

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.17.03  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теоретические основы электротехники 3**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)  
Электроснабжение

Форма обучения: очная

Год набора: 2023

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

<b>Семестр</b> <b>Форма контроля</b> <b>Вид занятий</b>	<b>5</b>	<b>Итого</b>
	<b>Зачет</b>	
Лекции	32	32
Лабораторные	16	16
Практические	16	16
Руководство: РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	64,25	64,25
Самостоятельная работа	79,75	79,75
Контроль		
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

Рабочую программу составил(и):

старший преподаватель, Шлыков С.В.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2027 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 3 от «20» сентября 2022 г.)

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – дать основополагающие знания в области теории электромагнитного поля, подготовить обучающихся к использованию полученных знаний при освоении специальных дисциплин и для решения задач практики.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина – «Высшая математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники 1», «Теоретические основы электротехники 2».

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины: «Информационно-измерительная техника в электроэнергетике», «Электроэнергетические системы и сети», «Электрические машины и привод», «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике», «Техника высоких напряжений» и другие специальные дисциплины.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.3 Применяет знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Знать: основы в области теории электромагнитного поля, основные уравнения и граничные условия, методы расчета электростатических полей, электрических полей постоянного тока, магнитостатических полей, переменных электромагнитных полей
		Уметь: пользоваться методами расчета электростатических полей, электрических полей постоянного тока, магнитостатических полей, переменных электромагнитных полей
		Владеть: навыками анализа электромагнитных полей, построения картин силовых линий электростатического и магнитостатического поля.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 1. Электростатическое поле	Лек	1.1. Введение в теорию электромагнитного поля. Основные векторные величины, характеризующие электромагнитное поле	5	2	-	-	
	Ср	1.2. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №1	5	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №1
	Лаб	1.3. Лабораторная работа №1 «Моделирование плоскопараллельного электростатического и магнитного поля»	5	2	2	-	Отчет по лабораторной работе №1
	Лек	1.4. Определение электростатического поля. Понятие элементарного заряда, точечного заряда. Свободные и связанные заряды	5	2	-	-	
	Пр	1.5. Аналитические решения задач. Расчет параметров электрического поля двухпроводной линии	5	2	-	-	Комплект задач к практическим занятиям
	Лек	1.6. Характеристики среды. Поляризация среды. Напряжённость, потенциал и электрическая индукция электростатического поля	5	2	-	-	
	Ср	1.7. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №1	5	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №1
	Лаб	1.8. Лабораторная работа №1 «Моделирование плоскопараллельного электростатического и магнитного поля»	5	2	2	-	Отчет по лабораторной работе №1

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср	1.9. Оформление отчета по лабораторной работе №1	5	5	6	-	Отчет по лабораторной работе №1
	Лек	1.10. Закон Гаусса, постулат Максвелла, закон Кулона. Энергия электростатического поля. Граничные условия. Понятие ёмкости	5	2	-	-	
	Пр	1.11. Контрольное занятие №1. Решение кейс-задач	5	2	12	-	Промежуточное тестирование №1
Раздел 2. Электрического поля постоянных токов	Лек	2.1. Определение электрического поля постоянных токов. Характер электрического поля в диэлектрике вокруг проводников с постоянным током	5	2	-	-	
	Ср	2.2. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №2	5	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №2
	Лаб	2.3. Лабораторная работа №2 «Исследование характеристик нелинейного конденсатора с сегнетоэлектриком»	5	2	2	-	Отчет по лабораторной работе №2
	Лек	2.4. Характер электрического поля в проводниках. Непрерывность электрического тока. Закон Ома и законы Кирхгофа для проводящих сред	5	2	-	-	
	Пр	2.5. Аналитические решения задач. Расчет параметров электрического поля двухслойного плоского конденсатора	5	2	-	-	Комплект задач к практическим занятиям
	Лек	2.6. Граничные условия на поверхности раздела проводника и диэлектрика, на	5	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		поверхности раздела двух проводящих сред					
	Ср	2.7. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №2	5	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №2
	Лаб	2.8. Лабораторная работа №2 «Исследование характеристик нелинейного конденсатора с сегнетоэлектриком»	5	2	2	-	Отчет по лабораторной работе №2
	Ср	2.9. Оформление отчета по лабораторной работе №2	5	5	6	-	Отчет по лабораторной работе №2
	Лек	2.10. Аналогия электрического поля с электростатическим полем. Закон Джоуля - Ленца. Понятие проводимости и сопротивления среды	5	2	-	-	
	Пр	2.11. Контрольное занятие №2. Решение кейс-задач	5	2	12	-	Промежуточное тестирование №2
Раздел 3. Магнитное поле постоянных токов	Лек	3.1. Определение магнитного поля постоянных токов. Характер магнитного поля в диэлектрике вокруг проводников с постоянным током и в проводниках. Непрерывность магнитного поля	5	2	-	-	
	Ср	3.2. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №3	5	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №3
	Лаб	3.3. Лабораторная работа №3 «Исследование постоянного магнитного поля на оси	5	2	2	-	Отчет по лабораторной

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		катушек с помощью датчика Холла»					работе №3
	Лек	3.4. Закон полного тока. Закон Био-Савара-Лапласа. Скалярный и векторный потенциалы магнитного поля	5	2	-	-	
	Пр	3.5. Аналитические решения задач. Расчет параметров электрического поля заряженного цилиндра	5	2	-	-	Комплект задач к практическим занятиям
	Лек	3.6. Граничные условия на поверхности раздела двух сред с различными магнитными проницаемостями. Аналогия плоскостных магнитных и электрических полей	5	2	-	-	
	Ср	3.7. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №3	5	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №3
	Лаб	3.8. Лабораторная работа №3 «Исследование постоянного магнитного поля на оси катушек с помощью датчика Холла»	5	2	2	-	Отчет по лабораторной работе №3
	Ср	3.9. Оформление отчета по лабораторной работе №3	5	5	6	-	Отчет по лабораторной работе №3
	Лек	3.10. Энергия магнитного поля. Взаимодействие проводников с постоянными токами. Понятие индуктивности и взаимной индуктивности	5	2	-	-	
	Пр	3.11. Контрольное занятие №3. Решение кейс-задач	5	2	12	-	Промежуточное тестирование №3

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 4. Переменное электромагнитное поле	Лек	4.1. Определение переменного электромагнитного поля. Полная система уравнений	5	2	-	-	
	Ср	4.2. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №4	5	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №4
	Лаб	4.3. Лабораторная работа №4 «Исследование поверхностного эффекта и эффекта близости»	5	2	2	-	Отчет по лабораторной работе №4
	Лек	4.4. Поведение электромагнитного поля в диэлектрике. Плоская электромагнитная волна. Аналогия с длинной линией	5	2	-	-	
	Пр	4.5. Аналитические решения задач. Расчет параметров электрического поля цилиндрического двухслойного конденсатора	5	2	-	-	Комплект задач к практическим занятиям
	Лек	4.6. Поток электромагнитной энергии. Вектор Пойнтинга. Плоская электромагнитная волна в проводящей среде. Длина волны. Затухание волны	5	2	-	-	
	Ср	4.7. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №3	5	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №3
	Лаб	4.8. Лабораторная работа №4 «Исследование поверхностного эффекта и эффекта близости»	5	2	2	-	Отчет по лабораторной работе №3



Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср	4.9. Оформление отчета по лабораторной работе №4	5	5	6	-	Отчет по лабораторной работе №4
	Лек	4.10. Поверхностный эффект. Эффект близости. Излучение электромагнитного поля и экранирование	5	2	-	-	
	Пр	4.11. Контрольное занятие №4. Решение кейс-задач	5	2	14	-	Промежуточное тестирование №4
5. Все разделы	Псщ	Контроль посещаемости обучающихся по учебному курсу	5	-	10	-	
6. Все разделы	Ср.	Изучение теоретического материала учебного курса «Теоретические основы электротехники 3»	5	43,75	-	-	
7. Все разделы	ПА	Итоговое тестирование по учебному курсу «Теоретические основы электротехники 3» через Отдел тестирования	5	0,35	100	-	Итоговый тест
<b>Итого:</b>				<b>144</b>	<b>100</b>		

Схема расчета итогового балла

Текущий рейтинг (все занятия и промежуточные тесты) + Результат итогового теста и все делится на 2+ ББ (если ББ предусмотрены).

## **5. Образовательные технологии**

Для оценки знаний, умения и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Теоретические основы электротехники 3», используются следующие образовательные технологии:

- лекции с использованием мультимедийного оборудования;
- практические занятия с устным опросом обучающихся и закреплением теоретического материала;
- лабораторные занятия, которые позволяют приобрести практические знания и навыки работы с нормативной, методической, научно-технической и справочной литературой;
- индивидуальные и групповые консультации по теоретическим и практическим вопросам курса;
- проведение семинара с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся;
- проведение различных форм самостоятельной работы, которая включает подготовку к лекционным и практическим занятиям.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

6.1. Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания по подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются основные понятия тем, связанные с ними теоретические и практические вопросы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям. Поэтому изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Перед очередной лекцией необходимо просмотреть/повторить материалы предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам.

6.3. Методические указания по подготовке к практическим и лабораторным занятиям.

В ходе практических и лабораторных занятий углубляются и закрепляются знания обучающихся по ряду рассмотренных на лекциях вопросов. При подготовке к практическим и лабораторным занятиям обучающийся должен:

- изучить рекомендованную литературу;
- изучить материалы лекций;
- подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме;
- выполнить домашнее задание, рекомендованное преподавателем при изучении каждой темы занятия;
- подготовить бланк отчета по лабораторной работе.

6.4. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой курса осуществляется в ходе практических занятий (устный опрос, решение задач, публичное выступление с докладом по выбранной теме, тестирование).

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
5	ОПК-4	<i>Комплект задач к практическим занятиям</i> <i>Отчет по лабораторным работам №1, №2, №3, №4</i> <i>Тестовые задания № 1 – 500</i> <i>Вопросы к зачету № 1 – 50</i> Решение задач по разделам 1-4 Опрос по теоретическому материалу Лабораторные работы 1-4 Выполнение расчётно- графической работы Тестовые задания № 1-500 Вопросы для зачета № 1-50

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Комплект задач к практическим занятиям

##### **Задача №1 «Расчет параметров электрического поля двухпроводной линии»**

Для двухпроводной линии с заданным радиусом провода и расстоянием между осями, находящейся под постоянным напряжением определить напряженность электрического поля и потенциал в заданной точке. Найти линейную плотность заряда и погонную емкость линии.

##### **Задача №2 «Расчет параметров электрического поля двухслойного плоского конденсатора»**

Для двухслойного плоского конденсатора с заданными параметрами определить индукцию и напряженность электрического поля, поляризацию диэлектриков, плотность свободных и связанных зарядов, электрическую емкость конденсатора на единицу площади и пробивное напряжение. Построить график распределения потенциала.

##### **Задача №3 «Расчет параметров электрического поля заряженного цилиндра»**

Для бесконечно длинного равномерно заряженного цилиндра заданного радиуса найти зависимости напряженности электрического поля и потенциала от расстояния до оси цилиндра. Рассмотреть области внутри и вне цилиндра. Построить графики.

##### **Задача №4 «Расчет параметров электрического поля цилиндрического двухслойного конденсатора»**

Для двухслойного цилиндрического конденсатора с заданными параметрами определить мгновенные значения радиальных составляющих вектора напряжённости электрического поля для точек, лежащих между обкладками конденсатора на заданном

расстоянии от оси цилиндра. Определить мгновенное значение напряжения между обкладками конденсатора. Решить задачу двумя способами, сравнить ответы.

### **Краткое описание и регламент выполнения**

Задание выполняется в каждом разделе учебного курса и является результатом получения навыков расчета электрических или магнитных полей.

### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся решил задачу без грубых ошибок;
- оценка «не зачтено» - если обучающийся сделал одну или более грубых ошибок в расчетах.

### **7.2.2. Комплект отчетов по лабораторным работам**

#### **Лабораторная работа №1 «Моделирование плоскопараллельного электростатического и магнитного поля»**

##### **Форма отчета по лабораторной работе №1**

Подготовить протокол экспериментального исследования. Построить картину силовых линий моделируемого электростатического поля, определить его напряжённость в отдельных точках. Построить линии равного магнитного потенциала, вычислить магнитную индукцию в некоторых точках. Сделать выводы.

#### **Лабораторная работа №2 «Исследование характеристик нелинейного конденсатора с сегнетоэлектриком»**

##### **Форма отчета по лабораторной работе №2**

Подготовить протокол экспериментального исследования. Получить на экране электронного осциллографа кулон-вольтовую характеристику нелинейного конденсатора  $q(U)$ . Рассчитать и построить поляризационную характеристику диэлектрика  $P(E)$ , а также зависимость относительной диэлектрической проницаемости от напряжённости электрического поля  $\epsilon_r(E)$ . Сделать выводы.

#### **Лабораторная работа №3 «Исследование постоянного магнитного поля на оси катушек с помощью датчика Холла»**

##### **Форма отчета по лабораторной работе №3**

Подготовить протокол экспериментального исследования. Измерить магнитную индукцию в различных точках на оси цилиндрической и кольцевой катушки и построить график её изменения вдоль оси. Проверить результаты измерения расчётом. Сделать выводы.

#### **Лабораторная работа №4 «Исследование поверхностного эффекта и эффекта близости»**

##### **Форма отчета по лабораторной работе №4**

Подготовить протокол экспериментального исследования. Исследовать экспериментально изменение действующего значения и начальной фазы плотности тока по ширине медного ленточного проводника в следующих случаях:

1. Две ленты с противоположно направленным током расположены параллельно в двух плоскостях одна над другой.
2. Две ленты с противоположно направленным током расположены параллельно в одной плоскости при расстоянии между лентами 63 мм.
3. То же при расстоянии между лентами 3 мм.

## Краткое описание и регламент выполнения

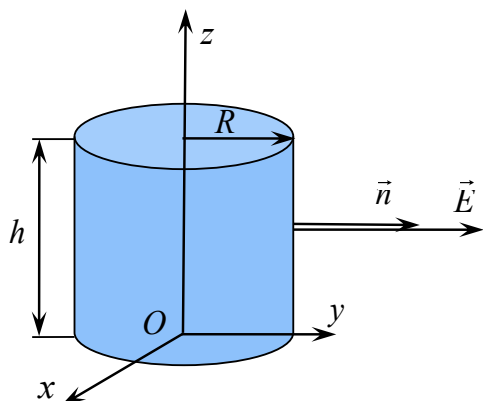
Отчет по лабораторным работам содержит индивидуальную расчетную, графическую части и обобщающий вывод. Индивидуальная расчетная часть выполняется обучающимся самостоятельно по заданному варианту преподавателем. При выполнении физического эксперимента в лаборатории, снимаются показания приборов и в дальнейшем они обрабатываются расчетным путем. По результатам вычислений выполняется определенная графическая часть отчета. Оформление отчета происходит обучающимся самостоятельно. На каждую лабораторную работу отводится 4 учебных часа.

### Критерии оценки:

- 6 баллов выставляется обучающемуся, если выполнены все пункты исследования и содержится необходимая графическая часть, обобщающий вывод по лабораторной работе;
- 4 балла выставляется обучающемуся, если допущена одна ошибка в одном из пунктов задания;
- 2 балла выставляется обучающемуся, если допущена две ошибки в двух пунктах задания;
- 0 баллов выставляется обучающемуся, если допущена более трех ошибок в пунктах задания или сам отчет не предоставлен.

### 7.2.3. Типовые тестовые задания

#### Задание 1

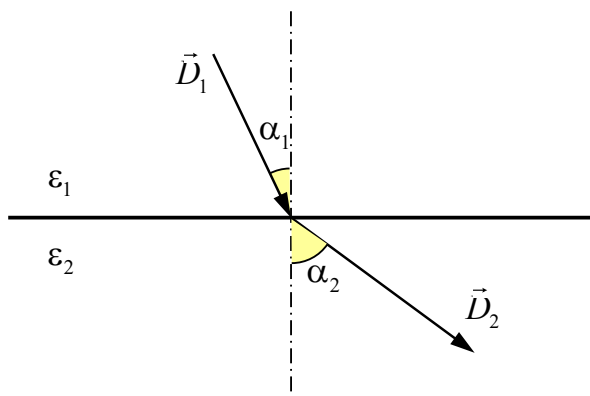


Найти поток  $\Phi$  вектора  $\vec{E} = A(x \cdot \vec{e}_x + y \cdot \vec{e}_y)$  ( $A = \frac{1000}{\pi}$  В / м<sup>2</sup>) через поверхность цилиндра с радиусом основания  $R = 10$  см и высотой  $h = 15$  см. Ось цилиндра совпадает с осью  $z$ .

#### Задание 2

Найти величину индукции электрического поля  $\vec{D}$  на расстоянии  $r = 30$  см от центра сферы радиуса  $R = 3$  см, заряженной с поверхностной плотностью  $\sigma = 3 \cdot 10^{-6}$  Кл / м<sup>2</sup>. Ответ выразить в нКл / м<sup>2</sup>.

#### Задание 3



Нормальная составляющая вектора электрической индукции в первой среде равна  $D_{1n} = \sqrt{10} \cdot 10^{-6}$  Кл / м<sup>2</sup>. Угол  $\alpha_1 = 45^\circ$ .

Определите величину электрической индукции  $D_2$  во второй среде, если  $\epsilon_1 = 1$ ;  $\epsilon_2 = 3$ . Ответ выразить в мкКл / м<sup>2</sup>.

#### Задание 4

Дан плоский конденсатор с двухслойным диэлектриком ( $\epsilon_1 = 3$ ,  $\epsilon_2 = 1$ ). Толщина слоёв  $d_1 = 0,6$  см,  $d_2 = 0,01$  см.

Пробивные напряжённости для диэлектриков равны  $E_{пр1} = 15 \cdot 10^3$  кВ / м и  $E_{пр2} = 3 \cdot 10^3$  кВ / м.

Определите пробивное напряжение конденсатора  $U_{пр}$ .

#### Задание 5

В данной точке однородного изотропного диэлектрика известны модули векторов электрической индукции  $D = \frac{6}{\pi}$  мкКл / м<sup>2</sup> и поляризованности  $P = \frac{4}{\pi}$  мкКл / м<sup>2</sup>.

Определить модуль вектора напряжённости электрического поля  $E$ . Ответ выразить в кВ / м.

#### Задание 6

Плоский конденсатор заполнен диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью  $\epsilon = 2,7$ . Площадь пластин конденсатора  $S = 100 \cdot \pi$  см<sup>2</sup>. Расстояние между пластинами  $d = 0,5$  см. Определить ёмкость конденсатора. Ответ выразить в пФ.

#### Задание 7

Два провода, имеющие одинаковые площади поперечного  $S$ , но различные удельные сопротивления  $\rho_1 = 2 \cdot 10^{-7}$  Ом·м и  $\rho_2 = 8 \cdot 10^{-7}$  Ом·м, соединены встык. По проводникам течёт ток  $I = 2,7 \cdot \pi$  А. Найти величину заряда  $q$ , который возникнет в сечении стыка, если нормальная составляющая напряжённости электрического поля на

поверхности раздела проводников удовлетворяет условию:  $E_{2n} - E_{1n} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ . Ответ записать в ( $10^{-18}$ ·Кл).

#### Задание 8

Плоский конденсатор с двухслойным диэлектриком имеет площадь обкладок  $S = 36 \text{ см}^2$ , толщину слоёв  $d_1 = 2 \text{ см}$ ,  $d_2 = 1 \text{ см}$ , удельные проводимости слоёв  $\gamma_1 = 2 \cdot 10^{-9} \text{ См / м}$ ,  $\gamma_2 = 8 \cdot 10^{-9} \text{ См / м}$ . Определить проводимость утечки через изоляцию конденсатора. Ответ записать в пСм.

#### Задание 9

Металлическому шару радиуса  $R = 10 \text{ см}$  сообщили заряд  $q = \frac{1}{9} \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$ . Шар поместили в бесконечную слабо проводящую среду с удельной проводимостью  $\gamma = 10 \text{ См / м}$  и диэлектрической проницаемостью  $\epsilon = 10$ . Пренебрегая изменением заряда шара, найти плотность тепловой мощности  $p$ , выделяющейся на расстоянии  $r = 50 \text{ см}$  от центра шара.

#### Задание 10

Сечения проводников биметаллической шины одинаковые и равны  $4 \text{ см}^2$ . Проводимости проводников отличаются в два раза. По шине течёт ток  $120 \text{ А}$ . Определить плотность тока ( $\text{А / см}^2$ ) в шине с меньшей проводимостью.

#### Задание 11

По квадратной рамке со стороной  $a = 10 \text{ см}$  течёт ток  $I = \sqrt{2} \text{ А}$ . Определить индукцию магнитного поля в центре рамки. Ответ выразить в мкТл.

#### Задание 12

Определить индуктивность отрезка двухпроводной линии передачи постоянного тока, если величина энергии магнитного поля данного отрезка равна  $0,005 \text{ Дж}$ , а протекающий по линии ток  $5 \text{ А}$ . Ответ выразить в мкГн.

#### Задание 13

В однородное проводящее полупространство (морская вода:  $\mu = 1$ , удельная проводимость  $\gamma = 0,1 \text{ См / м}$ ) по нормали к поверхности проникает плоская электромагнитная волна с частотой  $f$  (величиной  $2\pi f \epsilon \epsilon_0$  по сравнению с  $\gamma$  пренебрегаем). Глубина проникновения равна  $\Delta = \frac{125}{\pi} \text{ м}$ .

Определите длину волны в свободном пространстве  $\lambda_0$ . Ответ выразить в м.

#### Задание 14

В однородное проводящее полупространство ( $\mu = 1$ , удельная проводимость  $\gamma = 10^7 \text{ См / м}$ ) по нормали к поверхности проникает плоская электромагнитная волна с частотой  $f = 100 \text{ Гц}$ .

Определите в градусах аргумент комплексного волнового сопротивления проводящей среды.

#### Задание 15

В однородное проводящее полупространство ( $\mu = 1$ , удельная проводимость  $\gamma = 10^7 \text{ См / м}$ ) по нормали к поверхности проникает плоская электромагнитная волна с частотой

$$f = \frac{2500}{\pi^2} \text{ Гц.}$$

Определите в градусах фазу напряжённости электрического поля на глубине  $z = \frac{\pi}{2}$  см, полагая, что на поверхности проводящей среды фазовый угол равен нулю.

#### **Краткое описание и регламент выполнения**

Итоговое тестирование содержит 20 заданий, охватывающих все темы учебного курса «Теоретические основы электротехники 3». Тестовые задания присутствуют как закрытой, так и открытой форм. В начале проведения тестирования обучающиеся заполняют протокол проведения тестирования. Время, отведенное на выполнение всех тестовых заданий не более 45 минут. При решении заданий, обучающийся может воспользоваться калькулятором, черновиком и ручкой (карандашом).

#### **Критерии оценки:**

Каждое правильно выполненное тестовое задание оценивается в 5 баллов. Ответ на тестовое задание вносится в окно или выбирается из предложенных четырех вариантов. Суммарно при прохождении тестирования обучающийся может набрать 100 баллов.

### **7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

#### **7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации**

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к зачёту</b>
1	Введение в теорию электромагнитного поля. Основные векторные величины, характеризующие электромагнитное поле.
2	Основные характеристики электромагнитного поля.
3	Электрический заряд и электрический ток.
4	Электрическое и магнитное поля как два проявления электромагнитного поля.
5	Макроскопические параметры среды.
6	Виды сред и их классификация по характеру взаимодействия с электромагнитным полем.
7	Закон полного тока. Первое уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Структура и физический смысл.
8	Токи проводимости и токи смещения.
9	Закон электромагнитной индукции. Второе уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Структура и физический смысл.
10	Теорема Гаусса для электростатического поля и постулат Максвелла.
11	Третье уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Структура и физический смысл.
12	Четвертое уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Структура и физический смысл.
13	Закон сохранения электрического заряда и уравнение непрерывности линий электрического тока.
14	Закон Ома в дифференциальной форме.
15	Классификация электродинамических задач.
16	Степень взаимной обусловленности электрического и магнитного полей.
17	Граничные условия на поверхности раздела сред с различными макроскопическими



№ п/п	Вопросы к зачёту
	параметрами.
18	Поверхностные заряды и токи.
19	Граничные условия на поверхности идеального проводника.
20	Баланс энергии электромагнитного поля.
21	Теорема Пойнтинга. Физический смысл слагаемых, входящих в уравнение баланса.
22	Плотность потока энергии поля.
23	Аналогия электрического поля с электростатическим полем.
24	Закон Джоуля - Ленца.
25	Понятие проводимости и сопротивления среды.
26	Характеристики и законы электрического поля постоянных токов.
27	Использование законов Ома и Кирхгофа в проводящих средах.
28	Характеристики и законы магнитного поля постоянных токов.
29	Закон полного тока.
30	Закон Био-Савара-Лапласа.
31	Скалярный потенциал магнитного поля.
32	Векторный потенциал магнитного поля.
33	Граничные условия на поверхности раздела двух сред с различными магнитными проницаемостями.
34	Аналогия плоскопараллельных магнитных и электрических полей.
35	Энергия магнитного поля.
36	Взаимодействие проводников с постоянными токами.
37	Понятие индуктивности.
38	Понятие взаимной индуктивности.
39	Характеристики и законы переменного электромагнитного поля.
40	Полная система уравнений.
41	Поведение электромагнитного поля в диэлектрике.
42	Плоская электромагнитная волна. Аналогия с длинной линией.
43	Поток электромагнитной энергии. Вектор Пойнтинга.
44	Плоская электромагнитная волна в проводящей среде.
45	Длина волны. Затухание волны.
46	Поверхностный эффект.
47	Эффект близости.
48	Излучение электромагнитного поля и экранирование.
49	Электродинамические векторный и скалярный потенциалы.
50	Уравнение Даламбера.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
5	зачет (по накопительному рейтингу)	«зачтено»	по результатам накопительного рейтинга обучающийся набрал 55 баллов и выше
		«не зачтено»	по результатам накопительного рейтинга обучающийся набрал 0 - 54 баллов

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	Аполлонский С. М.	Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле	Учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»
2.	Атабеков Г. И.	Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле	Учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
3.	Седов В. М., Гайнутдинов Т.А.	Электромагнитные поля и волны	Учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
4.	Ким Д. Ч. [и др.]	Физика. Электричество и магнетизм. Курс лекций с примерами решения задач	Учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	Абышев С. В., Трефилов Н. А., Шпак А. В.	Электромагнитные поля и волны: сборник задач для практических занятий	Учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»
2.	Каликинский И. И.	Электродинамика	Учебное пособие	2020	ЭБС «ZNANIUM.COM»
3.	Кирпичников Ю. А., Корнилов Г. П., Николаев А. А., Храмшин Т. Р.	Сборник задач по теории электромагнитного поля	Учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»
4.	Исаев Ю. Н., Купцов А. М.	Практика использования системы MathCad в расчетах электрических и магнитных цепей	Учебное пособие	2017	ЭБС "IPRbooks"

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analytics, 2016. – Режим доступа : [apps.webofknowledge.com](https://apps.webofknowledge.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.;
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : [scopus.com](https://scopus.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : [elibrary.ru](https://elibrary.ru). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : [link.springer.com](https://link.springer.com). – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : [sciencedirect.com](https://sciencedirect.com). – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridge university press [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 2018 . – Режим доступа : [cambridge.org](https://cambridge.org). – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : [neicon.ru/resources/archive](https://neicon.ru/resources/archive). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
3	MathCAD	Акт п/п от 21.07.2009г. (Гос. Контракт № 487 от 28.05.2009г.), срок действия - бессрочно

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для	Столы ученические двухместные (моноблок), стол ученический трехместный моноблок, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра, экран, проектор,

№ п/п	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
	проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-609)	процессор, жалюзи
2	Лаборатория "Теоретические основы электротехники. Электрический привод" Учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-604)	Стол ученические, стулья ученические, лабораторные столы, стол преподавательский, стул преподавательский, доска, шкаф, стенды лабораторные, доска маркерная, блок генераторов напряжения, блоки мультиметров, миниблоки «Электромагнитное поле» лабораторные столы, подставка под осциллограф, осциллограф, набор планшетов для моделирования
3	Лаборатория "Электротехника и электроника. Электрические машины." Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Э-614)	Стол лабораторные, столы ученические двухместные (моноблок), столы преподавательские, стулья преподавательские, доска аудиторная (меловая), двигатели, вводной автомат электроэнергии, вольтметр, осциллограф, Реостаты-K505, K550.
4	Компьютерный класс. Учебная аудитория для практических работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации Лаборатория Цифровое моделирование в электроэнергетике. (Э-601)	Экран, проектор, ПК, двухместные парты, трехместные столы, стулья ученические, стол для конференций.
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Стол, стулья, компьютеры