			
2	Система уравнений Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля, четырехпотенциал. Энергия и импульс электромагнитных полей					
2.1	Система уравнений Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля, четырехпотенциал. Энергия и импульс электромагнитных полей		+			
3	Калибровочная инвариантность. Поля движущихся зарядов					
3.1	Калибровочная инвариантность. Поля движущихся зарядов			+		
4	Электромагнитное излучение. Свойства электромагнитных волн					
4.1	Электромагнитное излучение. Свойства электромагнитных волн				+	+
5	Движение заряженных частиц в электромагнитных полях					
5.1	Движение заряженных частиц в электромагнитных полях					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25