

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Электроснабжения и электротехники»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании кафедры электроснабжения и электротехники

Протокол №12 от 18 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ»

Направление: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Энергоэффективность, энергоаудит и управление энергохозяйством

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Потапов Василий Васильевич
Дата подписания: 14.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Шакиров
Владислав Альбертович
Дата подписания: 18.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Сулов
Константин Витальевич
Дата подписания: 14.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Физические основы электрических цепей» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-1 Способен самостоятельно проводить и осуществлять руководство научно-исследовательскими работами и обладать методиками сбора и анализа данных	ПК-1.9

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-1.9	Знает основные методы исследования электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей	Знать понятия и законы электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах; Уметь применять понятия и законы электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей для составления и расчета схем замещения электротехнических устройств. Владеть методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Физические основы электрических цепей» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Переходные процессы в электроэнергетических системах»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	26	26

лекции	13	13
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	13	13
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	82	82
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Теория магнитного поля	1	3			1	3	1	20	Устный опрос
2	Граничные условия электромагнитног о поля, электростатическ ое поле.	2	3			2	3	1	20	Устный опрос
3	Стационарное электрическое и магнитное поле	3	4			3	4	1	20	Устный опрос
4	Переменное электромагнитное поле	4	3			4	3	1	22	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		13				13		82	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Теория магнитного поля	ТЭМП основные уравнения поля интегральной форме. Векторы электромагнитного поля. Уравнение максвелла в дифференциальной форме.
2	Граничные условия электромагнитного поля, электростатическое поле.	Электростатическое поле неподвижных зарядов. Уравнения Максвелла для электростатики. Безвихревой характер поля. Расчёт электростатического поля с помощью закона Кулона, теоремы Гаусса, уравнения Лапласа-Пуассона определение ёмкостей.
3	Стационарное	Стационарное электрическое и магнитное поле.

	электрическое и магнитное поле	Электрическое поле постоянного тока. Расчёт поля с помощью закона Ома в дифференциальной форме. Расчёт сопротивления изоляции и заземлителей. Расчёт магнитного поля постоянного тока с помощью закона полного тока, метода изображения, уравнения Пуассона-Лапласа. Расчёт энергии магнитного поля, определение индуктивностей и взаимных индуктивностей
4	Переменное электромагнитное поле	Квазистатическое электромагнитное поле. Переменное электромагнитное поле в проводящей среде. Электромагнитное поле в электротехнических устройствах.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчёт электрического поля с помощью интегральных и дифференциальных соотношений	3
2	Технология расчета стационарного электрического поля и сопротивления заземлителя методом конечных элементов	3
3	Электрическое поле линии без учёта влияния земли	4
4	Магнитное поле линии без учёта влияния земли	3

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	82

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Пример: Практическая работа № 2 Технология расчета стационарного электрического поля и сопротивления заземлителя методом конечных элементов

1. Цель работы

Ознакомление с методом конечных элементов на примере расчета стационарного электрического поля и сопротивления заземлителя.

2. Теоретическая справка

Алгоритм решения задач электромагнитного поля методом конечных элементов:

1. Область задачи делится на треугольники e_i согласно рис. 1. Задаются граничные условия

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

1. Томилова В. А. Основы теории переменного электромагнитного поля [Электронный ресурс] : конспект лекций / В. А. Томилова, 2000. - 25 с.

2. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле : учеб. для техн. вузов по направлениям "Электротехника", "Электротехнологии", "Электромеханика", "Электроэнергетика" и "Приборостроение" / Л. А. Бессонов, 2001. - 316 с.

3. Аполлонский С. М. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки 140400 - "Техническая физика" и 220100 - "Системный анализ и управление" / С. М. Аполлонский, 2012. - 587 с.

4. Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по электротехническим и радиотехническим специальностям / Г. И. Атабеков [и др.] ; ред. Г. И. Атабеков, 2010. - 431 с. (Введено оглавление).

5. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. электромагнитное поле [Электронный ресурс] : Учебник / Бессонов Л.А., 2018. - 317 с.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Раздел 1 Теория магнитного поля Описание процедуры:

При помощи опроса осуществляется систематический контроль за работой студентов на всех этапах работы по дисциплине. Именно в ходе текущего опроса происходит основная отработка учебного материала, закрепление знаний, отбирается материал по теме, подчёркивается главное. Вырабатывается последовательность изложения. Развернутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять термины в конкретных случаях.

Вопросы для контроля:

1. Что называется магнитным полем?
2. Каковы его основные свойства?
3. Чем создается магнитное поле постоянного магнита?

4. Что такое магнитные линии и как располагаются магнитные стрелки по отношению к этим линиям?
5. Как с помощью магнитных линий можно судить о направлении и силе магнитного поля?
6. Что характеризует вектор магнитная индукция?
7. Чему равен модуль вектор магнитной индукции однородного магнитного поля (дать определение и записать формулу)? В каких единицах измеряется магнитная индукция?
8. Что называется линиями магнитной индукции?
9. Что означает – магнитное поле однородно или магнитное поле неоднородно. Приведите примеры.
10. Взаимодействие проводников с током (по определению Ампера - электродинамическое взаимодействие токов).
11. Магнитное поле прямого тока (правило).
12. Магнитное поле кругового тока (правило).
13. Магнитное поле соленоида (правило).
14. Действие магнитного поля на проводник с током.
15. Сила Ампера.
16. Действие магнитного поля на движущиеся заряды.
17. Сила Лоренца.
18. Что такое магнитный поток?
19. От чего зависит магнитный поток?
20. В каком случае магнитный поток равен нулю?
21. Чему равен магнитный поток?

Критерии оценивания.

«Зачтено» - Ответы на вопросы логически правильно построены. Обучающийся владеет отличными знаниями по заявленной теме, уверенно отвечает на доп. вопросы.

«Не зачтено» - Обучающийся плохо владеет материалом. На дополнительные вопросы затрудняется ответить.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-1.9	Демонстрировать отличное понимание законов электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей Демонстрировать способность применять законы электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей для составления и расчета схем замещения	Устный опрос

	электротехнических устройств Показывать умение пользоваться методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях	
--	--	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет проводится в форме устного опроса по билетам (вопросам) или без билетов, с предварительной подготовкой. Экзаменатор вправе задавать вопросы сверх билета, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи по программе данного курса.

Пример задания:

1. На какие основные диапазоны можно разделить спектр электромагнитных колебаний? Дайте их краткую характеристику.
2. Какие основные векторы характеризуют электромагнитные поля? Запишите связь между ними через материальные параметры сред.
3. Какой физический смысл имеют векторы поляризованности и намагниченности?
4. Для чего вводятся понятия скалярного электрического и векторного магнитного потенциалов?
5. Какие электродинамические параметры характеризуют материальные среды? Перечислите основные типы сред.
6. Какие линии называются силовыми и эквипотенциальными? Продемонстрируйте их распределение на конкретных примерах элементарных источников электрических и магнитных полей.
7. Из каких законов электромагнетизма следуют уравнения Максвелла в интегральной форме? Запишите их и объясните физический смысл.
8. Каким образом осуществляется переход от интегральной формы записи уравнений Максвелла к дифференциальной?
9. Каким образом осуществляется переход от дифференциальной к комплексной форме записи уравнений Максвелла? Для какого типа электромагнитных процессов эти уравнения справедливы? 1
10. Какие свойства электромагнитного поля характеризует закон непрерывности?
11. Каким образом из уравнений Максвелла можно получить уравнения Лапласа и Пуассона?
12. Каким уравнением характеризуется закон сохранения энергии электромагнитного поля для замкнутой системы?
13. Почему в уравнении баланса энергии для гармонических колебаний отсутствуют члены, содержащие производные по времени?
14. Какие соотношения связывают векторы электромагнитного поля на границе раздела двух сред?
15. Какие основные теоремы и принципы используются при решении задач теории электромагнетизма?

16. В чём заключается принципиальное отличие свойств магнитного поля постоянного тока от свойств электрических стационарных полей?
17. Чем отличаются граничные условия электрических и магнитных стационарных полей от общих граничных условий электромагнитного поля?
18. В чём отличие закона Ома в дифференциальной форме от его интегральной формы записи?
19. Чем отличается интегральная и дифференциальная формы записи закона Джоуля – Ленца?
20. В чём отличие закона полного тока от закона Био- Савара-Лапласа?
21. Чем отличается скалярный потенциал магнитного поля ϕ_m от векторного $\mathbf{A} \rightarrow$?
22. Какие основные свойства и уравнения положены в построение схемы аналогии стационарных полей? При решении каких задач в теории поля применяется аналогия стационарных полей?
23. Для каких элементов электронных цепей применяются понятия ёмкости, индуктивности и взаимной индуктивности? Дайте определения этих параметров.
24. Можно ли из соотношений для электрической и магнитной энергий определить ёмкость и индуктивность?
25. Какие физические принципы используются при электростатическом и магнитном экранировании? Приведите схемы выполнения экранов.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владения	Результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям

7 Основная учебная литература

1. Томилова В. А. Основы теории переменного электромагнитного поля [Электронный ресурс] : конспект лекций / В. А. Томилова, 2000. - 25.
2. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле : учеб. для техн. вузов по направлениям "Электротехника", "Электротехнологии", "Электромеханика", "Электроэнергетика" и "Приборостроение" / Л. А. Бессонов, 2001. - 316.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Томилова В. А. Основы теории переменного электромагнитного поля : конспект лекций / В. А. Томилова, 2001. - 27.
2. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле : учеб. для электротехн., энерг. и приборостроит. специальностей вузов / Л. А. Бессонов, 1986. - 262.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Office 2007 VLK (поставки 2007 и 2008)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 11658 Осциллограф С1-101У
2. Проектор ViewSonic PJ5134 (Разрешение 1024*768; Мощность лампы 190Вт; Расстояние проекционное 1-12м; Размер проекции по диагонали 0,6-7,6 м)