


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
теоретической физики

 (Фролов М.В.)
02.07.2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03 – Электродинамика

Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

14.03.02 Ядерная физика и технологии

2. Профиль подготовки/специализация:

" Физика атомного ядра и частиц "

3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: 0802 – теоретической физики

6. Составители программы: Флегель Александр Валерьевич

ФИО

к.ф.-м.н.

—

ученая степень

ученое звание

flegel@cs.vsu.ru

физический

е-mail

факультет

теоретической физики

кафедра

7. Рекомендована: НМС физического факультета от 27.06.2018 г., протокол № 6

(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2020-2021

Семестр(-ы): 5

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Изучить законы электромагнитных явлений, освоить математический аппарат классической электродинамики, приобрести навыки решения характерных задач электродинамики.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Входит в модуль "Вариативная часть". Студент должен обладать знаниями по дисциплинам модулей «Физика», Б1.В.01 «Теоретическая механика» и «Математика».

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОК-1;	владеть культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения	<p>знать: основные понятия и законы классической электродинамики вакуума и сплошных сред;</p> <p>уметь: использовать в профессиональной и научной деятельности математический аппарат классической электродинамики; применять полученные знания об электромагнитных явлениях для освоения профильных дисциплин и решения профессиональных задач;</p> <p>владеть (иметь навык(и)): методами решения характерных задач электродинамики.</p>
ОК-2;	уметь логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь	
ОПК-1;	способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	
ПК-4	способностью использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, к подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций	

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах (в соответствии с учебным планом) — 3 / 108.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) – экзамен.

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)			
	Всего	По семестрам		
		5 сем.		
Аудиторные занятия	50	50		
в том числе: лекции	34	34		
практические	16	16		
контроль	36	36		

Самостоятельная работа	22	22		
Форма промежуточной аттестации	экзамен	экзамен		
Итого:	108	108		

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Основные уравнения электромагнитного поля в вакууме	Законы электромагнетизма как результат обобщения опытных данных. Система уравнений Максвелла для электромагнитного поля в вакууме. Энергия и импульс электромагнитного поля.
2	Постоянное электрическое поле	Основные уравнения постоянного электрического поля. Поле на больших расстояниях от системы зарядов. Дипольный и квадрупольный моменты. Система зарядов в квазиоднородном внешнем поле.
3	Постоянное магнитное поле	Уравнения постоянного магнитного поля. Закон Био–Савара–Лапласа. Магнитный момент. Магнитная энергия постоянных токов. Коэффициенты индуктивности. Токи в квазиоднородном магнитном поле. Силы в постоянном магнитном поле.
4	Излучение и рассеяние электромагнитных волн	Уравнения для электромагнитных потенциалов. Электромагнитные волны. Плоские монохроматические волны. Поляризация волны. Запоздывающие потенциалы. Общая теория излучения. Дипольное излучение. Магнитно-дипольное и квадрупольное излучения. Торможение излучением. Спектральное разложение излучения. Рассеяние электромагнитных волн.
5	Система уравнений Максвелла в средах	Уравнения электромагнитного поля в поляризующихся и намагничивающихся средах.
6	Постоянные электрическое и магнитное поля в средах. Постоянный ток в средах	Электростатика проводников. Электростатика диэлектриков. Постоянный ток в проводящих средах. Постоянное магнитное поле в средах.
7	Квазистационарные токи и поля	Квазистационарное приближение. Система линейных проводников. Скин-эффект.
8	Электромагнитные волны в средах	Электромагнитные волны в диэлектриках в отсутствие дисперсии. Дисперсия диэлектрической проницаемости. Отражение и преломление. Распространение волн в неоднородной среде.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№	Наименование раздела	Виды занятий (часов)
---	----------------------	----------------------

п/п	дисциплины	Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоят. работа	Контроль самостоятельной работы	Всего
1	Основные уравнения электромагнитного поля в вакууме	4	2		2	4	12
2	Постоянное электрическое поле	4	3		4	5	16
3	Постоянное магнитное поле	4	3		4	5	16
4	Излучение и рассеяние электромагнитных волн	6	3		4	6	19
5	Система уравнений Максвелла в средах	4	1		2	4	11
6	Постоянные электрическое и магнитное поля в средах. Постоянный ток в средах	4	2		2	4	12
7	Квазистационарные токи и поля	4	1		2	4	11
8	Электромагнитные волны в средах	4	1		2	4	11
	Итого:	34	16		22	36	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

При освоении лекционного материала обучающимся необходимо понимать связь каждой лекции с предыдущими, ее место и роль в текущей главе; на занятиях рекомендуется задавать уточняющие вопросы преподавателю, домашние задания следует систематически выполнять.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернета, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Алтунин К.К. Электродинамика, специальная теория относительности и электродинамика сплошных сред / К.К. Алтунин. – М.: Директ-Медиа, 2014. – 109 с. // «Университетская библиотека online» : электронно-библиотечная система. – URL : https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&id=240549&sr=1
2	Алексеев А.И. Сборник задач по классической электродинамике / А.И. Алексеев. – СПб.: Лань, 2008. – 320 с. // «Университетская библиотека online» : электронно-библиотечная система. – URL : http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=100

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
-------	----------

1	Бредов М.М. Классическая электродинамика / М.М. Бредов, В.В. Румянцев, И.Н. Топтыгин. – СПб.: Лань, 2003. – 398 с. // «Университетская библиотека online» : электронно-библиотечная система. – URL : «http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=606» .
2	Ландау Л.Д. Теория поля / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Физматлит, 2003. – 530 с.
3	Ландау Л.Д. Электродинамика сплошных сред / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Физматлит, 2003. – 651 с.
4	Батыгин В.В. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Батыгин, И. Н. Топтыгин. — Москва : Лань, 2010. — 480 с. // «Университетская библиотека online» : электронно-библиотечная система. – URL : «http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=544»
5	Терлецкий Я.П. Электродинамика / Я.П. Терлецкий, Ю.П. Рыбаков. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
6	Запругаев С.А. Электродинамика / С.А. Запругаев. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2005. – 536 с.
7	Тамм И.Е. Основы теории электричества / И.Е. Тамм. – М.: Наука, 1976. – 620 с.
8	Мармо С.И. Лекции по электродинамике. Часть 1 / С.И. Мармо, А.В. Флегель, М.В. Фролов. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2018. – 102 с. // «Университетская библиотека online» : электронно-библиотечная система. – URL : «http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m18-03.pdf» .
9	Мармо С.И. Лекции по электродинамике. Часть 2 / С.И. Мармо, А.В. Флегель, М.В. Фролов. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2018. – 114 с. // «Университетская библиотека online» : электронно-библиотечная система. – URL : «http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m18-04.pdf» .
10	Мармо С.И. Задачи по электродинамике. Часть 1 / С.И. Мармо, М.В. Фролов. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр ВГУ, 2014. – 63 с. // «Университетская библиотека online» : электронно-библиотечная система. – URL : «http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m14-87.pdf» .
11	Мармо С.И. Задачи по электродинамике. Часть 1 / С.И. Мармо, М.В. Фролов. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2015. – 53с. // «Университетская библиотека online» : электронно-библиотечная система. – URL : «http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-113.pdf»

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет) *:

№ п/п	Ресурс
12	http://www.lib.vsu.ru/
13	https://biblioclub.lib.vsu.ru/
14	https://lanbook.lib.vsu.ru/

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Лекционная аудитория, доска, учебная литература, электронные средства презентации.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
<p>ОК-1: владеть культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения</p> <p>ОК-2: уметь логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь</p> <p>ОПК-1: способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>ПК-4: способностью использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, к подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций</p>	<p>Знать: основные понятия и законы классической электродинамики вакуума и сплошных сред.</p> <p>Уметь: использовать в профессиональной и научной деятельности математический аппарат классической электродинамики; применять полученные знания об электромагнитных явлениях для освоения профильных дисциплин и решения профессиональных задач.</p> <p>Владеть: методами решения характерных задач электродинамики</p>	Разделы 1-4	Текущая аттестация №1 (контрольная работа)
		Разделы 5,6	Текущая аттестация №2 (собеседование)
		Разделы 7,8	Практические задания
Промежуточная аттестация 1 (экзамен)			КИМ

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Студент должен усвоить понятия, законы и вычислительные методы классической электродинамики и иметь навыки их практического применения при решении конкретных задач.

Критерии оценок:

Отлично – полное знание теоретического материала, умение решать характерные задачи электродинамики.

Хорошо – знание основных результатов электродинамики, умение установить связи между ними и решать типовые задачи.

Удовлетворительно – знание основных понятий электродинамики и связей между ними, умение сформулировать и выразить математически основные законы электродинамики.

Неудовлетворительно – неправильная формулировка законов электродинамики, непонимание и неумение истолковать основные уравнения электродинамики.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Подробные и безошибочные ответы на основные и дополнительные вопросы, полное понимание и свободное владение материалом</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<i>Подробные ответы на поставленные вопросы с мелкими ошибками, незначительные пробелы в знании материала</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Неудовлетворительные ответы на один из основных вопросов КИМа и некоторые дополнительные вопросы, неполное знание или понимание материала</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Плохое знание материала, неудовлетворительные ответы на вопросы КИМа и большинство дополнительных вопросов</i>	–	<i>Неудовлетворительно</i>

19.3 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

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену:

1. Законы электромагнетизма как следствие экспериментальных данных.
2. Система уравнений Максвелла для электромагнитного поля в вакууме.
3. Энергия электромагнитного поля.
4. Импульс электромагнитного поля.
5. Основные уравнения постоянного электрического поля.
6. Энергия электростатического поля.
7. Поле на больших расстояниях от системы зарядов. Дипольный и квадрупольный моменты.
8. Система зарядов в квазиоднородном внешнем поле.
9. Постоянное магнитное поле.
10. Магнитный момент.
11. Магнитная энергия постоянных токов. Коэффициенты самоиндукции и взаимной индукции.
12. Токи в квазиоднородном магнитном поле.
13. Уравнения для электромагнитных потенциалов.
14. Электромагнитные волны.
15. Плоские монохроматические волны.
16. Запаздывающие потенциалы.
17. Дипольное излучение.
18. Квадрупольное и магнитно-дипольное излучения.

19. Спектральное разложение излучения.
20. Торможение излучением.
21. Рассеяние электромагнитных волн.
22. Система уравнений Максвелла в средах.
23. Электростатика проводников.
24. Электростатика диэлектриков.
25. Постоянный ток в проводящих средах.
26. Квазистационарное электромагнитное поле. Скин-эффект.
27. Постоянное магнитное поле в средах
28. Электромагнитные волны в диэлектриках в отсутствие дисперсии
29. Дисперсия диэлектрической проницаемости.
30. Электромагнитные волны в диспергирующих средах.

19.3.2 Перечень практических заданий

1. В однородное электрическое поле напряженности E внесли металлическую пластину. Плоскость пластины перпендикулярна направлению электрического поля. Чему равна поверхностная плотность зарядов на разных сторонах пластины?
2. Точечный заряд q находится на расстоянии r от центра O незаряженного сферического проводящего слоя, внутренний и наружный радиус которого равны соответственно a и b . Найти потенциал в точке O , если $r < a$.
3. Точечный заряд q находится на расстоянии l от безграничной проводящей плоскости. Определить поверхностную плотность зарядов, индуцированных на плоскости, как функцию расстояния r от перпендикуляра, опущенного из заряда q на плоскость.
4. Тонкое проводящее кольцо радиуса R , имеющее заряд q , расположено параллельно проводящей безграничной плоскости на расстоянии l от нее. Найти 1) поверхностную плотность заряда, находящуюся в точке плоскости, расположенной симметрично относительно кольца; 2) потенциал электрического поля в центре кольца.
5. Найти потенциал проводящей незаряженной сферы, вне которой на расстоянии l от ее центра находится точечный заряд q .
6. Между пластинами накоротко замкнутого плоского конденсатора находится металлическая пластина с зарядом q . Пластины переместили на расстояние l . Какой заряд прошел при этом по закорачивающему проводнику? Расстояние между пластинами конденсатора d .
7. Определить поле вокруг проводящего незаряженного шара радиусом R , находящегося во внешнем однородном электрическом поле E .
8. Пластина из диэлектрика помещена в однородное электрическое поле так, что её нормаль составляет угол α с напряженностью электрического поля E . Найти напряженность поля внутри пластины.
9. Точечный заряд q находится на плоскости, отделяющей вакуум от безграничного однородного диэлектрика. Найти модуль векторов D и E во всем пространстве.
10. Показать, что в однородном диэлектрике, внутри которого нет сторонних зарядов, объемная плотность связанных зарядов равна нулю.

19.3.4 Тестовые задания

19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ

- 20 Две пересекающиеся под прямым углом бесконечные плоскости делят пространство на четыре области. Чему равна напряженность поля в этих областях, если поверхностная плотность зарядов плоскостей σ ?

- 21 В бесконечной равномерно заряженной с поверхностной плотностью σ плоскости вырезано круглое отверстие радиусом R . Определить напряженность электрического поля на оси, перпендикулярной плоскости и проходящей через центр отверстия.
- 22 Верхняя половина сферы радиусом R с центром в начале координат равномерно заряжена с поверхностной плотностью σ , нижняя --- с поверхностной плотностью $-\sigma$. Найти дипольный момент \mathbf{d} сферы.
- 23 Два коаксиальных равномерно заряженных тонких кольца с радиусами a и b ($a > b$) имеют заряды q и $-q$. Найти дипольный и квадрупольный моменты системы и потенциал φ на оси системы.
- 24 В цилиндре радиусом R_1 параллельно его оси течет ток с объемной плотностью $j_1 = \text{const}_1$. В цилиндрическом слое, охватывающем цилиндр R_1 , с внешним радиусом R_2 протекает постоянный ток $j_2 = \text{const}_2$ в противоположном направлении. При каком отношении j_2/j_1 поле вне проводника равно нулю?
- 25 Ток J циркулирует в контуре, имеющем форму равнобедренной трапеции. Отношение оснований трапеции η . Найти магнитную индукцию B в точке A , в которой пересекаются продолжения боковых сторон. Меньшее основание трапеции равно l , расстояние от A до меньшего основания равно b (достаточно выразить B через однократный интеграл).
- 26 По проволоке, согнутой в виде равностороннего треугольника со стороной a , пропускается ток силы J . Найти векторный потенциал и магнитную индукцию на большом расстоянии от системы.
- 27 Шар радиуса R , заряженный с объемной плотностью $\rho = \beta r^2$ вращается вокруг своего диаметра с постоянной угловой скоростью ω . Найти магнитную индукцию в центре шара.
- 28 Частица с массой m и зарядом e движется в однородном магнитном поле \mathbf{B} по окружности радиусом R . Найти энергию, теряемую на дипольное излучение за один оборот.
- 29 Прямоугольная рамка с постоянным линейным током J вращается вокруг своей диагонали с постоянной угловой скоростью ω . Площадь рамки равна S . Найти интенсивность dI излучения в телесный угол $d\Omega$ в среднем по времени за период вращения рамки.
- 30 Электрон влетает в плоский конденсатор и через некоторое время покидает его в той же точке. Напряженность \mathbf{E} поля в конденсаторе однородна и постоянна, скорость электрона при влете равна v . Найти спектральное распределение полной энергии $d\mathcal{E}_\omega$ дипольного излучения электрона.

19.3.5 Темы курсовых работ

19.3.6 Темы рефератов

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах): **устного опроса (индивидуальный опрос); письменных работ (контрольные)**; Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень умения решать практические задачи. Критерии оценивания приведены выше.