

Министерство образования Республики Беларусь
Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

 А.И. Жук

25.04.2012

Регистрационный № ТД-В. 432/тип.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Типовая учебная программа
для учреждений высшего образования по специальностям:
1- 31 04 02 Радиофизика;
1- 31 04 03 Физическая электроника;
1- 98 01 01 Компьютерная безопасность (по направлениям)

СОГЛАСОВАНО


Председатель учебно-методического
объединения по естественнонаучному
образованию

 И. Толстик



СОГЛАСОВАНО

Начальник управления высшего и
среднего специального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

 С.И. Романюк

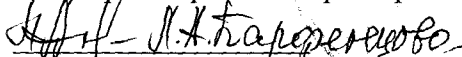
25.04.2012

Проректор по учебной и воспита-
тельной работе Государственного
учреждения образования «Респуб-
ликанский институт высшей шко-
лы»

 В.И. Шупляк

18.05.2012

Эксперт-нормоконтролер

 Н.А. Карпенкова

18.05.2012

Минск 2012

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.В. Жилко – доцент кафедры теоретической физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра физики Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»;

И.С. Ташлыков – заведующий кафедрой экспериментальной физики Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», доктор физико-математических наук, профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой теоретической физики и астрофизики физического факультета Белорусского государственного университета
(протокол № 8 от 09.03.2011);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 4 от 31 мая 2011);

Научно-методическим советом по физике учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию
(протокол № 5 от 10 июня 2011);

Ответственный за выпуск: Н.М. Гаврилова

Пояснительная записка

Типовая учебная программа по дисциплине «Электродинамика» разработана для специальностей 1-31 04 02 «Радиофизика», 1-31 04 03 «Физическая электроника», 1-98 01 01 «Компьютерная безопасность (по направлениям)».

Основная цель дисциплины «Электродинамика» состоит в том, чтобы познакомить студентов с основными положениями классической теории одной из важнейших форм материи – электромагнитного поля – и с приложениями этой теории.

Задачи дисциплины заключается в овладении математическим аппаратом электродинамики и специальной теории относительности (СТО).

Теоретической базой дисциплины являются разделы высшей математики, уже изученные студентами ранее, такие как «Математический анализ», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Дифференциальные уравнения».

Электродинамика дает основу для постановки и решения задач теоретического и прикладного характера в области электротехники, электроэнергетики, радиотехники, электроники и оптики, астрофизики и астрономии.

В специальной теории относительности, являющейся органической частью «Электродинамики», студентов знакомят с физическими представлениями, с представлениями СТО, ее следствиями. Излагается четырехмерный математический аппарат. На этой основе дается ковариантная (релятивистская) формулировка основных уравнений электродинамики. Именно при таком подходе проявляется неразрывное единство электрических и магнитных явлений, как с точки зрения их физической сущности, так и с точки зрения их математической трактовки.

Основные законы электродинамики получаются на основе системы уравнений Максвелла. Особое внимание в курсе уделяется распространению электромагнитных волн в различных средах, что весьма важно для свободной ориентации студентов в современных многочисленных практических приложениях электромагнитной теории.

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

— уравнения Максвелла и основные положения электродинамики и специальной теории относительности;

уметь:

— применять их к анализу электромагнитных явлений и расчетам радиоэлектронных устройств.

Основными методами и технологиями обучения, отвечающими целям и задачам изучения дисциплины «Электродинамика», являются: проблемное (продуктивное) изложение, вариативное изложение, реализуемые на лекции-

онных занятиях; эвристический (частично-поисковый) метод, стимулирование творческого подхода при проведении практических занятий.

Контролируемая самостоятельная работа студентов осуществляется посредством коллоквиумов и контрольных работ.

В качестве форм самостоятельной работы студентов рекомендуется:

- проработка теоретического материала (курс лекций, рекомендованную учебную литературу);
- решение задач и упражнений по курсу (с предлагаемых использованием методических пособий, сборников задач и упражнений).

Программа разработана в соответствии с образовательными стандартами Республики Беларусь. Типовыми учебными планами на изучение дисциплины предусмотрено общее количество часов – 228. Аудиторное количество часов – 124, из них: лекции – 64 часов, практические занятия – 60 часов. Рекомендуемые формы отчетности – зачет и экзамен.

Примерный тематический план

№ п/п	Название темы	Лекции	Практ. занятия	Всего
1.	Уравнения Максвелла как результат обобщения опытных фактов	6	8	14
2.	Основы специальной теории относительности (СТО)	8	10	18
3	Релятивистская электродинамика	12	12	24
4	Излучение электромагнитных волн	8	6	14
5	Электромагнитные волны в однородных стационарных средах	14	12	26
6	Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела сред	4	4	8
7	Передача электромагнитной энергии	8	4	12
8	Стационарные электрические и магнитные поля	4	4	8
	ИТОГО	64	60	124

Содержание учебного материала

1. Уравнения Максвелла как результат обобщения опытных фактов

Полевой подход. Максвелловский ток смещения. Обобщение закона полного тока. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Уравнения Максвелла. Системы единиц. Граничные условия для векторов поля. Материальные уравнения. Сила Лоренца. Скалярный и векторный потенциалы. Калибровочная инвариантность. Лоренцевская и Кулоновская калибровки. Вектор Умова-Пойтинга. Тензор максвелловских натяжений. Законы сохранения для системы заряженных частиц и электромагнитных полей. Уравнения Максвелла-Лоренца. Максвелловское поле как усредненное микроскопическое.

2. Основы специальной теории относительности (СТО)

Исторические предпосылки возникновения СТО и основные эксперименты. Постулаты СТО и преобразования Лоренца. Основные кинематические следствия из преобразований Лоренца. Пространство-время и его геометрия. Аппарат четырехмерного описания. Четырехмерные скаляры, векторы и тензоры. Релятивистское обобщение классической механики. Четырехмерные скорость и ускорение. Импульс и энергия частицы. Сила Минковского. Ковариантное уравнение движения.

3. Релятивистская электродинамика

Четырехмерный вектор плотности заряда-тока, четырехмерный вектор-потенциал электромагнитного поля, волновой четырехвектор. Тензор электромагнитного поля. Преобразование напряженностей, индукции и потенциалов электромагнитного поля. Инварианты электромагнитного поля. Четырехмерная запись уравнений Максвелла. Ковариантные выражения для силы Лоренца и законов сохранения. Материальные уравнения для движущихся сред. Граничные условия для векторов поля на движущейся границе раздела сред. Четырехмерный тензор энергии-импульса и законы сохранения в электродинамике. Лагранжиан и гамильтониан для релятивистской заряженной частицы во внешнем электромагнитном поле.

4. Излучение электромагнитных волн

Запаздывающие потенциалы. Поле точечного заряда. Потенциалы Лиенара-Вихерта. Мощность, излучаемая ускоренно движущимся зарядом. Формула Лармора и ее релятивистское обобщение. Простейшие излучающие системы. Мультипольное излучение. Поля ограниченных источников. Электрическое дипольное излучение. Магнитное дипольное и электрическое квадрупольное излучения. Рассеяние электромагнитных волн свободными зарядами. Формула Томсона. Сила реакции излучения. Синхротронное излучение. Излучение Вавилова-Черенкова.

5. Электромагнитные волны в однородных стационарных средах

Волновые уравнения в однородных и неоднородных средах. Плоские волны. Фазовая и групповая скорости электромагнитных волн в среде. Поляризация. Тензор когерентности. Частично поляризованный свет. Волны в диэлектрических и проводящих средах. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Распространение волн в анизотропных средах. Магнитоактивные среды. Плазма. Феррит.

6. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела сред

Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела сред. Поляризация при отражении и полное отражение. Формулы Френеля. Поля на поверхности и внутри проводника.

7. Передача электромагнитной энергии

Распространение электромагнитных волн вдоль двухпроводной линии и коаксиального кабеля. Волноводы, их классификация и характеристики. ТЕ - и ТМ-волны. Резонаторы.

8. Стационарные электрические и магнитные поля

Электростатика. Уравнения и граничные условия для скалярного потенциала. Магнитостатика. Векторный потенциал. Уравнения Пуассона для векторного потенциала.

Информационно-методическая часть

Перечень тематики практических занятий

1. Математический аппарат классической электродинамики.
2. Элементы специальной теории относительности (СТО).
3. Релятивистская электродинамика.
4. Электромагнитные волны в различных средах.
5. Дисперсионные уравнения.
6. Граничные задачи электродинамики.
7. Уравнения электро- и магнитостатики.

Темы контрольных работ

1. Символический метод вычисления с оператором Гамильтона (∇);
2. Интегрирование векторов, криволинейные координаты, тензорное произведение векторов;
3. СТО и релятивистская электродинамика;
4. Электростатика и магнитостатика.

Темы коллоквиумов

1. Элементы специальной теории относительности (СТО). Релятивистская электродинамика.
2. Основные положения электромагнитной теории. Электромагнитные волны в различных средах.

Формы контроля знаний

1. Контрольные работы
2. Коллоквиумы

Рекомендуемая литература

Основная

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля М., Наука, 1973. 504 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред М., Наука, 1982. 621 с.
3. Джексон Дж. Классическая электродинамика. М., Мир, 1965. 704 с.
4. Терлецкий Я. П., Рыбаков Ю. Электродинамика, М., Наука, 1990. 352 с.
5. Тамм И. Е. Основы теории электричества, 1976. М., Наука, 616 с.
6. Батыгин В.В., Топтыгин И.Н. Современная электродинамика. Ч1. Микроскопическая теория. Москва–Ижевск, 2003. 736 с.

Дополнительная

1. Медведев Б.В.. Начала теоретической физики. М., Наука, 1977. 496 с.
2. Левич В.Г., Вдовин Ю.А., Мямлин В.Н. Курс теоретической физики. Т.1, 2. М., ГИФМЛ, 1962.
3. Никольский В. В. Электродинамика и распространение радиоволн, 1973. М., Наука, 606 с.
4. Тоннела М.А. Основы электромагнетизма и теории относительности. М., Изд-во «Иностранная литература», 1962, 483 с.
5. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 1—10. М.: Мир. 1976—1978.