

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.22 Техническая электродинамика»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
(код и наименование направления подготовки)

Промышленная электроника
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.22 Техническая электродинамика» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

наименование кафедры

протокол № 6 от "14" 02 2023 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

наименование кафедры

О.В. Худорожков

расшифровка подписи

Исполнители:

Доцент кафедры ПЭиИИТ

должность

А.С. Лелюхин

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

код наименование

О.В. Худорожков

расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству ИЭЭС

С.А. Сильвашко

расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Лелюхин А.С., 2023

© ОГУ, 2023

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины: освоения дисциплины: формирование компетентного специалиста в области инфокоммуникационных технологий и систем связи, владеющего современными методами теории электромагнитного поля и способного самостоятельно ставить решать физически обоснованные задачи анализа и расчета технических характеристик и конструктивных особенностей СВЧ устройств электронных средств.

Задачи: развитие у обучающегося практических навыков в применении теории электромагнитных полей и волн для описания пассивных линейных устройств антенно-фидерных трактов радиотехнических систем и волоконно-оптических линий связи; умения адекватно выбирать методы расчета, в зависимости от характера исходных данных и требуемой точности расчета; способности применять современные средства автоматизации проектирования.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.1 Иностранный язык, Б1.Д.Б.8 Математика, Б1.Д.Б.11 Физика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.Э.2.1 Приемопередающие устройства, Б1.Д.В.Э.2.2 Системы передачи информации, Б2.П.В.П.2 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1-В-6 Знает основы технической электродинамики и распространения электромагнитных волн ОПК-1-В-15 Владеет базовыми навыками решения задач электродинамики	Знать: - основы технической электродинамики и распространения электромагнитных волн Уметь: - выбирать наиболее эффективные методы решения типов задач для описания простейших структур излучения электромагнитных волн. Владеть: - базовыми навыками решения задач электродинамики
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2-В-19 Использует базовые навыки расчета электромагнитных полей и волн при разработке радиотехнических устройств различного назначения ОПК-2-В-20 Демонстрирует способность осуществлять поиск и анализ информации в	Знать: - методики сбора и анализа информации для составления аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам анализа информации в области электродинамики и распространения радиоволн Уметь: - осуществлять поиск и анализ информации в области электродинамики, представленной в различных отечественных и зарубежных источниках

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	области электродинамики, представленной в различных отечественных и зарубежных источниках	Владеть: - базовыми навыками расчета электромагнитных полей и волн при разработке радиотехнических устройств различного назначения

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	4 семестр	всего
Общая трудоёмкость	180	180
Контактная работа:	69,25	69,25
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	110,75	110,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	История развития электродинамики	12	2	-		12
2	Базовые математические понятия теории электромагнитного поля	14	2	2		12
3	Исходные понятия и уравнения теории электромагнетизма	14	2	2		12
4	Электростатика	20	2	4		10
5	Магнитостатика	22	4	6		10
6	Нестационарное электромагнитное поле	26	4	8		14
7	Электромагнитные волны	10	2	4		6
8	Электромагнитные поля заданных источников	10	2	4		6
9	Гармонические поля	12	2	-		8
10	Взаимодействие электромагнитного поля с веществом	10	4	-		8
11	Электромагнитное поле в однородной и изотропной проводящей среде	18	4	4		6
12	Электромагнитные волны в направляющих	12	4	-		8

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов			
		всего	аудиторная работа		
			Л	ПЗ	внеауд. работа
	системах				
	Итого:	180	34	34	112
	Всего:	180	34	34	112

4.2 Содержание разделов дисциплины

- №1. История развития электродинамики** Качественный этап в изучении электромагнитных явлений. Количественный этап развития теории электричества и магнетизма. Этап обнаружения электромагнитных волн. Релятивистский или современный этап в электродинамике.
- №2. Базовые математические понятия теории электромагнитного поля** Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Векторы. Матрицы. Определители. Квадратичные формы. Тензоры. Векторные дифференциальные операторы. Дельта-функция Дирака. Функции комплексного переменного. Ряд и интеграл Фурье.
- №3. Исходные понятия и уравнения теории электромагнетизма** Уравнения Максвелла и материальные уравнения. Уравнения Максвелла и основные законы электромагнетизма. Закон сохранения заряда. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Закон Кулона. Закон Гаусса. Закон Био-Савара-Лапласа (в интегральной форме). Первый закон Кирхгофа. Второй закон Кирхгофа. Уравнения Максвелла в симметричной форме. Граничные условия для электромагнитного поля: тангенциальные компоненты поля; нормальные компоненты поля; Вектор и теорема Пойнтинга. Накопление энергии в конденсаторе. Тепловые потери в проводнике. Теорема единственности решения уравнений Максвелла.
- №4. Электростатика** Электростатическое поле в пустоте. Уравнение Пуассона. Разложение поля по мультиполям. Поле в диэлектриках.
- №5. Магнитостатика** Стационарное магнитное поле в пустоте. Уравнение Пуассона для векторного потенциала. Закон Био-Савара-Лапласа (в дифференциальной форме). Магнитный момент. Поле в магнетиках.
- №6. Нестационарное электромагнитное поле** Закон электромагнитной индукции. Ток смещения. Уравнения Максвелла и потенциалы электромагнитного поля. Уравнение Даламбера. Плотность и поток энергии электромагнитного поля. Импульс электромагнитного поля.
- №7. Электромагнитные волны** Волновое уравнение. Плоская электромагнитная волна в однородной и изотропной среде. Монохроматическая плоская волна. Немонохроматические волны.
- №8. Электромагнитные поля заданных источников** Скалярный и векторный потенциалы. Вектор Герца. Решение волнового уравнения в запаздывающих потенциалах. Элементарный электрический диполь. Вектор Герца диполя. Стационарный диполь. Колеблющийся диполь. Излучение ускоренно движущегося заряда. Элементарный магнитный диполь.
- №9. Гармонические поля** Комплексные представления в электродинамике. Принцип перестановочной двойственности. Электродинамические потенциалы в комплексном представлении. Вектор и теорема Пойнтинга в комплексном представлении. Поле элементарного электрического вибратора. Пространственно -частотное представление поля. Ближняя зона. Дальняя зона. Излучение элементарного магнитного вибратора. Поляризация электромагнитных волн. Лемма Лоренца и теорема взаимности. Эквивалентные источники и принцип Гюйгенса – Френеля. Излучение элемента Гюйгенса.
- №10. Взаимодействие электромагнитного поля с веществом** Движение заряда в постоянном однородном магнитном поле. Движение заряженной частицы в постоянном электрическом поле. Движение частицы в однородных постоянных скрещенных полях. Движение заряженной частицы в неоднородном магнитном поле. Диэлектрическая проницаемость облака заряженных частиц. Диэлектрическая проницаемость неполярных диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость полярных диэлектриков.
- №11. Электромагнитное поле в однородной и изотропной проводящей среде** Уравнения Максвелла для проводящей среды. Распространение электромагнитной волны в однородном

проводящем полупространстве. Граничные условия Леонтовича. Глубина проникновения и длина волны. Магнитный поверхностный эффект. Электрический поверхностный эффект в прямоугольной шине. Эффект близости. Экранирование в переменном электромагнитном поле. Высокочастотный нагрев металлов и несовершенных диэлектриков.

№12. Электромагнитные волны в направляющих системах Понятие о волноводах и объемных резонаторах. Типы волн в волноводе. Прямоугольный волновод. Решение для Н-волны. Волновое сопротивление волновода. Фазовая и групповая скорости. Компоненты Е-волны в прямоугольном волноводе. Граничные условия Леонтовича. Запредельный волновод. Круглый волновод. Полосковые линии. Замедляющие системы.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2, 3	Тема: Базовые математические понятия теории электромагнитного поля и исходные понятия и уравнения теории электромагнетизма: 1. Текущий контроль. 2. Решение задач по темам: линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами; векторные дифференциальные операторы; ряд и интеграл Фурье. 3. Рубежный контроль.	4
2	4, 5	Тема: Электростатика. Магнитостатика. Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнетрона. Изучение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла. 1. Рубежный контроль. 2. Решение задач по темам: уравнения Максвелла; магнитный, дипольный и квадрупольный моменты движущихся зарядов; электромагнитные волны.	10
3	6	Тема: Нестационарное электромагнитное поле и электромагнитные волны 1. Текущий контроль. 2. Решение задач по темам: дипольное излучение; магнито-дипольное и квадрупольное излучения; спектральное разложение излучения; угловое распределение излучения; поляризация и рассеяние электромагнитных волн. Электромагнитные волны. Изучение плоской электромагнитной волны и исследование с помощью виртуальной лабораторной установки зависимостей ее характеристик от параметров среды и частоты	8
4	7, 8	Тема: Электромагнитные поля заданных источников 1. Текущий контроль. 2. Решение задач по темам: излучение протяженных источников.	8
5	9, 10	Тема: Гармонические поля и взаимодействие электромагнитного поля с веществом. (самостоятельная работа) 1. Текущий контроль. 2. Решение задач по темам: движение заряда в постоянном однородном магнитном поле; движение заряженной частицы в постоянном электрическом поле; движение частицы в однородных постоянных скрещенных полях.	-
6	11	Тема: Электромагнитное поле в однородной и изотропной проводящей среде.	4

		1. Рубежный контроль. 2. Решение задач по темам: распространение электромагнитных волн в однородном и изотропном диэлектрике; Эффект Фарадея.	
7	12	Тема: Электромагнитные волны в направляющих системах. (самостоятельная работа) 1. Текущий контроль. 2. Решение задач по темам: типы волн в волноводе; прямоугольный волновод; круглый волновод.	-
		Итого:	34

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

5.1.1 Фальковский, О. И. Техническая электродинамика [Текст] : учебник / О. И. Фальковский. - 2-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2009. - 432 с. - Прил.: с. 415-422. - Библиогр.: с. 423-424. - ISBN 978-5-8114-0980-8.

5.1.2 Петрушанский, М. Г. Электронные приборы СВЧ [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств / М. Г. Петрушанский; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1.02 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2017. - 106 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0 - ISBN 978-5-7410-1838-5. Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/45388_20170630.pdf - ISBN 978-5-7410-1838-5.

5.2 Дополнительная литература

5.2.1 Петров, Б. М. Электродинамика и распространение радиоволн : учеб. для вузов / Б. М. Петров. - 2-е изд., испр. - М. : Горячая линия-Телеком, 2003. - 558 с. : ил. - Библиогр.: с.547-553. - ISBN 5-93517-073-6.

5.2.2 Григорьев А. Д. Электродинамика и микроволновая техника: Учебное пособие. 2-е изд. СПб.: Издательство: Лань, 2007. – 704 с.

5.3 Периодические издания

5.3.1 Журнал «Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника»;

5.3.2 Журнал «Радиотехника и электроника»;

5.3.3 Журнал «Радиотехника».

5.4 Интернет-ресурсы

5.4.1 <http://window.edu.ru/window/catalog>: Единое окно доступа к образовательным ресурсам.

5.4.2 <https://universarium.org/catalog.ru/> Он-лайн платформа: «Универсариум», Курсы, MOOK.

5.4.3 <http://www.edu.ru/> Федеральный портал «Российское образование»

5.4.4 <http://www.orenport.ru/> Региональный портал образовательного сообщества Оренбуржья

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

5.5.1 Операционная система Microsoft Windows.

5.5.2 Open Office - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

5.5.3 Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.0 - English.

5.5.4 Консультант Плюс [Электронный ресурс] : электронное периодическое издание справочная правовая система / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2016]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserv1\!CONSULT\cons.exe>.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, курсового проектирования, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория, оснащенная персональными компьютерами с комплектом программного обеспечения в соответствии с п. 5.5.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.