

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Саровский физико-технический институт -

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Общей физики»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФТФ, член корр. РАН, д.ф-м.н.

_____ **А.К. Чернышев**

« ____ » _____ **2023 г.**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Классическая электродинамика

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	03.03.01 Прикладные математика и физика
Наименование образовательной программы	Электrofизика Квантовая электроника Фундаментальная и прикладная физика
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная
Программа одобрена на заседании кафедры	И о. зав. кафедрой ОФ _____ Е.Г. Косяк
протокол № _____ от _____ 2023г.	« ____ » _____ 2023г.

г. Саров, 2023 г.

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

И. о. зав. кафедрой ОФ

Е.Г. Косяк

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

И. о. зав. кафедрой ОФ

Е.Г. Косяк

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

И. о. зав. кафедрой ОФ

Е.Г. Косяк

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

И. о. зав. кафедрой ОФ

Е.Г. Косяк

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/ КП	Форма(ы) контроля, экс./зач./ЗСО/	Интерактивные часы
5	48	4	144	48	48	-	48	-	Зач	18
ИТОГО	48	4	144	48	48	-	48	-	-	18

АННОТАЦИЯ

Представленная программа рассчитана на 1 семестр. Приведена понедельная разбивка изучаемых тем, номера задач, решаемых на семинарах, примеры контрольных работ, задачи для самостоятельного решения, список рекомендуемой литературы.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Классическая электродинамика занимает важнейшее место в ряду других разделов физики не только из-за весьма существенного прикладного значения, но и благодаря ее исключительной роли в познании природы, в том числе в формировании квантовой теории и теории относительности. Вместе с прикладной электродинамикой и электродинамикой сплошных сред она составляет значительную часть общей теоретической подготовки студентов в рамках бакалавриата, обеспечивая последующее обучение в магистратуре по специальности 03.03.01 «Прикладные математика и физика». Соответственно этому наряду с формированием у обучающихся полевых представлений электромагнетизма и овладением ими стандартными приемами расчета полей (электростатических, магнитостатических, электромагнитных) в задачу дисциплины входит интерпретация максвелловской электродинамики в рамках 4-х мерного формализма вместе с изучением релятивистской динамики зарядов, что важно для понимания процессов на микро- и наноуровнях.

Задачами курса «Классическая электродинамика» являются:

- создание у студентов теоретической базы для расчета электромагнитных полей и движения заряженных частиц в электромагнитных полях;
- усвоение обучающимися основных модельных представлений и расчетных схем, включая компьютерные методы вычисления;
- формирование у студентов последовательного релятивистского понимания электродинамических явлений, границ применимости понятий и законов электромагнетизма с умением оценивать степень достоверности результатов, полученных численно и аналитически;
- формирование у студентов способности к использованию полученных знаний при дальнейшем изучении теоретических или специальных дисциплин, а также готовности к их активному применению в научно-исследовательской и проектно-конструкторской сфере деятельности.

Знания и практические навыки, полученные в курсе «Классическая электродинамика», используются обучаемыми при разработке курсовых и дипломных работ.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Классическая электродинамика» относится к базовой части профессионального цикла ОП ВО по специальности 03.03.01 Прикладные математика и физика и предполагает у студентов владение основными понятиями школьного курса Общей физики.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Ожидается, что в результате освоения дисциплины студент приобретет следующие компетенции:

Общепрофессиональные компетенции (ОПК)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности	З-ОПК-1 Знать фундаментальные основы, полученные в области информационных технологий, естественных и гуманитарных наук, знать методы анализа информации. У-ОПК-1 Уметь использовать на практике углубленные фундаментальные знания, полученные в области естественных и гуманитарных наук. В-ОПК-1 Владеть навыками обобщения, синтеза и анализа фундаментальных знаний, полученные в области информационных технологий, естественных и гуманитарных наук, владеть научным мировоззрением

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость				Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)*	Максимальный балл за тему
		Лекции	Практ.занятия/ семинары	Практ.занятия/ лабораторные работы	Самостоятельная работа		
Семестр 5							
Тема 1. Математическое введение	1	4	4		4	ДЗ, УО (1)	4
Тема 2. Экспериментальные основания электромагнетизма. Уравнения Максвелла	2,3	8	8		8	ДЗ, УО (2-3)	4
Тема 3. Стационарные поля (электростатика)	4,5,6	8	8		8	ДЗ, УО (4-6)	4
Тема 4. Магнитостатика	7,8	8	8		8	ДЗ, УО (7-8)	4
Рубежный контроль	8					Контр. №1 (8)	10
Тема 5. Переменное электромагнитное поле	9,10,11,12,13	10	10		10	ДЗ, УО (9-13)	4
Рубежный контроль	13					Контр. №2 (13)	10
Тема 6 Релятивистские основания электродинамики и механики	14,15,16	10	10		10	ДЗ, УО (14-16)	5
Промежуточная аттестация						Зачет	50
Посещаемость							5
Итого за 5 семестр		48	48	0	48		100

*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

УО – устный опрос

Контр. – контрольная работа

ДЗ – домашнее задание

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

Тема 1. Математическое введение

1. Предмет электродинамики и структура курса. Общие свойства векторов. Дифференциальные операторы div , grad и rot . Теоремы Гаусса-Остроградского и Стокса. Аффинные координаты. Ковариантный и контравариантный векторы. Прямое и обратное преобразование векторов. Тензор как обобщение понятия вектора.
2. Основные операции над тензорами. Метрический тензор. Свойства симметрии тензоров. Главные значения и главные направления. Инварианты. Псевдотензоры. Тензорные поля. Криволинейные координаты. Дифференцирование тензоров. Символы Кристоффеля. Дифференциальные операторы и интегральные теоремы полей в тензорной форме.

Тема 2. Экспериментальные основания электромагнетизма. Уравнения Максвелла.

1. Концепция поля и источники полей в электромагнетизме: две линии развития. Закон Кулона; абсолютная система единиц. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Поток напряженности. Теорема Гаусса. Поляризованность. Вектор индукции электрического поля. Уравнение непрерывности. Теорема о циркуляции магнитного поля. Ток смещения. Закон электромагнитной индукции.
2. Основные уравнения электродинамики и их модификация применительно к различным моделям сред. Граничные условия. Силы, действующие на заряды и токи. Международная система единиц. Энергия электромагнитного поля. Вектор Пойтинга.

Тема 3. Стационарные поля (электростатика)

1. Уравнения Максвелла для стационарного поля. Основные задачи электростатики. Уравнение Лапласа и уравнение Пуассона. Фундаментальное решение уравнения Лапласа (сферические координаты) Потенциал объемно распределенного заряда. Потенциал поверхностных и линейных зарядов.
2. Дипольный момент системы точечных зарядов. Мультипольное разложение. Тензор квадрупольного момента. Потенциал двойного электрического слоя. Поле связанных зарядов.
3. Проводники в электрическом поле. Емкость. Энергия электростатического поля. Энергия системы заряженных проводников. Емкостные и потенциальные коэффициенты. Теорема взаимности. Силы, действующие на проводники и диэлектрики в электрическом поле.

Тема 4. Магнитостатика

1. Магнитное поле распределенного тока. Векторный потенциал. Магнитное мультипольное разложение. Поле постоянных магнитов. Энергия магнитного поля постоянных токов. Индуктивность.

2. Стационарность тока. Роль сторонних сил. Квазиидеальные проводники в среде с малой проводимостью. Релаксация объемного заряда. Поле цилиндрического проводника с током. Превращение энергии в цепи постоянного тока.

Тема 5. Переменное электромагнитное поле

1. Электромагнитные волны как общая форма динамического поведения поля. Волновое уравнение. Одномерные электромагнитные поля. Плоские волны. Гармонические плоские волны. Уравнение Гельмгольца. Типы поляризаций плоских электромагнитных волн. Решение Даламбера. Сферические и цилиндрические электромагнитные волны.

2. Импульсы и пучки электромагнитных волн. Интеграл Фурье. Фазовая и групповая скорость. Интенсивность электромагнитных волн. Задача Френеля об отражении и преломлении плоских электромагнитных волн.

3. Поле заданных токов и зарядов: потенциалы и калибровочные уравнения, калибровка Лоренца и кулоновская калибровка потенциала. Формализм функций Грина. Запаздывающие и опережающий потенциалы. Электрический и магнитный векторы Герца. Вибратор Герца. Мультипольное разложение запаздывающих потенциалов. Излучение линейной антенны.

4. Поле произвольно движущегося заряда. Сила реакции излучения. Рассеяние электромагнитных свободными электронами. Формула Томсона. Рассеяние электромагнитных волн идеальными проводниками. Интеграл Кирхгофа. Рассеяние плоской электромагнитной волны цилиндрическим проводником. Индикатриса рассеяния. Полное сечение рассеяния.

5. Длинные линии. Телеграфное уравнение. Нагруженная длинная линия и согласование длинных линий. Представление о волноводном распространении электромагнитных волн. Классификация волноводов. Е-волны прямоугольного и круглого волноводов. Н-моды круглого волновода. Резонаторы: общие свойства. Прямоугольный объемный резонатор.

Тема 6. Релятивистские основания электродинамики и механики

1. Принцип относительности Галилея и гипотеза эфира. Опыты Физо и Майкельсона. Гипотезы Фицджеральда и Лоренца. Постулаты теории относительности. Преобразования Лоренца-Эйнштейна. Общие следствия преобразований Лоренца. Изменение длины движущихся тел. Изменение хода движущихся часов. Парадокс близнецов.

2. 4-х мерная геометрическая интерпретация преобразований Лоренца. 4-х мерные векторы и тензоры. 4-х мерный векторный анализ. Скорость и ускорение как 4-х векторы. Релятивистское сложение скоростей. Аберрация и эффект Доплера для световых волн.

3. 4-х вектор плотности тока. Лоренц-инвариантность электрического заряда. Ковариантная запись уравнений электродинамики. Формулы преобразования электромагнитного поля.

Инварианты электромагнитного поля. 4-ч мерный потенциал электромагнитного поля. Ковариантная запись уравнений Максвелла в среде. Уравнения Минковского.

4. Уравнения динамики материальной точки в СТО. Уравнения движения заряда во внешнем электромагнитном поле. Лагранжева и Гамильтонова формы уравнений релятивистского движения заряда. Сила реакции излучения. Уравнения движения Дирака-Лоренца.

Энергия и импульс электромагнитного поля. Электромагнитная теория массы. Закон сохранения энергии и импульса для системы частиц и полей. Закон сохранения энергии.

Практические/семинарские занятия

Используемые источники:

1. Батыгин В.В., Топтыгин И.Н. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности. СПб.: "Лань ". 2010. 480 с.
2. Векштейн Г.Е. Сборник задач по электродинамике. М.: Высшая школа, 1966. 288 с.
3. Гильденбург В.Б., Миллер М.А. Сборник задач по электродинамике. Учебное пособие. М.: Физматлит, 2001. 168 с.
4. Алексеев А.И. Сборник задач по классической электродинамике. М.: Наука, 1977.320 с

№ занятия	Тема	Задачи для семинара
1	Математическое введение	[1] 1.37, 1.46-1.48, 1.50-1.52, 1.61, 1.57
2		[1] 1.15, 1.30-1.33, 1.35, 1.3-1.7, 1.11-1.13
4	Экспериментальные основания электромагнетизма. Уравнения Максвелла	[4] 1-4, 9-11,18; [2] 1.1, 1.2, 1.34
5		[4] 138-140, 187, 188; [2] 2.1, 2.6, 2.11, 2.13
6		[4] 194, 196-198, 240, 241; [2] 2.83, 2.97, 2.103
7	Стационарные поля (электростатика)	[1] 2.6, 1.12, 2.18, 2.30, 2.36, 2.40; [3] 1.12, 1.17,
8		[1] 2.22, 2.11, 2.15, 2.27, 2.31, 2.32; [3] 2.5, 2.7
9		Компьютерные расчеты электростатических полей в пакете MathCad
10		[3] 5.1, 5.4, 5.6, 5.7, 5.9, 5.10, 5.12;
11	Магнитостатика	[4] 4.1, 4.3, 4.8, 4.10, 4.13, 4.39
12		[2] 2.25, 2.31, 2.45; [3] 4.22, 4.23, 5.16, 5.21
13		[2] 2.51, 2.62, 2.63, 2.67, 2.75, [3] 5.26, 5.28, 5.31
14	Контрольная работа № 1	
14	Переменное электромагнитное поле	[1] 2.77, [3] 7.2, 7.16, 7.25, 7.27, 7.30
15		[3] 8.3, 8.10, 8.14, 7.17, 8.20
16		[3] 10.2-10.4, 10.12, 10.20, 10.22,10.30
17		Численное моделирование распространения одномерных волновых возмущений на основе решения Даламбера.
18		[3] 9.1, 9.2, 9.3, 9.6, 9.8, 9.15, 9.20, 9.21
19		Компьютерный расчет спектра и полей Е-мод круглого волновода в пакете MathCad
20		[3] 10.31, 10.34, 10.42, 11.5-11.8, 11.13, 11.16
21	Контрольная работа № 2	

22	Релятивистские основания электродинамики и механики	[1] 3.1-3.4, 3.11, 3.14, 3.22, 3.34
23		[1] 3.48, 3.53, 3.57, 3.62, 3.65, 3.68, 3.70,
24		[1] 3.75-3.77, 3.83, 3.85, 3.88, 3.90
25	Зачетная контрольная работа	

4.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов

1. Электронный курс лекций «Классическая электродинамика». Е.Г. Косяк. 2022г.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№	Наименование раздела	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
Раздел 1	Тема 1. Математическое введение	ОПК-1	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1	ДЗ, УО (1)
	Тема 2. Экспериментальные основания электромагнетизма. Уравнения Максвелла			ДЗ, УО (2-3)
	Тема 3. Стационарные поля (электростатика)			ДЗ, УО (4-6)
	Тема 4. Магнитостатика			Контр. - 10
	Тема 5. Переменное электромагнитное поле			ДЗ, УО (11-15)
	Тема 6 Релятивистские основания электродинамики и механики			Контр. - 16

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.2.1. Примерные вопросы к экзамену, зачету

1. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции.
2. Поток напряженности. Теорема Гаусса.
3. Поляризованность. Вектор индукции электрического поля.
4. Уравнение неразрывности.
5. Теорема о циркуляции магнитного поля. Ток смещения.
6. Закон электромагнитной индукции.
7. Основные уравнения электродинамики.
8. Граничные условия.
9. Энергия электромагнитного поля. Вектор Пойтинга.
10. Уравнения Максвелла для стационарного поля. Основные задачи электростатики.
11. Уравнение Лапласа и уравнение Пуассона. Фундаментальное решение уравнения Лапласа (сферические координаты).
12. Потенциал объемно распределенного заряда. Потенциал поверхностных и линейных зарядов.
13. Дипольный момент системы точечных зарядов.
14. Мультипольное разложение. Тензор квадрупольного момента.
15. Проводники в электрическом поле. Емкость.
16. Энергия электростатического поля. Энергия системы заряженных проводников.
17. Магнитное поле распределенного тока. Векторный потенциал.
18. Магнитное мультипольное разложение.
19. Энергия магнитного поля постоянных токов. Индуктивность.
20. Электромагнитные волны как общая форма динамического поведения поля. Волновое уравнение.
21. Одномерные электромагнитные поля. Плоские волны.
22. Гармонические плоские волны. Уравнение Гельмгольца.
23. Типы поляризаций плоских электромагнитных волн.
24. Сферические и цилиндрические электромагнитные волны.
25. Импульсы и пучки электромагнитных волн. Интеграл Фурье.
26. Фазовая и групповая скорость.

27. Интенсивность электромагнитных волн.
28. Задача Френеля об отражении и преломлении плоских электромагнитных волн.
29. Поле заданных токов и зарядов: потенциалы и калибровочные уравнения.
30. Калибровка Лоренца и кулоновская калибровка потенциала.
31. Формализм функций Грина. Запаздывающие и опережающий потенциалы.
32. Электрический и магнитный векторы Герца. Вибратор Герца.
33. Мультипольное разложение запаздывающих потенциалов. Излучение линейной антенны.
34. Поле произвольно движущегося заряда. Сила реакции излучения.
35. Рассеяние электромагнитных свободными электронами. Формула Томсона.
36. Рассеяние электромагнитных волн идеальными проводниками. Интеграл Кирхгофа.
37. Рассеяние плоской электромагнитной волны цилиндрическим проводником
38. Длинные линии. Телеграфное уравнение.
39. Представление о волноводном распространении электромагнитных волн. Классификация волноводов.
40. E-волны прямоугольного и круглого волноводов.
41. H-моды круглого волновода.
42. Резонаторы: общие свойства. Прямоугольный объемный резонатор.
43. Принцип относительности Галилея и гипотеза эфира. Опыты Физо и Майкельсона. Гипотезы Фицджеральда и Лоренца.
44. Постулаты теории относительности. Преобразования Лоренца-Эйнштейна.
45. Изменение длины движущихся тел. Изменение хода движущихся часов.
46. 4-х мерная геометрическая интерпретация преобразований Лоренца. 4-х мерные векторы и тензоры. 4-х мерный векторный анализ.
47. Скорость и ускорение как 4-х векторы. Релятивистское сложение скоростей.
48. Абберация и эффект Доплера для световых волн.
49. 4-х вектор плотности тока. Лоренц-инвариантность электрического заряда.
50. Ковариантная запись уравнений электродинамики. Формулы преобразования электромагнитного поля.
51. Инварианты электромагнитного поля. 4-х мерный потенциал электромагнитного поля.
52. Ковариантная запись уравнений Максвелла в среде. Уравнения Минковского.
53. Уравнения динамики материальной точки в СТО.

54. Уравнения движения заряда во внешнем электромагнитном поле.
55. Лагранжева и Гамильтонова формы уравнений релятивистского движения заряда.
56. Сила реакции излучения. Уравнения движения Дирака-Лоренца.
57. Энергия и импульс электромагнитного поля.
58. Электромагнитная теория массы.
59. Закон сохранения энергии и импульса для системы частиц и полей.
60. Закон сохранения энергии.

5.2.2. Примерные темы домашнего задания

1. Найти единичный вектор, направленный вдоль суммарного вектора $\mathbf{a}_1 + \mathbf{a}_2$, где векторы $\mathbf{a}_1 = 2\mathbf{i} + 3\mathbf{j} - 4\mathbf{k}$, $\mathbf{a}_2 = \mathbf{i} + 3\mathbf{j} + 2\mathbf{k}$.
2. Доказать равенство $(\mathbf{a} \cdot \mathbf{b})^2 + [\mathbf{a} \times \mathbf{b}]^2 = a^2 b^2$.
3. Вычислить $\operatorname{div} \left(\frac{\mathbf{r}}{r} \right)$.
4. Вычислить $\operatorname{grad} \left(\frac{1}{r} \right)$, где $r = |\mathbf{r}|$, $\mathbf{r} = \mathbf{i}x + \mathbf{j}y + \mathbf{k}z$.
5. Доказать равенство $[[\mathbf{A} \times \nabla] \times \mathbf{r}] = -2\mathbf{A}$
6. Вычислить $\operatorname{rot}(f(r)\mathbf{r})$.
7. Сколько членов содержится в тензорной свертке $A_{mnp}x^m y^n z^p$?
8. Докажите, что $\delta_i^i = 3$ а $\delta_{mnp}^{mnp} = 6!$; $\delta_i^k = \begin{cases} 1, & i = k \\ 0 & i \neq k \end{cases}$ - единичный тензор (Кronecker's delta).
9. Покажите, что антисимметричный тензор 3-го ранга имеет только 6 отличных от нуля и одинаковых по величине компонент.
10. Покажите, что если S_{ik} - симметричный, а Q^{ik} - антисимметричный тензоры, то их свертка $S_{ik}Q^{ik} = 0$.
11. Доказать, что если $\phi = a_{mn}x^m x^n$, то $\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^n \partial x^m} = a_{mn} + a_{nm}$.
12. Выразить скалярное произведение двух векторов через ковариантные и контравариантные компоненты.
13. Поле в вакууме создается зарядом q , равномерно распределенным по окружности радиуса R . Рассчитать напряженность поля на оси окружности.
14. Найти уравнение силовых линий поля диполя с плечом d , находящегося в вакууме.

15. Показать, что для квазилинейных проводников сопротивление участка можно вычислить по формуле

$$R_{12} = \int_1^2 \frac{dl}{\sigma(\mathbf{r})S(\mathbf{r})} . \text{ где } S(\mathbf{r}) - \text{ площадь поперечного сечения, всюду нормального к току, } \sigma(\mathbf{r}) -$$

проводимость.

16. В неоднородной проводящей среде с проводимостью $\sigma = \sigma(\mathbf{r})$ и диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = \varepsilon(\mathbf{r})$ поддерживается стационарное распределение тока $\mathbf{j} = \mathbf{j}(\mathbf{r})$. Найти объемное распределение зарядов в этой среде.

17. Магнитный поток, проходящий на "освещенную" как бы им часть поверхности диэлектрического тела равен Φ . Какой силы магнитный поток Φ' "возникнет" за телом в зоне "тени"?

18. Линейный проводник имеет форму прямоугольника со сторонами $2a$ и $2b$. По нему пропускают ток силой I . Вычислить напряженность создаваемого им магнитного поля на оси, проходящей через центр прямоугольника перпендикулярно его плоскости.

19. Однородный немагнитный шар ($\mu=1$) радиуса R , заряженный равномерно по объему, вращается с угловой скоростью ω вокруг оси, проходящей через его центр. Полный заряд шара равен q . Определить магнитный момент шара.

20. Однородное электрическое поле напряженностью \mathbf{E} и однородное магнитное поле индукцией \mathbf{B} взаимно перпендикулярны. Какой должна быть скорость электрона, чтобы он в этом комбинированном поле двигался равномерно и прямолинейно?

21. Определить поле сферического конденсатора с радиусами обкладок r_1 и r_2 ($r_2 > r_1$) для случая, когда между ними находится диэлектрик с проницаемостью $\varepsilon = \varepsilon(r)$, внешняя обкладка заземлена, а внутренняя имеет заряд q .

22. Двойной электрический слой постоянной мощностью τ имеет форму круглого диска радиуса R . Вычислить потенциал поля, создаваемого им на оси диска.

23. Показать, что тензор квадрупольного момента асиально-симметричного распределения зарядов имеет лишь одну независимую компоненту.

24. Исследовать поле, комплексный потенциал которого $w = \sqrt{z}$.

25. Показать, что если заряженный проводящий шар погрузить наполовину в однородный жидкий диэлектрик, то создаваемое шаром поле остается сферически симметричным. Заряд шара q , радиус его R . Проницаемость диэлектрика ε .

26. Найти емкость проводящего шара радиуса R , расположенного между однородными диэлектриками с проницаемостями ε_1 и ε_2 . Центр шара находится на границе раздела диэлектриков.

27. Точечный заряд q находится в воздухе между двумя заземленными параллельными металлическими пластинами на расстоянии a от одной из них. Расстояние между пластинами d . Определить индуцированные на пластинах заряды в предположении, что размеры пластин достаточно велики.
28. Вычислить емкость единицы длины двух параллельных проводов малого круглого сечения ($a \ll d$, a - радиус проводов, d - расстояние между проводами) в воздухе.
29. Цилиндрический конденсатор погружен вертикально одним концом в жидкий диэлектрик, который поднялся между его обкладками на высоту. К обкладкам конденсатора приложено напряжение $\Delta\varphi$. Радиусы обкладок R_1 и R_2 . Найти диэлектрическую проницаемость жидкости, если ее плотность ρ известна. Капиллярными эффектами пренебречь.
30. Определить энергию взаимодействия двух диполей в вакууме. Какую работу нужно совершить, чтобы диполи ориентировались параллельно друг другу.
31. Электрический диполь находится в вакууме на расстоянии a от бесконечной проводящей плоскости. Момент диполя \mathbf{p} параллелен этой плоскости. Найти силу притяжения диполя к проводнику.
32. Два одинаковых заряда находятся на расстоянии $2l$ друг от друга. Посредине расположен заземленный проводящий шар. Каким должен быть приближенно радиус a этого шара, чтобы уравновесить отталкивание зарядов.
33. Ток силой I равномерно распределен по поверхности плоского кольца, внутренний и наружный радиусы которого равны соответственно a и b . Вычислить напряженность магнитного поля на оси кольца.
34. На цилиндрическую катушку радиуса a и длиной $2l$ навита однослойная обмотка тонкой изолированной проволоки, по которой проходит ток силой I . Какой должна быть линейная плотность витков $n(\zeta)$ обмотки, чтобы на оси катушки получалось наперед заданное распределение поля $H=H(z)$.
35. Определить вектор-потенциал, напряженность и уравнения силовых линий магнитного поля, создаваемого в воздухе двумя параллельными и направленными в одну сторону бесконечными прямолинейными токами силой I . Расстояние между токами принять равным $2a$.
36. Вычислить коэффициент взаимной индукции и силу взаимодействия в вакууме между током I_2 , текущим по контуру равностороннего треугольника, и током I_1 , текущим по бесконечному линейному проводу, лежащим в плоскости треугольника и отстоящим на расстоянии b от ближайшей параллельной проводу стороны треугольника длиной a .
37. Вычислить самоиндукцию единицы длины кабеля, состоящего из двух коаксиальных цилиндрических проводов: внутреннего сплошного радиуса R_0 и наружного - полого,

внутренний и внешний радиусы которого равны R_1 и R_2 соответственно. Магнитная проницаемость проводов μ_1 , а изоляционной прослойки между ними μ_2 .

38. Самоиндукция плоского контура в воздухе равна L . Как она изменится, если по одну из сторон контура разместить однородный магнетик проницаемостью μ .

39. Проводник имеет форму длинного круглого цилиндра радиуса a , по которому течет постоянный ток силой I , равномерно распределенный по сечению. Показать, что джоулево тепло, выделяющееся в проводнике, равно энергии электромагнитного поля, которая поступает в проводник извне.

40. Написать уравнение плоской монохроматической электромагнитной волны, распространяющейся в прозрачной немагнитной ($\mu=1$) среде с показателем преломления n в отрицательном направлении оси x и поляризованной по кругу вправо.

41. Определить частоту и состояние поляризации электромагнитной волны, полученной в результате наложения двух волн одинаковой амплитуды и очень близких частот, поляризованных по кругу с противоположным вращением и распространяющихся в одном направлении.

42. Найти дисперсионное соотношение, т.е. зависимость $n=n(\omega)$ для прозрачной и немагнитной ($\mu=1$) среды, если известно, что групповая скорость обратно пропорциональна фазовой.

43. В однородной, прозрачной и не диспергирующей среде в направлении оси x распространяется электромагнитный импульс, который в точке $x=0$ определяется уравнением

$$f_0(t) = \begin{cases} a \exp(-i\omega_0 t), & |t| < T/2 \\ 0, & |t| > T/2 \end{cases}$$

Найти спектральную плотность этого импульса.

44. Показать, что при полном отражении прошедшая волна не является поперечной.

45. Как нужно расположить металлическое зеркало, чтобы отраженная волна из линейно поляризованной превратилась бы в волну круговой поляризации.

46. Точечный заряд q равномерно вращается по окружности радиуса a с угловой скоростью $\omega \ll c/a$. Определить создаваемое им в вакууме поле излучения и интенсивность излучения.

47. Показать, что магнито-дипольное излучение отсутствует у системы, состоящей из 2-х заряженных частиц, а также у системы, состоящей из частиц с одинаковыми удельными зарядами.

48. Определить поле излучения, создаваемого в однородной и непроводящей среде заданным распределением тока частоты ω плотностью $\mathbf{j}=\mathbf{j}_0(\xi)\exp(-i\omega t)$.

49. Описать электромагнитную волну, распространяющуюся в зазоре между параллельными идеально проводящими плоскостями.
50. Определить собственные электромагнитные колебания в полном сферическом резонаторе. Найти наименьшую собственную частоту резонатора.
51. Вывести закон релятивистского преобразования для трехмерного вектора ускорения материальной точки.
52. Показать, что $B^2 - E^2$ является инвариантом относительно преобразования Лоренца.
53. Неподвижный диэлектрик имеет показатель преломления n_0 . Как изменится этот показатель из-за движения диэлектрика с постоянной скоростью \mathbf{v} ?
54. Определить электромагнитное поле электрического диполя, движущегося в вакууме с постоянной скоростью \mathbf{v} ?
55. На плоское зеркало, движущееся в направлении нормали со скоростью \mathbf{v} , падает под углом θ плоская монохроматическая электромагнитная волна частоты ω . Найти частоту отраженной волны и угол ее отражения от зеркала.
56. Показать, что если постоянное магнитное поле плоское, т.е. $A_x = A_y = 0$ и $A_z = A_z(x, y)$, то при движении заряженной частицы в этом поле
- $$\frac{mv_z}{\sqrt{1-\beta^2}} + \frac{q}{c} A_z = const.$$
57. Вывести закон преобразования для силы при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой.
58. Показать, что в отсутствие внешнего поля фотон не может превратиться в электронно-позитронную пару.
59. Вычислить "продольную" и "поперечную" массу релятивистской частицы.
60. Показать, что уравнения движения заряженной частицы в электромагнитном поле не меняются, если произвести замены: $t \rightarrow -t$, $\varphi \rightarrow \varphi$, $\mathbf{A} \rightarrow -\mathbf{A}$.

5.2.3. Примеры контрольных работ

Контрольная работа №1

Вариант I

1. Найти дивергенцию вектора $\mathbf{A} = \mathbf{r}/r^3$.
2. Определить поверхностную плотность связанных зарядов σ' на границе проводящего заряженного шаром Q шара радиуса a , помещенного в диэлектрическую среду с проницаемостью $\varepsilon = \varepsilon(r)$, r - расстояние от центра шара.

3. Найти систему изображений для точечного заряда над бесконечной проводящей плоскостью с полусферическим выступом..

Вариант II

1. Подсчитать циркуляцию вектора $\mathbf{A} = -\mathbf{i}(y/a) + \mathbf{j}(x/a)$ по окружности $x^2 + y^2 = a^2$.

2. Показать, что дипольный момент электрически нейтральной системы не зависит от выбора начала.

3. Найти магнитное поле тока плотностью $\mathbf{j} = \mathbf{z}_0 j_0 \exp(-\alpha r^2)$, r - расстояние до оси, α - константа.

Вариант III

1. Показать, что для любого тензора 2-го ранга T^{ik} справедливо равенство $T^{ik} = (T^T)^{ki}$, где T^T означает процедуру транспонирования матрицы исходного тензора.

2. Вывести закон преломления линий стационарного тока на поверхности раздела двух однородных и изотропных проводящих сред.

3. Между двумя параллельными бесконечными металлическими плоскостями $x=0$ и $x=L$ распределен в плоскости $z=0$ поверхностный заряд с плотностью $\sigma = \sigma_0 \sin(\pi x/L)$. Найти потенциал $\varphi = \varphi(x, z)$.

Вариант IV

1. Найти градиент потенциала $\varphi = \frac{1}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$.

2. Покажите, что в изотропных не ферромагнитных веществах намагниченность \mathbf{M} и напряженность магнитного поля \mathbf{H} пропорциональны.

3. Найти дипольный момент системы зарядов, распределенных по поверхности сферы радиуса R с плотностью $\sigma = \sigma_0 \cos\theta$, θ - сферический полярный угол.

Вариант V

1. Подсчитать поток вектора $\mathbf{A} = x\mathbf{i} + 2y\mathbf{j} - z\mathbf{k}$ сквозь поверхность сферы $x^2 + y^2 + z^2 = 4$.

2. Показать непосредственным интегрированием, что для магнитного поля, создаваемого в воздухе прямоугольным током имеет место равенство $\int_{-\infty}^{+\infty} H_z dz = \frac{4\pi}{c} I$, где ось z направлена вдоль оси симметрии контура.

3. Определить изменение емкости плоского конденсатора ΔC при внесении в него маленького диэлектрического шарика проницаемостью ε . Считать, что радиус шарика a мал по сравнению с расстоянием от его центра до пластин. Расстояние между пластинами d .

Контрольная работа №2

Вариант I

1. Плоская линейно-поляризованная электромагнитная волна частоты ω распространяется в вакууме в положительном направлении оси x . Напишите выражение для напряженности магнитного поля волны, если известно амплитудное значение ее электрической напряженности E_0 , направленной по оси y .
2. Круговой контур радиуса a с постоянным током I вращается с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси, которая образует угол α с нормалью к плоскости контура. Найти угловое распределение и полную интенсивность излучения.
3. Определить критическую частоту и фазовую скорость волны в круглом волноводе диаметром 5 см при частоте 5 ГГц.

Вариант II

1. Закон дисперсии для плоских гармонических электромагнитных волн в некоторой среде имеет вид $\omega = ak^2$. Пользуясь им определите фазовую и групповую скорости волн, а также установите связь между ними.
2. Получить выражение для фазы коэффициента отражения волны с перпендикулярной ориентацией вектора \mathbf{E} к плоскости падения в условиях закритичности.
3. Определить резонансную длину волны основного типа колебания в кубическом резонаторе со сторонами 2 см.

Вариант III

1. Суперпозицией каких плоских электромагнитных волн можно описать стоячую волну, установившуюся вдоль оси x ?
2. Плоская электромагнитная волна круговой поляризации падает из вакуума на поверхность плавленого кварца. Определить угол падения, при котором она преобразуется отражаясь в волну линейной поляризации.
3. Найти сопротивление излучения элементарного электрического излучателя при $l=0.1$ и $f=300$ МГц.

Вариант IV

1. Вдоль оси x в вакууме распространяются две плоские монохроматические волны, имеющие одинаковые частоты и векторные амплитуды. Охарактеризуйте картину их суммарного электрического поля для случая, когда колебания в волнах сдвинуты на полпериода.
2. Через конденсатор пролетела частица массой m и зарядом e . Расстояние между обкладками конденсатора равно l , а напряженность \mathbf{E} электрического поля в нем однородна и постоянна. Угол между вектором \mathbf{E} и вектором скорости \mathbf{v}_0 частицы при влете равнялся α . Знаки заряда e и $\cos\alpha$ одинаковы. Найти энергию W , теряемую частицей на дипольное излучение во время пролета через конденсатор.
3. Найти диаграмму направленности излучателя в виде линейного отрезка провода длиной d , в котором существует переменный ток с амплитудой и фазой одинаковыми для всех точек проводника.

Вариант V

1. Оцените изменение напряженности электрического поля плоской электромагнитной волны с амплитудой E_0 в выделенной точке пространства за время равное $T/4$, $T/2$ и $3T/4$, T - период колебаний.
2. Плоская электромагнитная волна распространяется в бесконечной плоскопараллельной пластине диэлектрика с проницаемостью ϵ под углом θ к границе раздела с вакуумом. При каких условиях волна не будет покидать пластину.
3. Рассчитать картину дифракции плоской монохроматической электромагнитной волны на краю полубесконечного идеально проводящего экрана.

5.2.4 Вопросы для устного опроса

Тема 1. Математическое введение

3. Предмет электродинамики и структура курса. Общие свойства векторов. Дифференциальные операторы div , grad и rot . Теоремы Гаусса-Остроградского и Стокса. Аффинные координаты. Ковариантный и контравариантный векторы. Прямое и обратное преобразование векторов. Тензор как обобщение понятия вектора.

4. Основные операции над тензорами. Метрический тензор. Свойства симметрии тензоров. Главные значения и главные направления. Инварианты. Псевдотензоры. Тензорные поля. Криволинейные координаты. Дифференцирование тензоров. Символы Кристоффеля. Дифференциальные операторы и интегральные теоремы полей в тензорной форме.

2. Тема 2. Экспериментальные основания электромагнетизма. Уравнения Максвелла.

3. Концепция поля и источники полей в электромагнетизме: две линии развития. Закон Кулона; абсолютная система единиц. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Поток напряженности. Теорема Гаусса. Поляризованность. Вектор индукции электрического поля. Уравнение непрерывности. Теорема о циркуляции магнитного поля. Ток смещения. Закон электромагнитной индукции.

4. Основные уравнения электродинамики и их модификация применительно к различным моделям сред. Граничные условия. Силы, действующие на заряды и токи. Международная система единиц. Энергия электромагнитного поля. Вектор Пойтинга.

3. Тема 3. Стационарные поля (электростатика)

4. Уравнения Максвелла для стационарного поля. Основные задачи электростатики. Уравнение Лапласа и уравнение Пуассона. Фундаментальное решение уравнения Лапласа (сферические координаты) Потенциал объемно распределенного заряда. Потенциал поверхностных и линейных зарядов.

5. Дипольный момент системы точечных зарядов. Мультипольное разложение. Тензор квадрупольного момента. Потенциал двойного электрического слоя. Поле связанных зарядов.

6. Проводники в электрическом поле. Емкость. Энергия электростатического поля. Энергия системы заряженных проводников. Емкостные и потенциальные коэффициенты. Теорема взаимности. Силы, действующие на проводники и диэлектрики в электрическом поле.

4. Тема 4. Магнитостатика

3. Магнитное поле распределенного тока. Векторный потенциал. Магнитное мультипольное разложение. Поле постоянных магнитов. Энергия магнитного поля постоянных токов. Индуктивность.

4. Стационарность тока. Роль сторонних сил. Квазиидеальные проводники в среде с малой проводимостью. Релаксация объемного заряда. Поле цилиндрического проводника с током. Превращение энергии в цепи постоянного тока.

5. Тема 5. Переменное электромагнитное поле

6. Электромагнитные волны как общая форма динамического поведения поля. Волновое уравнение. Одномерные электромагнитные поля. Плоские волны. Гармонические плоские волны. Уравнение Гельмгольца. Типы поляризаций плоских электромагнитных волн. Решение Даламбера. Сферические и цилиндрические электромагнитные волны.

7. Импульсы и пучки электромагнитных волн. Интеграл Фурье. Фазовая и групповая скорость. Интенсивность электромагнитных волн. Задача Френеля об отражении и преломлении плоских электромагнитных волн.

8. Поле заданных токов и зарядов: потенциалы и калибровочные уравнения, калибровка

Лоренца и кулоновская калибровка потенциала. Формализм функций Грина. Запаздывающие и опережающий потенциалы. Электрический и магнитный векторы Герца. Вибратор Герца. Мультипольное разложение запаздывающих потенциалов. Излучение линейной антенны.

9. Поле произвольно движущегося заряда. Сила реакции излучения. Рассеяние электромагнитных свободными электронами. Формула Томсона. Рассеяние электромагнитных волн идеальными проводниками. Интеграл Кирхгофа. Рассеяние плоской электромагнитной волны цилиндрическим проводником. Индикатриса рассеяния. Полное сечение рассеяния.

10. Длинные линии. Телеграфное уравнение. Нагруженная длинная линия и согласование длинных линий. Представление о волноводном распространении электромагнитных волн. Классификация волноводов. E-волны прямоугольного и круглого волноводов. H-моды круглого волновода. Резонаторы: общие свойства. Прямоугольный объемный резонатор.

Тема 6. Релятивистские основания электродинамики и механики

1. Принцип относительности Галилея и гипотеза эфира. опыты Физо и Майкельсона. Гипотезы Фицджеральда и Лоренца. Постулаты теории относительности. Преобразования Лоренца-Эйнштейна. Общие следствия преобразований Лоренца. Изменение длины движущихся тел. Изменение хода движущихся часов. Парадокс близнецов.

2. 4-х мерная геометрическая интерпретация преобразований Лоренца. 4-х мерные векторы и тензоры. 4-х мерный векторный анализ. Скорость и ускорение как 4-х векторы. Релятивистское сложение скоростей. Аберрация и эффект Доплера для световых волн.

3. 4-х вектор плотности тока. Лоренц-инвариантность электрического заряда. Ковариантная запись уравнений электродинамики. Формулы преобразования электромагнитного поля. Инварианты электромагнитного поля. 4-х мерный потенциал электромагнитного поля. Ковариантная запись уравнений Максвелла в среде. Уравнения Минковского.

4. Уравнения динамики материальной точки в СТО. Уравнения движения заряда во внешнем электромагнитном поле. Лагранжева и Гамильтонова формы уравнений релятивистского движения заряда. Сила реакции излучения. Уравнения движения Дирака-Лоренца.

Энергия и импульс электромагнитного поля. Электромагнитная теория массы. Закон сохранения энергии и импульса для системы частиц и полей. Закон сохранения энергии.

5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 <i>«удовлетворительно»</i>	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Я.П. Терлецкий, Ю.П. Рыбаков. Электродинамика. - М.: Высшая школа, 1990.- 352 с.

2. А.А. Власов. Макроскопическая электродинамика. - М.; ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 240 с.
3. В.П. Якупов. Электродинамика. - Томск: Изд-во НТЛ, 2006. - 148 с.
4. В.А. Неганов, О.В. Осипов, С.Б. Раевский, Г.П. Яровой. Электродинамика и распространение радиоволн (учебник). - М.: Радиотехника, 2009. - 744 с.
5. Е.Г. Векштейн. Сборник задач по электродинамике. - М.: Высшая школа, 1966. - 288 с.
6. А.И. Алексеев. Сборник задач по классической электродинамике. - М.: Наука, 1977. - 320 с.
7. В.В. Батыгин, И.Н. Топтыгин. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности. - СПб.: "Лань". 2010. - 480 с.
8. В.Б. Гильденбург, М.А. Миллер. Сборник задач по электродинамике. Учебное пособие. - М.: Физматлит, 2001. - 168 с.
9. И.Э. Келлер. Тензорное исчисление: Учебное пособие. - СПб: "Лань", 2012. - 176 с.

Дополнительная литература

1. А.И. Борисенко, И.Е. Тарапов. Векторный анализ и начала тензорного исчисления. - М.: Высшая школа, 1966. Издание третье. - 252 с.
2. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теория поля. - М.: ФИЗМАТЛИТ. 2003. - 536 с.
3. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. - М.: ФИЗМАТИЛИТ. 2002. - 656 с.
4. Дж. Джексон. Классическая электродинамика. - М.: Мир, 1965. - 703 с.
5. М.М. Бредов, В.В. Румянцев, И.Н. Топтыгин. Классическая электродинамика. - М.: Наука, 1985. - 400 с.
6. П.А. Халилеев. Основные понятия электродинамики сплошных сред. - Свердловск: УрО АН СССР, 1989. - 226 с.

Информационные источники интернета

1. Форум fizika-student.ru
2. Образовательный математический сайт <http://www.exponenta.ru>
3. Электронная библиотека учебно-методической литературы <http://www.twirpx.com>
4. Большой портал рефератов www.vtzi.ru
5. Сайт СПбУ по физике hep.phys.spbu.ru
6. Журнал "Успехи физических наук" (электронная версия) ufn.ru

7 МАТЕРИАЛЬНО - ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение включает в себя специально оборудованные аудиовизуальной техникой аудитории для чтения лекций и проведения семинарских занятий, а также компьютерные классы для выполнения расчетных работ по отдельным темам практических занятий, в матобеспечение компьютеров которых входит лицензионный пакет MathCad 14.

8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ по ВО по направлению подготовки 03.03.01 «Прикладные математика и физика» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. В рамках учебного курса студенты работают с лекциями рекомендованной литературой, готовятся к контрольной работе, выполняют домашние задания.

9 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ И СТУДЕНТОВ)

Учебным планом на изучение дисциплины отводится пятый семестр, в конце которого предусмотрен зачет. Изучение учебной дисциплины "Классическая электродинамика" предполагает овладение материалами лекций, учебника, программы, работу студентов в ходе проведения семинарских и практических занятий, а также систематическое выполнение заданий для самостоятельной работы. В основу метода изучения курса классической электродинамики в СарФТИ положена идея единства физики как науки и глубокой взаимосвязи различных ее частей. Данный метод уделяет главное внимание изучению основных принципов электродинамики и позволяет заложить прочную основу фундаментальных знаний.

В ходе лекций раскрываются основные вопросы в рамках рассматриваемой темы, делаются акценты на наиболее сложные и интересные положения изучаемого материала, которые должны быть приняты студентами во внимание. Материалы лекций являются основой для подготовки студента к семинарским занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы. Также для самостоятельной подготовки разделов, указанных преподавателем, необходима литература, которая находится в библиотеке СарФТИ НИЯУ МИФИ или предоставляется в форме электронных копий.

Основной целью семинарских занятий является контроль за степенью усвоения пройденного материала, ходом выполнения студентами самостоятельной работы и рассмотрение наиболее сложных и спорных вопросов в рамках темы семинарского занятия.

Самостоятельная работа студентов включает подготовку к семинарским занятиям в соответствии с вопросами, представленными в РП по дисциплине, выполнение заданий для самостоятельной работы студентов, решение задач. Задания для самостоятельной работы выполняются студентом в письменном виде.

При необходимости в процессе работы над заданием студент может получить индивидуальную консультацию у преподавателя.

Основная – методологическая цель изучения дисциплины заключается в том, чтобы на основе изучения теоретического материала, решения учебных задач и выполнения упражнений сформировать у студентов четкое представление о современном состоянии электродинамики и методах решения задач, относящихся к этой области физики.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика.

Программу составил:

Шевяхов Н.С.

Рецензент:

Косяк Е.Г.