Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.3 Переменное электромагнитное поле»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки)

Электромеханические комплексы и их исследование
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.3 Переменное электромагнитное поле» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники
наименование кафедры

протокол № 5 от "23" 01 2026 г.

Заведующий кафедрой автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

наименование кафедры *подпись* А.С. Безгин *расшифровка подписи*

Исполнители:

Доцент *должность* *подпись* В.В. Быковский *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии, научный руководитель по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
код наименование *личная подпись* Э.Л. Трекин *расшифровка подписи*

Научный руководитель магистерской программы *личная подпись* Н.Г. Семенова *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись С.А. Бикмиллаева *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству ИЭЭС

личная подпись С.А. Сильвашко *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Быковский В.В., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины:

Приобретение студентом навыков исследования электромагнитного поля.

Задачи:

- изучение основных разделов теории электромагнитного поля, способов получения и применения электрической энергии,
- изучение методов решения уравнений переменных электромагнитных полей с учетом заданных сред и граничных условий.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.4 Исследование и моделирование электроэнергетических систем, Б2.П.Б.У.1 Практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы, Б2.П.Б.П.1 Проектная практика, Б2.П.В.П.1 Научно-исследовательская работа*

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
ПК*-2 Способен разрабатывать модели, реализующие функционирование объектов профессиональной деятельности	ПК*-2-В-2 Применяет уравнения магнитной гидродинамики для описания электромагнитных волн в вакууме и средах	**Знать:** Основные определения электромагнитного поля, уравнения Максвелла, граничные условия для различных сред, законы распространения, отражения и преломления электромагнитных волн. Классификацию веществ по магнитных и электрическим свойствам, законы Ома, Джоуля-Ленца, Кирхгофа. **Уметь:** Решать задачи о распространении и излучении электромагнитных волн. Пользоваться уравнениями теории электромагнитного поля **Владеть:** Математическими методами анализа электромагнитных явлений.
ПК*-3 Способен применять соответствующий математический аппарат при решении профессиональных задач	ПК*-3-В-2 Решает задачи о распространении и излучении электромагнитных волн	**Знать:** Методы расчета электрических и магнитных полей. **Уметь:** Применять уравнения Максвелла, теорему Умова-Пойтинга, понятие векторного магнитного потенциала для расчета полевых задач. Использовать уравнения магнитной гидродинамики для описания электромагнитных волн в вакууме и в различных средах. **Владеть:** Методикой исследования электрических и магнитных полей.
ПК*-4 Способен применять современное	ПК*-4-В-1 Применяет современное математическое, CAD,	**Знать:** Функционал пакет моделирования полей методом конечных элементов FEMM 4.2 и программных систем MathCAD и SmathStudio.

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
программное обеспечение для проектирования и моделирования объектов профессиональной деятельности	САПР программное обеспечение для проектирования и моделирования объектов профессиональной деятельности	**Уметь:** Применять пакет моделирования полей методом конечных элементов FEMM 4.2 для анализа электрических и магнитных полей. **Владеть:** Навыком обработки результатов проведенных исследований с использованием программных систем MathCAD и SmathStudio.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

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

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	1 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**180**	**180**
Контактная работа:	**34,25**	**34,25**
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- выполнение курсовой работы (КР);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю.* *- изучение разделов 1 и 2 курса в системе электронного обучения.*	**145,75** +	**145,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 1 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Электростатическое поле	44	6	2	4	32
2	Магнитное поле	42	4	2	4	32
3	Электромагнитное поле	48	4	2	-	42
4	Плоские электромагнитные волны. Поверхностный эффект	46	4	2	-	40
	Итого:	180	18	8	8	146
	Всего:	180	18	8	8	146

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Электростатическое поле

Основные определения. Напряженность электрического поля. Электрический потенциал. Поляризованность диэлектрика. Теорема Гаусса. Уравнения Пуассона и Лапласа. Граничные условия.

Энергия электростатического поля. Методы расчета электростатических полей. Ток и плотность тока проводимости. Законы Ома и Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Первый закон Кирхгофа в дифференциальной форме. Граничные условия.

Раздел 2. Магнитное поле

Основные величины, характеризующие магнитное поле. Магнитный поток и его непрерывность. Закон полного тока. Векторный магнитный потенциал. Граничные условия. Энергия магнитного поля. Методы расчета магнитных полей.

Раздел 3. Электромагнитное поле.

Полный электрический ток. Дивергенция плотности тока проводимости. Непрерывность полного тока. Первое уравнение Максвелла. Второе уравнения Максвелла. Полная система уравнений электромагнитного поля. Теорема Умова-Пойнтинга. Уравнения Максвелла и теорема Умова-Пойнтинга в комплексной форме. Запаздывающие или обобщенные электродинамические потенциалы. Излучение электромагнитных волн. Поле вибратора в ближней и дальней зонах.

Раздел 4. Плоские электромагнитные волны. Поверхностный эффект.

Основные определения. Уравнения плоской волны. Распространение плоской волны в идеальном диэлектрике, в хорошо проводящей среде, в неоднородной среде. Явление поверхностного эффекта. Активное сопротивление и внутренняя индуктивность цилиндрического провода с учетом поверхностного эффекта. Переменный магнитный поток в плоском листе.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Длинный металлический брусок в равномерном электростатическом поле	2
2	1	Двухпроводная линия внутри диэлектрика в электрическом поле	2
3	2	Магнитное поле катушки с током	2
4	2	Исследование магнитного поля однофазной реактивной электрической машины	2
		Итого:	8

Лабораторные работы выполняются в среде пакета моделирования полей методом конечных элементов FEMM 4.2. При оформлении результатов моделирования рекомендуется использовать систему решения математических, инженерно-технических и научных задач SmathStudio.

4.4 Практические занятия

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Электростатическое поле в проводящих средах	2
2	2	Магнитное поле	2
3	3	Электромагнитное поле	2
4	4	Электромагнитные волны	2
		Итого:	8

4.5 Курсовая работа

Тема: «Электромагнитное поле в проводящей среде и диэлектрике». Перечень решаемых задач:

- Расчет параметров схем замещения конденсаторов на основании уравнений Максвелла в декартовой и цилиндрической системах координат с учетом заданного частотного диапазона;
- Исследование тепловых потерь систем помощью вектора Пойнтинга. Расчет электрического сопротивления с учетом поверхностного эффекта и эффекта близости;
- Исследование волновых процессов в проводящих средах.

Вариант задания выдается преподавателем. При расчетах в решаемых задачах рекомендуется использовать систему решения математических, инженерно-технических и научных задач SmathStudio.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле [Текст]: учебник / Л.А. Бессонов.- 10-е изд., стер. - М. : Гардарики, 2003. - 317 с. : ил. - ISBN 5-8297-0158-8.

5.2 Дополнительная литература

1. Сборник задач по теоретическим основам электротехники / под ред. Л.А. Бессонова. – М.: Высшая школа, 1988.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: учебник / Л.А. Бессонов. – 11-е изд. - М.: Издательство Юрайт, 2012. -317 с.
3. Быковская, Л.В. Моделирование электрических и магнитных полей в программе FEMM [Электронный ресурс] : лабораторный практикум для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / Л. В. Быковская, В. В. Быковский, Д. В. Сурков; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 4.41 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2019. - 100 с. – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/94977_20190603.pdf

5.3 Периодические издания

Журналы:

- «Электричество»;
- «Электротехника» – реферативный журнал.

5.4 Интернет-ресурсы

http://bourabai.ru/toe/ - Теоретические основы электротехники и электроники (составитель К.А. Хайдаров);
http://www.infosait.ru/ – библиотека стандартов;
https://www.coursera.org/learn/electrodynamics-introduction-«Coursera», МООК: «Electrodynamics: AnIntroduction»;
https://www.coursera.org/learn/electrodynamics-analysis-of-electric-fields -«Coursera», МООК: «Electrodynamics: Analysis of Electric Fields»;
https://www.coursera.org/learn/electrodynamics-electric-magnetic-fields-«Coursera», МООК: «Electrodynamics: Electric and Magnetic Fields».

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

Электронные ресурсы библиотеки университета: электронные версии пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы.

Пакеты прикладных программ:

- Система решения математических, инженерно-технических и научных задач SmathStudio;
- Пакет моделирования полей методом конечных элементов FEMM 4.2.
- КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2019]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\!CONSULT\cons.exe
- Государственные стандарты [Электронный ресурс]: база данных /. – Режим доступа :https://docplan.ru/list0.htm, свободный. – Загл. с экрана.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

Лекционные занятия проводятся в специализированной мультимедийной лекционной аудитории, оснащенной мультимедийной проекционной аппаратурой, включающей в себя: проектор, экран, персональный компьютер.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерные классы, оснащенные компьютерами, в котором с использованием программного пакета FEMM 4.2 выполняются лабораторные работы.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.