

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.16.02 ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Направление подготовки (специальность) 03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

Профиль подготовки (специализация)

Форма обучения очная

Год набора 2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили
доцент, к.ф.-м.н. Ю.С.Орлов

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины:

Изучение теории электромагнитного поля в вакууме и сплошных средах, формирование базовых общепрофессиональных знаний о теоретических основах, базовых понятиях, законах электродинамики и моделях электродинамических систем, теории генерации и распространения электромагнитного излучения, необходимых в последующих курсах: теории относительности, квантовой механики, термодинамики и статистической физики, а также квантовой теории поля и квантовой теории твердого тела. Кроме того, в курсе «Электродинамика» закладываются основы владения основными методами теоретической физики (в приложениях к электростатике и магнитостатике), необходимыми при изучении дальнейших курсов теоретической физики: квантовой механики, термодинамики и статистической физики, квантовой теории магнетизма и твердого тела.

1.2 Задачи изучения дисциплины:

Задачи изучения дисциплины - овладеть идеями и методами полевого подхода к описанию физических явлений с участием электромагнитных взаимодействий с тем, чтобы эти методы могли быть легко перенесены в дальнейшем и на другие разделы теории поля в теоретической физике. При этом студенты должны знать, откуда и как возникли эти методы, когда и где можно их применять. Они должны также знать и уметь решать типовые задачи, пользуясь различными подходами для решения уравнений Максвелла в вакууме и средах.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы высшего образования:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен применять современные теоретические модели физических явлений, процессов и систем, а также результаты экспериментальных исследований в фундаментальных и прикладных разработках;	
ОПК-1.1 Демонстрирует владение фундаментальными законами общей и теоретической физики	знать основы, базовые понятия и законы электродинамики, модели электродинамических систем, теорию генерации и распространения электромагнитного излучения; уметь решать типовые задачи, пользуясь различными подходами для решения уравнений Максвелла в вакууме и средах
ОПК-1.2 Использует экспериментальные и теоретические методы исследований	владеть основными методами теоретической физики (в приложениях к электростатике и магнитостатике), необходимыми при изучении дальнейших курсов теоретической физики: квантовой механики, статистической физики, квантовой теории магнетизма и твердого тела

Дисциплина реализуется без применения ЭО и ДОТ

2 Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр	
		5	6
Общая трудоемкость дисциплины	7 (108)	3 (108)	4 (144)
Контактная работа с преподавателем:	4 (144)	2 (72)	2 (72)
занятия лекционного типа	2 (72)	1 (36)	1 (36)
практические занятия	2 (72)	1 (36)	1 (36)
Самостоятельная работа обучающихся	2 (72)	1 (36)	1 (36)
Вид промежуточной аттестации (Зачет)	36	Зачёт	Экзамен

3 Содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Вид работ	Темы занятия	Объем часов	Семестр /курс	Часы в эл. формате
Раздел 1. Электрический заряд и электромагнитное поле. Уравнения электромагнитного поля					
1.	Лек	Электрический заряд и электромагнитное поле.	8	5	
2.	Лек	Уравнения электромагнитного поля	8	5	
3.	Пр	Основы векторного и тензорного анализа	2	5	
4.	Пр	Преобразование Лоренца. СТО. Релятивистская механика (трехмерная).	2	5	
5.	Пр	Движение в электрических и магнитных полях.	2	5	
6.	Пр	Движение в электрических и магнитных полях.	2	5	
7.	Пр	Преобразование полей. Инварианты поля	2	5	
8.	Пр	Уравнения Максвелла и законы сохранения.	2	5	
9.	Пр	Основные методы решения задач электростатики. Магнитостатика.	4	5	
10.	Пр	Энергия стационарного электромагнитного поля. Максвелловский тензор натяжений.	2	5	
11.	Ср	Самостоятельная работа	14	5	
Раздел 2. Статические электрические и магнитные поля. Электромагнитные волны. Электромагнитные поля движущихся зарядов					
1.	Лек	Статические электрические и магнитные поля. Электромагнитные волны. Электромагнитные поля движущихся зарядов	6	5	
2.	Лек	Электромагнитные волны	6	5	
3.	Лек	Электромагнитные поля движущихся зарядов	2	5	
4.	Пр	Мультипольное разложение потенциала в электростатике.	2	5	
5.	Пр	Мультипольное разложение потенциала в магнитостатике.	2	5	
6.	Пр	Электромагнитные волны.	2	5	
7.	Пр	Запаздывающие потенциалы. Элементы теории антенн.	2	5	
8.	Пр	Потенциалы Лиенара-Вихерта. Поле излучения.	2	5	
9.	Ср	Самостоятельная работа	14	5	
Раздел 3. Теория излучения					
1.	Лек	Теория излучения	6	5	
2.	Пр	Дипольное приближение в теории излучения. Угловое распределение интенсивности. Поляризация излучения.	2	5	
3.	Пр	Поляризация излучения	2	5	
4.	Пр	Магнитное дипольное и электрическое квадрупольное излучение	2	5	
5.	Пр	Рассеяние электромагнитных волн.	2	5	
6.	Ср	Самостоятельная работа	8	5	
7.	Зачёт	Зачет		5	

Раздел 4. Макроскопические уравнения Максвелла. Статические поля в различных средах. Магнитная гидродинамика					
1.	Лек	Макроскопические уравнения Максвелла.	2	6	
2.	Лек	Статические поля в различных средах	10	6	
3.	Лек	Магнитная гидродинамика	4	6	
4.	Пр	Электродинамика сплошной среды. Нахождение поляризации, плотности индуцированных зарядов, деполяризующего фактора.	2	6	
5.	Пр	Электростатика проводников	2	6	
6.	Пр	Электростатика диэлектриков	2	6	
7.	Пр	Магнитостатика.	2	6	
8.	Пр	Проводящие среды. Вихревые токи.	2	6	
9.	Ср	Самостоятельная работа	12	6	
Раздел 5. Электромагнитные волны в сплошной среде					
1.	Лек	Электромагнитные волны в сплошной среде	14	6	
2.	Пр	Скин эффект	2	6	
3.	Пр	Электромагнитные волны в изотропных и анизотропных средах	2	6	
4.	Пр	Электромагнитные волны в неоднородных средах.	2	6	
5.	Пр	Волновод. Поверхностная плазменная волна	2	6	
6.	Пр	Пространственная и временная дисперсия. Плазменная волна	2	6	
7.	Пр	Магнитная гидродинамика. Физика плазмы	2	6	
8.	Пр	Излучение при взаимодействии заряженной частицы с веществом.	2	6	
9.	Ср	Самостоятельная работа	14	6	
Раздел 6. Электромагнитные свойства магнитоупорядоченных веществ					
1.	Лек	Электромагнитные свойства магнитоупорядоченных веществ	6	6	
2.	Пр	Теория диэлектрической проницаемости вещества	2	6	
3.	Пр	Теория диа- и парамагнитной проницаемости. Диамагнетизм Ландау.	2	6	
4.	Пр	Статическая проводимость в магнитном поле. Эффект Холла.	2	6	
5.	Пр	Ферромагнетизм. Теория среднего поля	2	6	
6.	Пр	Ферромагнитный резонанс.	2	6	
7.	Пр	Сверхпроводники.	2	6	
8.	Ср	Самостоятельная работа	10	6	
9.	Экзамен	Экзамен	36	6	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Берестецкий В. Б., Питаевский Л. П. Теоретическая физика: Т. 4. Квантовая электродинамика [Электронный ресурс]: в 10 томах : учебное пособие для физических специальностей университетов : допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР?. - Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. - – Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b22/0073441.pdf> .

2. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика: Т. 2. Теория поля [Электронный ресурс]: в 10 томах : учебное пособие для физических специальностей университетов : допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР?. - Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. - 509 с. – Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b22/0036713.pdf> .

3. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика: Т. 8. Электродинамика сплошных сред: учеб. пособие для физ. спец. ун-тов. - Москва: Наука, 1982. - 623 с..

4. Власов А. А. Макроскопическая электродинамика: учеб. пособие для студентов вузов. - Москва: URSS, 2010. - 228 с..

5. Алтунин К. К. Электродинамика, специальная теория относительности и электродинамика сплошных сред [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. - Москва: Директ-Медиа, 2014. - – Режим доступа: http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib_dc/DIRECTM_20200601/i-490298449.pdf .

6. Батыгин В. В., Топтыгин И. Н., Бредов М. М. Сборник задач по электродинамике:.. - Москва: [R&C Dynamics] Регулярная и хаотическая динамика [РХД], 2002. - 639 с..

7. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Механика. Электродинамика [Электронный ресурс]: учеб. пособие для физ. спец. вузов. - Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1969. - 272 с. – Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/U53/i-228661.pdf> .

8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред: научное издание. - Москва: Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1957. - 532 с..

9. Морозов А. В., Нырцов А. Н., Шмаков Н. П. Электродинамика и распространение радиоволн: учебник для вузов. - Москва: Радиотехника, 2007. - 408 с..

10. Баранов А. М., Овчинников С. Г., Золотов О. А., Паклин Н. Н., Титов Л. С., Баранов Д. А., Тегай С. Ф., Власов З. В., Уваев И. В., Филатьев В. И., Шнейдер Е. И. Теоретическая физика: электродинамика. Электродинамика сплошных сред [Электронный ресурс]: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины. - Красноярск: СФУ, 2008. - on-line – Режим доступа: http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/ELIB_DC/UMKD/i-588414.zip .

11. Орлов Ю.С., Овчинников С.Г. Электродинамика [Электронный ресурс]: [учеб.-метод. материалы к изучению дисциплины для ...03.03.02 Физика, 03.03.02.01 Фундаментальная физика, 03.03.02.07 Биохимическая физика, 14.03.02 Ядерная физика и технологии, 16.03.01 Техническая физика, 28.03.01.02 Материалы микро- и наносистемной техники]. - Красноярск: СФУ, 2018. - – Режим доступа: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=17319> .

12. Орлов Ю. С., Николаев С. В. Электродинамика [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. - Красноярск: СФУ, 2019. - 159 с. – Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/b22/i-881865.pdf> .

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Adobe Acrobat Reader DC . Программное обеспечение для просмотра и печати файлов PDF.

2. Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic. Офисный пакет Microsoft Office.

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Мир математических уравнений <http://eqworld.ipmnet.ru>
2. Поисковая машина электронных книг <http://www.poiskknig.ru>
3. Файловый архив для студентов <http://www.studfiles.ru>
4. Электронно-библиотечная система СФУ <http://bik.sfu-kras.ru/>

5 Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств является приложением к рабочей программе дисциплины (модуля), хранится на кафедре, обеспечивающей преподавание данной дисциплины (модуля).

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

учебная аудитория для проведения лекционных, семинарских и практических занятий: Специализированная мебель, демонстрационное оборудование, АРМ преподавателя, подключение к сети «Интернет» и индивидуальный неограниченный доступ в ЭИОС университета

помещение для самостоятельной работы обучающихся: специализированная мебель, демонстрационное оборудование, АРМ преподавателя, АРМ обучающихся, подключение к сети «Интернет» и индивидуальный неограниченный доступ в ЭИОС университета

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

По дисциплине (модулю)/ практике Б1.О.16.02 Электродинамика

Направление подготовки/специальность

03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

Образовательная программа

03.05.02.30 Фундаментальная и прикладная физика

1 Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения, соотнесенных с результатами обучения по дисциплине (модулю), практики и оценочными средствами

Семестр ¹	Код и содержание индикатора компетенции	Результаты обучения ²	Оценочные средства ³
ОПК-1: Способен применять современные теоретические модели физических явлений, процессов и систем, а также результаты экспериментальных исследований в фундаментальных и прикладных разработках			
5,6	ОПК-1.1: Демонстрирует владение фундаментальными законами общей и теоретической физики	знать основы, базовые понятия и законы электродинамики, модели электродинамических систем, теорию генерации и распространения электромагнитного излучения;	Контрольные работы, Вопросы к зачету, Вопросы к экзамену
		уметь решать типовые задачи, пользуясь различными подходами для решения уравнений Максвелла в вакууме и средах	Контрольные работы, Вопросы к зачету, Вопросы к экзамену
5,6	ОПК-1.2: Использует экспериментальные и теоретические методы исследований	владеть основными методами теоретической физики (в приложениях к электростатике и магнитостатике), необходимыми при изучении дальнейших курсов теоретической физики: квантовой механики, статистической физики, квантовой теории магнетизма и твердого тела	Контрольные работы, Вопросы к зачету, Вопросы к экзамену

2 Типовые оценочные средства или иные материалы, с описанием шкал оценивания и методическими материалами, определяющими процедуру проведения и оценивания достижения результатов обучения

Тема: Теория поля, методы электростатики и магнитостатики

Контрольная работа № 1.

Вариант № 1.1

1. Найти $\text{div}[A(\vec{r}), B(\vec{r})]$.
2. Вывести закон сложения скоростей в релятивистской механике.

¹ Семестры указываются по порядку, для каждого индикатора

² Указываются результаты обучения по дисциплине (модулю), практике, соотнесенные с индикатором достижения компетенции.

³ Указываются оценочные средства для каждого индикатора.

3. Найти закон движения заряженной частицы в однородном электрическом поле, используя трехмерные уравнения движения.

4. Преобразовать ковариантный тензор электромагнитного поля к контравариантному виду.

5. Найти электромагнитное поле равномерно движущегося заряда.

6. Вывести формулы градиентного преобразования в электродинамике.

7. Вычисляя интеграл Пуассона найти распределение потенциала внутри и вне однородно заряженного шара.

8. Из решения уравнения Пуассона найти распределение векторного потенциала внутри и вне цилиндра с током, равномерно распределенном по сечению цилиндра.

9. Используя выражение $w = \frac{1}{8\pi} \int E^2 dV$ вычислить энергию, приходящуюся на единицу длины однородно заряженного цилиндра. Объяснить полученный результат.

10. Используя максвелловский тензор натяжений найти силу, разрывающую цилиндрический провод с током на две части.

Вариант № 1.2

1. Найти $\text{rot}[A(\vec{r}), B(\vec{r})]$.

2. Вывести закон преобразования компонент вектора ускорения при преобразовании Лоренца.

3. Найти закон движения заряженной частицы в однородном магнитном поле, используя трехмерные уравнения движения.

4. Преобразовать контравариантный тензор электромагнитного поля к ковариантному виду.

5. Найти скорость системы отсчета, в которой первоначально заданные электрическое и магнитное поля станут параллельны друг другу.

6. Вывести максвелловский тензор натяжений и закон сохранения импульса в электродинамике.

7. Вычисляя интеграл Пуассона найти распределение потенциала внутри и вне однородно заряженной сферы.

8. Найти распределение магнитного скалярного потенциала вокруг провода с током.

9. Используя выражение $w = \frac{1}{2} \int \rho\phi(\vec{r}) dV$ вычислить энергию, приходящуюся на единицу длины однородно заряженного цилиндра. Объяснить полученный результат.

10. Используя максвелловский тензор натяжений найти силу, разрывающую однородно заряженную сферу на две части.

Вариант № 1.3

1. Найти $\text{rot} \frac{[\vec{a}, \vec{r}]}{r^3}$.

2. Вывести закон скоростей скорости в векторном виде.

3. Вывести выражение для силы Лоренца из релятивистской функции Лагранжа.

4. Найти закон движения заряженной частицы в однородном электрическом поле, используя четырехмерные уравнения движения.

5. Найти скорость системы отсчета, в которой первоначально заданные взаимно перпендикулярные поля сведутся к одному полю.

6. Вывести закон сохранения заряда в электродинамике.

7. Из решения уравнения Пуассона найти распределение потенциала внутри и вне однородно заряженного цилиндра.

8. Вычисляя интеграл Био-Савара-Лапласа найти распределение магнитного поля вокруг провода с током.

9. Используя выражение $w = \frac{1}{2} \int \rho \varphi(\vec{r}) dV$ вычислить энергию однородно заряженного шара.

10. Используя максвелловский тензор натяжений найти силу, разрывающую однородно заряженный шар на две части.

Вариант № 1.4

1. Найти $\operatorname{div} \frac{\vec{a}\vec{r}}{r^3}$.

2. Как преобразуются при пространственных поворотах компоненты 4-тензора второго ранга?

3. Вывести выражение для функции Гамильтона из релятивистской функции Лагранжа.

4. Найти закон движения заряженной частицы в однородном магнитном поле, используя четырехмерные уравнения движения.

5. Найти величину поля после преобразования Лоренца, при котором первоначально заданные взаимно перпендикулярные поля свелись к одному электрическому полю.

6. Вывести закон сохранения энергии в электродинамике.

7. Из решения уравнения Пуассона найти распределение потенциала внутри и вне однородно заряженного шара.

8. Вычисляя интеграл Био-Савара-Лапласа найти распределение магнитного поля на оси круглого витка с током.

9. Используя выражение для плотности энергии $w = \frac{1}{8\pi} \int E^2 dV$ вычислить энергию однородно заряженного шара.

10. Используя максвелловский тензор натяжений найти силу, разрывающую однородно заряженный цилиндр на две части.

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы №1

В течение всего периода обучения запланировано проведение четырех контрольных работ (по 2 в каждом семестре). На контрольном занятии каждый студент получает соответствующий вариант задания и самостоятельно решает его в течение 2 часов. По результатам этих работ и

процента посещаемости семинарских занятий в конце семестра студенты получают допуск к зачету или экзамену. В случае отсутствия допуска существует дополнительная возможность его получить, путем самостоятельного решения дополнительных контрольных заданий.

Критерии оценки контрольной работы №1

Оценка «отлично» выставляется студенту, если решены не менее 90% задач контрольного задания, последовательность изложения решения логически стройная и дополнена комментариями, но при этом могут быть допущены несущественные ошибки.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если решены не менее 75% задач контрольного задания, последовательность изложения решения логически стройная, не допускается существенных неточностей, правильно применяются теоретические положения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если решены не менее 50% задач контрольного задания, при этом может быть нарушена логическая последовательность изложения решения, допускаются неточности и недостаточно правильные формулировки.

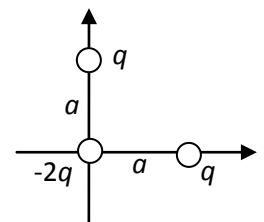
Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если решены менее 50% задач контрольного задания, допущены существенные ошибки.

Тема: Мульти-поля, электромагнитные волны и теория излучения Контрольная работа № 2.

Вариант № 2.1

1. Получить мультипольное разложения потенциала заряженного кольца.

2. Получить мультипольное разложения потенциала системы зарядов, изображенной на рисунке.



3. Доказать, что эллиптически поляризованная волна равноценна сумме двух линейно поляризованных.

4. Методом интегрального преобразования Фурье найти функцию Грина для уравнения Пуассона.

5. Используя выражение для запаздывающих потенциалов найти угловое распределения излучения антенны со стоячей волной тока.

6. Найти угловое распределение интенсивности излучения релятивистского заряда при торможении.

7. Рассчитать время падения классического электрона на ядро атома за счет потери энергии на дипольное излучение.

8. Найти поляризацию излучения двух колеблющихся с разностью фаз φ диполей, разнесенных на расстояние a .

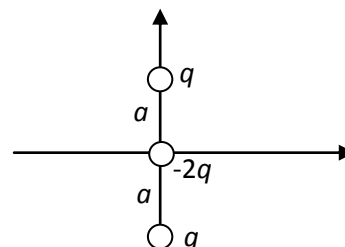
9. Найти интенсивность квадрупольного излучения, создаваемого четырьмя разноименными зарядами, вращающимися с угловой скоростью ω .

10. Определить дифференциальное сечение рассеяния плоской электромагнитной волны на проводящем шарике.

Вариант № 2.2

1. Получить мультипольное разложения потенциала заряженного отрезка.

2. Получить мультипольное разложения потенциала системы зарядов, изображенной на рисунке.



3. Доказать, что эллиптически поляризованная волна равноценна сумме двух волн, поляризованных по кругу.

4. Методом интегрального преобразования Фурье найти функцию Грина для уравнения Пуассона.

5. Используя выражение для запаздывающих потенциалов найти угловое распределения излучения антенны с бегущей волной тока.

6. Непосредственными вычислениями получить из потенциалов Лиенара-Вихерта поля, движущиеся вместе с зарядом.

7. Рассчитать потери энергии на дипольное излучение для электрона, пролетающего с прицельным параметром r_0 вблизи атома с порядковым номером Z .

8. Найти поляризацию излучения, испускаемого электроном при его движении по окружности.

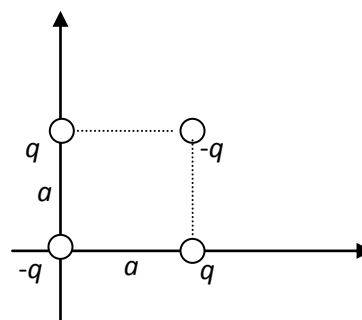
9. Найти поляризацию излучения, испускаемого магнитной рамочной антенной площади S , по которой течет ток $J = J_0 \cos \omega t$.

10. Определить дифференциальное сечение рассеяния плоской электромагнитной волны на диэлектрическом шарике.

Вариант № 2.3

1. Получить мультипольное разложения потенциала заряженного диска.

2. Получить мультипольное разложения потенциала системы зарядов, изображенной на рисунке.



3. Определить поляризацию суммы волн. Первая, с правой поляризацией по кругу; вторая, с левой поляризацией по кругу с отставанием по фазе на α .

4. Методом интегрального преобразования Фурье найти функцию Грина для неоднородного волнового уравнения.

5. Найти волновое сопротивление антенны с бегущей волной тока.

6. Непосредственными вычислениями получить из потенциалов Лиенара-Вихерта поля излучения.

7. Рассчитать потери энергии на дипольное излучение для электрона, вращающегося по круговой орбите радиуса r_0 с угловой скоростью ω .

8. Найти поляризацию излучения двух колеблющихся диполей $d_z = d_0 \cos \omega t$, разнесенных на расстояние a .

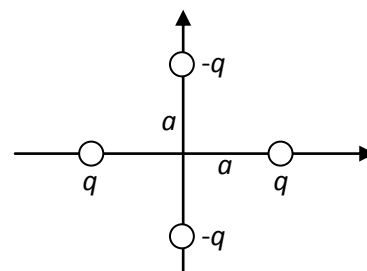
9. Оценить отношение интенсивностей магнитного дипольного и электрического дипольного излучений.

10. Рассчитать рассеяние на точечном свободном заряде и получить формулу Томсона.

Вариант № 2.4

1. Получить мультипольное разложения потенциала заряженного плоского прямоугольника.

2. Получить мультипольное разложения потенциала системы зарядов, изображенной на рисунке.



3. Определить поляризацию суммы двух линейно поляризованных во взаимно перпендикулярных направлениях волн с разностью фаз α .

4. Методом интегрального преобразования Фурье найти функцию Грина для уравнения Пуассона.

5. Найти волновое сопротивление антенны со стоячей волной тока.

6. Вывести потенциалы Лиенара-Вихерта из запаздывающих потенциалов.

7. Найти силу радиационного трения, возникающую из-за потерь энергии на дипольное излучение.

8. Найти поляризацию излучения колеблющегося диполя $d_z = d_0 \cos \omega t$.

9. Рассчитать потери энергии на магнитное дипольное излучение для магнитного момента \vec{m} , испытывающего вращение с угловой скоростью ω под углом θ с осью вращения.

10. Рассчитать рассеяние на точечном связанном заряде и получить формулу Релея.

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы №2

В течение всего периода обучения запланировано проведение четырех контрольных работ (по 2 в каждом семестре). На контрольном занятии каждый студент получает соответствующий вариант задания и самостоятельно решает его в течение 2 часов. По результатам этих работ и процента посещаемости семинарских занятий в конце семестра студенты получают допуск к зачету или экзамену. В случае отсутствия допуска существует дополнительная возможность его получить, путем самостоятельного решения дополнительных контрольных заданий.

Критерии оценки контрольной работы №2

Оценка «отлично» выставляется студенту, если решены не менее 90% задач контрольного задания, последовательность изложения решения логически стройная и дополнена комментариями, но при этом могут быть допущены несущественные ошибки.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если решены не менее 75% задач контрольного задания, последовательность изложения решения логически стройная, не допускается существенных неточностей, правильно применяются теоретические положения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если решены не менее 50% задач контрольного задания, при этом может быть нарушена логическая последовательность изложения решения, допускаются неточности и недостаточно правильные формулировки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если решены менее 50% задач контрольного задания, допущены существенные ошибки.

Тема: Электродинамика сплошных сред и квазистационарные поля

Контрольная работа № 3

Вариант № 3.1

1. Найти индуцированную плотность токов для цилиндра с магнитной проницаемостью μ , помещенного в однородное магнитное поле.
2. Найти тензор деполяризующих коэффициентов для эллипсоида с полуосями a, b .
3. Выразить потенциальные коэффициенты s_{ik} через емкостные c_{ik} в случае системы двух проводников.
4. Найти поляризацию диэлектрического шара, помещенного в поле точечного заряда.
5. Найти величину магнитного поля в малой сферической полости внутри цилиндра с магнитной проницаемостью μ .
6. Найти магнитное поле внутри и вне цилиндра с током I . Магнитная проницаемость цилиндра μ_1 , окружающей среды μ_2 .
7. Решить уравнение квазистационарных полей для пластины с магнитной проницаемостью μ и проводимостью σ , помещенной в однородное переменное магнитное поле $H = H_0 e^{-i\omega t}$.
8. Найти волновой импеданс среды из условия отсутствия отражения электромагнитной волны от границы раздела сред.
9. Найти закон дисперсии и фазовую скорость необыкновенной волны в анизотропной одноосной среде.
10. Найти условия распространения электромагнитной волны в цилиндрическом волноводе с идеально проводящими стенками.

Вариант № 3.2

1. Найти индуцированную плотность зарядов для цилиндра с электрической проницаемостью ε , помещенного в однородное электрическое поле.
2. Найти деполяризующие коэффициенты для шара.
3. Найти индуцированную плотность зарядов на проводящем шаре, помещенном в поле точечного заряда.
4. Найти поляризацию пластины из диэлектрика, помещенной в поле точечного заряда.
5. Найти величину магнитного поля в малой цилиндрической полости внутри шара с магнитной проницаемостью μ .
6. Найти магнитное поле внутри и вне длинного соленоида радиуса r_0 с током I . Магнитная проницаемость цилиндрического сердечника μ_1 , окружающей среды μ_2 .
7. Решить уравнение квазистационарных полей для цилиндра с магнитной проницаемостью μ и проводимостью σ , помещенного в однородное переменное магнитное поле $H = H_0 e^{-i\omega t}$.
8. Найти величину диэлектрической проницаемости среды, при которой возможно распространение поверхностной электромагнитной волны вдоль границы раздела сред.
9. Исследовать поляризацию волн в безграничной ферритовой намагниченной до насыщения среде.
10. Найти условия распространения электромагнитной волны в прямоугольном волноводе с идеально проводящими стенками.

Вариант № 3.3

1. Найти индуцированную плотность зарядов для пластины с электрической проницаемостью ε , помещенной в однородное электрическое поле.
2. Найти деполяризующие коэффициенты для цилиндра.
3. Найти индуцированную плотность зарядов на проводящем цилиндре, помещенном в поле точечного заряда.
4. Найти силу, действующую на заряд, помещенный вблизи пластины из диэлектрика.
5. Найти величину магнитного поля в цилиндрической полости внутри провода с магнитной проницаемостью μ , с током I текущим по проводу.
6. Определить магнитное поле в цилиндрической трубке с магнитной проницаемостью μ , помещенной в поперечное магнитное поле H_0 .
7. Решить уравнение квазистационарных полей для шара с магнитной проницаемостью μ и проводимостью σ , помещенного в однородное переменное магнитное поле $H = H_0 e^{-i\omega t}$.

8. Найти коэффициент отражения электромагнитной волны от плоской границы проводника при нормальном падении в предельном случае малых значений проводимости.

9. Найти закон преломления необыкновенной волны при падении плоской электромагнитной волны (угол падения θ) на плоскую границу одноосного кристалла.

10. Определить коэффициенты затухания различных типов волн в прямоугольном волноводе, стенки которого имеют волновой импеданс ζ .

Вариант № 3.4

1. Найти индуцированную плотность зарядов для шара с электрической проницаемостью ε , помещенного в однородное электрическое поле.

2. Найти деполяризующие коэффициенты для пластины.

3. Найти индуцированную плотность зарядов на проводящей пластине, помещенной в поле точечного заряда.

4. Найти силу, действующую на заряд, помещенный вблизи шара из диэлектрика.

5. Найти величину магнитного поля в сердечнике с магнитной проницаемостью μ , помещенного в длинный соленоид радиуса r_0 с плотностью витков n и током I .

6. Определить магнитное поле в цилиндрической полости, вырезанной в бесконечно длинном цилиндре с магнитной проницаемостью μ и помещенном в поперечное магнитное поле H_0 .

7. Используя эффективную комплексную проницаемость проводящей среды найти магнитное поле внутри пластины с магнитной проницаемостью μ и проводимостью σ , помещенной в однородное переменное магнитное поле $H = H_0 e^{-i\omega t}$.

8. Электромагнитная волна падает наклонно из диэлектрика на плоскую границу проводящей среды. Найти направление распространения волны в проводящей среде.

9. Найти закон дисперсии и фазовую скорость необыкновенной волны в гиротропной одноосной среде.

10. Определить коэффициенты затухания различных типов волн в цилиндрическом волноводе, стенки которого имеют волновой импеданс ζ .

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы №3

В течение всего периода обучения запланировано проведение четырех контрольных работ (по 2 в каждом семестре). На контрольном занятии каждый студент получает соответствующий вариант задания и самостоятельно решает его в течение 2 часов. По результатам этих работ и процента посещаемости семинарских занятий в конце семестра студенты получают допуск к зачету или экзамену. В случае отсутствия допуска существует дополнительная возможность его получить, путем самостоятельного решения дополнительных контрольных заданий.

Критерии оценки контрольной работы №3

Оценка «отлично» выставляется студенту, если решены не менее 90% задач контрольного задания, последовательность изложения решения логически стройная и дополнена комментариями, но при этом могут быть допущены несущественные ошибки.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если решены не менее 75% задач контрольного задания, последовательность изложения решения логически стройная, не допускается существенных неточностей, правильно применяются теоретические положения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если решены не менее 50% задач контрольного задания, при этом может быть нарушена логическая последовательность изложения решения, допускаются неточности и недостаточно правильные формулировки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если решены менее 50% задач контрольного задания, допущены существенные ошибки.

Тема: Пространственная и временная дисперсия, электромагнитные свойства магнитоупорядоченных веществ

Контрольная работа № 4

Вариант № 4.1

1. Найти диэлектрическую проницаемость среды с частотной дисперсией $\varepsilon(\omega)$, если поляризацию можно представить как

$$P(t) = \int_0^{\infty} \kappa_0 e^{-\frac{\tau}{\tau_0}} E(t - \tau) d\tau.$$

2. Рассмотреть волны в среде с пространственной дисперсией, если

$$\varepsilon(\vec{k}, \omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2(1 - \gamma k^2)}.$$

3. Определить энергию излучения Вавилова-Черенкова при движении частицы с зарядом e через вещество с диэлектрической проницаемостью ε_0 .

4. Найти показатель преломления $n(\omega)$ для электромагнитных волн, распространяющихся в плазме вдоль магнитного поля.

5. Найти диамагнетизм электронной оболочки атома.

6. Рассчитать эффект Холла в двухзонной модели электронной проводимости в металле.

7. Найти величину магнетосопротивления $\rho(H)$ в двухзонной модели проводимости металла в пределе сильных магнитных полей.

8. Найти величину магнитной восприимчивости в случае ориентационного парамагнетизма.

9. Найти частоту ферромагнитного резонанса в образце сферической формы.

10. Шарик из сверхпроводящего материала помещен в однородное магнитное поле. Найти напряженности магнитных полей вблизи поверхности в экваториальной области.

Вариант № 4.2

1. Найти проводимость среды с частотной дисперсией $\sigma(\omega)$, если поляризацию можно представить как
$$P(t) = \int_0^{\infty} \kappa_0 e^{-\frac{\tau}{\tau_0}} E(t - \tau) d\tau.$$

2. Рассмотреть волны в среде с пространственной дисперсией, если
$$\varepsilon(\vec{k}, \omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2} (1 - \gamma k^2).$$

3. Определить энергию излучения Вавилова-Черенкова при движении частицы с зарядом e через вещество с диэлектрической проницаемостью
$$\varepsilon(\omega) = \varepsilon_0 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2}.$$

4. Найти закон дисперсии электромагнитных волн, распространяющихся в среде с
$$\varepsilon(\omega) = \varepsilon_0 + \left(\frac{ck}{\omega}\right)^2.$$

5. Найти ориентационный парамагнетизм газа молекул с дипольными моментами d_0 .

6. Рассчитать эффект Холла в двухзонной модели электронной проводимости для компенсированного металла.

7. Найти величину магнетосопротивления $\rho(H)$ в двухзонной модели проводимости металла в пределе слабых полей.

8. Найти величину критической температуры в теории среднего поля для ферромагнетика.

9. Найти магнитную восприимчивость ферромагнитной пластины в условиях ферромагнитного резонанса с учетом конечной толщины пластины.

10. Шарик из сверхпроводящего материала помещен в однородное магнитное поле. Найти напряженности магнитных полей вблизи поверхности в области полюсов.

Вариант № 4.3

1. Найти проводимость среды с частотной дисперсией $\sigma(\omega)$, если поляризацию можно представить как
$$P(t) = \int_0^{\tau_0} \kappa_0 \cdot \left(1 - \frac{\tau}{\tau_0}\right) \cdot E(t - \tau) d\tau.$$

2. Рассмотреть волны в среде с пространственной дисперсией, если
$$\varepsilon(\vec{k}, \omega) = \varepsilon_0(\omega) + \gamma k^4.$$

3. Определить энергию излучения Вавилова-Черенкова при движении частицы с зарядом e через вещество с диэлектрической проницаемостью

$$\varepsilon(\omega) = \varepsilon_0 + \frac{\omega_p^2}{\omega_0^2 - \omega^2}.$$

4. Найти показатель преломления $n(\omega)$ для электромагнитных волн, распространяющихся в среде с $\varepsilon(\omega) = \varepsilon' + i\varepsilon''$.

5. Найти парамагнетизм газа частиц со спином $1/2$.

6. Найти величину поля Холла в простой модели проводимости металла.

7. Найти величину магнетосопротивления $\rho(H)$ в двухзонной модели проводимости металла.

8. Найти величину магнитной восприимчивости ферромагнетика вблизи критической температуры.

9. Найти частоту ферромагнитного резонанса в пластине с учетом конечной толщины пластины.

10. Найти эффективную магнитную восприимчивость шарика из сверхпроводящего материала, помещенного в однородное магнитное поле.

Вариант № 4.4

1. Найти диэлектрическую проницаемость среды с частотной дисперсией $\sigma(\omega)$, если поляризацию можно представить как

$$P(t) = \int_0^{\tau_0} \kappa_0 \cdot \left(1 - \frac{\tau}{\tau_0}\right) \cdot E(t - \tau) d\tau.$$

2. Рассмотреть волны в среде с пространственной дисперсией, если $\varepsilon(\vec{k}, \omega) = \varepsilon_0(\omega) + \gamma k^2$.

3. Вывести выражение для функции Гамильтона из релятивистской функции Лагранжа.

4. Найти показатель преломления $n(\omega)$ для электромагнитных волн, распространяющихся в среде с $\varepsilon(\omega) = \varepsilon_0 + i \frac{4\pi\sigma}{\omega}$.

5. Найти диамагнетизм газа электронов проводимости в металле.

6. Найти величину поля Холла в двухзонной модели электронной проводимости в металле.

7. Найти величину магнетосопротивления $\rho(H)$ в простой модели проводимости металла.

8. Найти величину магнитной восприимчивости в парамагнитной фазе вблизи критической температуры.

9. Используя размагничивающие коэффициенты найти частоту ферромагнитного резонанса в образце цилиндрической формы.

10. В неограниченной намагниченной до насыщения ферритовой среде кроме постоянного магнитного поля $H_0 = H_z$ действует переменное поле, поляризованное по кругу: $H_x = h \cos \omega t$, $H_y = h \sin \omega t$, $h = \text{const}$. Найти точное

решение уравнения Ландау – Лифшица, соответствующее вынужденной прецессии вектора \vec{M} с частотой ω внешнего поля. Диссипацию энергии не рассматривать.

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы №4

В течение всего периода обучения запланировано проведение четырех контрольных работ (по 2 в каждом семестре). На контрольном занятии каждый студент получает соответствующий вариант задания и самостоятельно решает его в течение 2 часов. По результатам этих работ и процента посещаемости семинарских занятий в конце семестра студенты получают допуск к зачету или экзамену. В случае отсутствия допуска существует дополнительная возможность его получить, путем самостоятельного решения дополнительных контрольных заданий.

Критерии оценки контрольной работы №4

Оценка «отлично» выставляется студенту, если решены не менее 90% задач контрольного задания, последовательность изложения решения логически стройная и дополнена комментариями, но при этом могут быть допущены несущественные ошибки.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если решены не менее 75% задач контрольного задания, последовательность изложения решения логически стройная, не допускаются существенных неточностей, правильно применяются теоретические положения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если решены не менее 50% задач контрольного задания, при этом может быть нарушена логическая последовательность изложения решения, допускаются неточности и недостаточно правильные формулировки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если решены менее 50% задач контрольного задания, допущены существенные ошибки.

Перечень вопросов к зачету:

1. Что такое пробная частица?
2. Что такое пробный заряд?
3. Как записываются уравнения Лагранжа в аналитической механике?
4. Как записывается закон всемирного тяготения Ньютона?
5. Как выглядит ньютоновский гравитационный потенциал?
6. Записать трехмерные уравнения движения заряженной частицы в электромагнитном поле.
7. Записать уравнения движения заряженной частицы в электромагнитном поле в ковариантном виде.
8. Какие существуют инварианты электромагнитного поля?
9. Что такое калибровочная инвариантность электромагнитного поля?
10. Как связан тензор электромагнитного поля в 4-потенциалом?

11. В чем особенности вывода уравнений поля из вариационного принципа по сравнению с получением уравнений движения в аналитической механике?
12. Что такое плотность функции Лагранжа и как она связана с функцией Лагранжа?
13. Каков вид действия для электромагнитного поля?
14. Что такое вектор плотности тока?
15. Как выглядит уравнение непрерывности для тока?
16. Записать 1-ю пару уравнений Максвелла.
17. Записать 2-ю пару уравнений Максвелла.
18. Записать уравнения Максвелла в 4-мерной формулировке.
19. Как записать плотность точечного заряда?
20. Что такое тензор энергии-импульса идеальной жидкости?
21. Чему равен след тензора энергии-импульса электромагнитного поля?
22. Записать уравнения Максвелла для электростатики.
23. Записать закон Кулона.
24. Почему магнитное поле можно считать «фиктивным» полем?
25. Как выглядит электрическое поле быстро движущегося заряда?
26. Что такое дипольный момент? Запишите его в виде интеграла.
27. Напишите выражения для потенциала и поля диполя.
28. При каких условиях квадрупольный момент не зависит от выбора начала координат?
29. Что такое мультипольное разложение?
30. Чему равна потенциальная энергия диполя во внешнем поле?
31. Записать уравнения Максвелла для магнитостатики.
32. В чем состоят отличия мультипольного разложения в магнитостатике от аналогичного в электростатике?
33. Запишите выражение для магнитного момента через механический.
34. Что такое Ларморова прецессия?
35. Какие компоненты удовлетворяют волновому уравнению?
36. Какие компоненты и удовлетворяют волновому уравнению?
37. Удовлетворяет ли волновому уравнению скалярный потенциал?
38. Смысл двух независимых решений одномерного волнового уравнения?
39. Сколько степеней свободы нужно для учета поляризации плоской волны?
40. Перечислить типы поляризации плоской монохроматической волны.
41. Что такое запаздывающее время? Его физический смысл.
42. Что такое запаздывающие потенциалы? Их физический смысл.
43. Что описывают потенциалы Лиенара-Вихерта?
44. Записать уравнения электромагнитного поля для потенциалов.
45. Как называются частные решения неоднородного волнового уравнения?
46. Существует ли дипольное излучение от электронного газа?
47. Существует ли чисто квадрупольное излучение?
48. Существует ли чисто магнитодипольное излучение?
49. Может ли излучать заряд,двигающийся равномерно и прямолинейно?
50. Почему для описания макроскопических явлений неудобно пользоваться микроскопическими уравнениями Максвелла?

51. Какой вектор-напряженности или индукции, равен среднему значению напряженности микроскопического магнитного поля?
52. Как выглядят условия линейной связи между внешними воздействиями и откликами на них (аналог формул (1.1.4) в случае переменных полей)?
53. Можно ли макроскопические уравнения Максвелла в релятивистском случае записать с помощью тензора электромагнитного поля по аналогии с микроскопическими уравнениями?
54. С помощью тензора поляризации (1.3.5) запишите преобразования Лоренца для электрической поляризации и намагниченности.
55. Записать уравнения Максвелла в случае электростатики проводников.
56. Записать уравнения Лапласа и Пуассона.
57. Записать граничные условия на поверхности проводника.
58. Основная идея метода изображений. Какие задачи он решает?
59. Что такое метод инверсии? Какие задачи он решает?
60. Описать метод конформных отображений. Какие задачи он решает?
61. Записать уравнения Максвелла в случае электростатики диэлектриков.
62. Что такое поляризация диэлектрика?
63. Что такое диэлектрическая проницаемость?
64. Что такое диэлектрическая восприимчивость?
65. Записать граничные условия на границе диэлектрика.
66. Записать уравнения Максвелла для анизотропных диэлектриков.
67. Что такое тензор проводимости?
68. Рассказать принцип симметрии кинетических коэффициентов.
69. Что такое эффект Холла?
70. Записать уравнения Максвелла в случае магнитостатики
71. Что такое намагниченность?
72. Что такое магнитная проницаемость?
73. Что такое магнитная восприимчивость?
74. Записать граничные условия на границе магнетика.
75. Что такое коэффициент самоиндукции?
76. Какой класс явлений описывает магнитная гидродинамика?
77. Что обуславливает связь магнитных и гидродинамических степеней свободы в уравнениях магнитной гидродинамики?
78. Когда имеет место эффект увлечения магнитного потока?
79. При каких значениях магнитного числа Рейнольдса магнитное поле в жидкости диффундирует?
80. В каком приближении уравнения магнитной гидродинамики имеют 81. решения в виде МГД-волн?
81. Чем отличается альфеновская волна от магнитозвуковой?
82. Во что превращаются магнитозвуковые волны в случае малого внешнего магнитного поля?
83. Какое электромагнитное поле можно считать низкочастотным?
84. В чем состоит причина частотной дисперсии электрической и магнитной проницаемостей?

85. Как связаны между собой Фурье компоненты индукции и напряженности поля в среде с частотной дисперсией?
86. Какой четностью обладают действительная и мнимая части диэлектрической проницаемости?
87. Каковы свойства диэлектрической проницаемости и восприимчивости в комплексной плоскости?
88. Какова связь между амплитудами и плоской волны в диспергирующей среде?
89. Как выражаются действительная и мнимая части комплексного показателя преломления диспергирующей среды через действительную и мнимую части диэлектрической проницаемости?
90. Что такое плазменные колебания в металле и какова их частота?
91. В чем состоит скин-эффект и какова глубина скин-слоя?
92. Какой вид имеют уравнения квазистационарных полей?
93. Каков спектр частот электромагнитных колебаний в прямоугольном резонаторе?
94. Являются ли электромагнитные волны в прямоугольном волноводе поперечными?
95. Совпадают ли направления распространения волны и вектора потока энергии в анизотропных средах?
96. Что такое флуктуации и в чем смысл флуктуационно-диссипационной теоремы?
97. В чем причина излучения Вавилова-Черенкова, и чем оно отличается от тормозного излучения?

Методические рекомендации по проведению зачета

Форма проведения зачета - устный опрос по билетам. В билет включаются два теоретических вопроса из разных разделов программы.

Критерии оценивания знаний студентов на зачете

«Зачтено» выставляется обучающемуся, если в ответе верно изложено не менее 50% материала и не допущено существенных неточностей.

«Не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части (более 50 %) программного материала и допускает существенные ошибки.

Перечень вопросов к экзамену:

1. Уравнение Лагранжа и Гамильтона для непрерывных систем.
2. Электростатика проводников.
3. Уравнение движения точечного заряда в электромагнитном поле.
4. Статические свойства изотропных диэлектриков.
5. Четырех потенциал и напряженность электрического и магнитного поля. Тензор электромагнитного поля.
6. Основные свойства сверхпроводников.

7. Четырехвектор тока и уравнение непрерывности.
8. Дисперсия диэлектрической проницаемости. Формулы Крамерса-Кронига.
9. Вывод уравнений Максвелла из принципа наименьшего действия.
10. Статические свойства анизотропных диэлектриков.
11. Различные виды уравнений Максвелла.
12. Волны в диспергирующих средах.
13. Вектор Пойнтинга и закон сохранения энергии.
14. Магнитные свойства ферромагнетиков.
15. Постоянное электрическое поле.
16. Макроскопическое уравнение Максвелла.
17. Постоянное магнитное поле.
18. Магнитная гидродинамика. Эффект замораживания магнитного потока.
19. Магнитный момент. Теорема Лармора.
20. Парамагнетики и диамагнетики.
21. Электромагнитные волны. Плоские и сферические волны.
22. Скин-эффект.
23. Магнитный момент. Теорема Лармора.
24. Монохроматические плоские волны. Эллиптическая, круговая и линейная поляризация волн.
25. Запаздывающие потенциалы.
26. Резонаторы и волноводы.
27. Теория излучения.
28. Постоянный ток. Эффект Холла.
29. Рассеяние электромагнитных волн.
30. Магнитостатика. Скалярный магнитостатический потенциал.
31. Электромагнитное поле точечного заряда, движущегося по траектории произвольного вида.
32. Высокотемпературная сверхпроводимость.
33. Рассеяние электромагнитных волн.
34. Микроскопическая модель проводимости.
35. Трудности классической электродинамики.
36. Магнитогидродинамические волны.
37. Градиентная инвариантность уравнений электродинамики и связь с законами сохранения.
38. Электромагнитные волны в анизотропных средах.
39. Тензор энергии-импульса.
40. Доменная структура ферромагнетиков.
41. Потенциал Лиенара-Вихерта.
42. Групповая и фазовая скорость.
43. С какой целью вводится спектральное представление в электродинамике?
44. Является ли электростатический потенциал решением волнового уравнения?
45. В каком случае электромагнитное поле может быть представлено в виде набора свободных осцилляторов?

46. Почему для описания макроскопических явлений неудобно пользоваться микроскопическими уравнениями Максвелла?
47. Какой вектор-напряженности или индукции равен среднему значению напряженности микроскопического магнитного поля?
48. Как выглядят условия линейной связи между внешними воздействиями и откликами на них (аналог формул (1.1.4)) в случае переменных полей?
49. Можно ли макроскопические уравнения Максвелла в релятивистском случае записать с помощью тензора электромагнитного поля по аналогии с микроскопическими уравнениями?
50. С помощью тензора поляризации (1.3.5) запишите преобразования Лоренца для электрической поляризации и намагниченности.
51. Какой класс явлений описывает магнитная гидродинамика?
52. Что обуславливает связь магнитных и гидродинамических степеней свободы в уравнениях магнитной гидродинамики?
53. Когда имеет место эффект увлечения магнитного потока?
54. При каких значениях магнитного числа Рейнольдса магнитное поле в жидкости диффундирует?
55. В каком приближении уравнения магнитной гидродинамики имеют решения в виде МГД-волн?
56. Чем отличается альфеновская волна от магнитозвуковой?
57. Во что превращаются магнитозвуковые волны в случае малого внешнего магнитного поля?
58. Какая симметрия нарушена в магнитоупорядоченных веществах?
59. Для каких магнитных моментов магнитная восприимчивость описывается законом Кюри?
60. Какой вклад в энергию ферромагнетика определяет направление намагниченности?
61. Запишите уравнение, описывающее динамику намагниченности в ферромагнетике.
62. Запишите закон дисперсии магнонов в ферромагнетике.
63. Чем антиферромагнетик отличается от ферромагнетика?
64. Почему сверхпроводник можно назвать также сверхдиамагнетиком?
65. В каком веществе сверхпроводимость существует при комнатной температуре?

Методические рекомендации по проведению экзамена:

Форма проведения экзамена - устный опрос по билетам. В билет включаются два теоретических вопроса из разных разделов программы.

Критерии оценки:

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, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения

знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал разнообразных литературных источников, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

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, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

Разработчик



Ю.С. Орлов