

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Косенок Сергей Михайлович
Должность: ректор
Дата подписания: 29.07.2024 12:53
Уникальный программный ключ:
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

**БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА-ЮГРЫ
"Сургутский государственный университет"**

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической работе
Е.В. Коновалова

13 июня 2024 г., протокол УМС №05

**ФАКУЛЬТАТИВНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ
Введение в макроскопическую теорию
электромагнитного поля
рабочая программа дисциплины (модуля)**

Закреплена за кафедрой **Радиоэлектроники и электроэнергетики**

Шифр и наименование научной специальности **2.4.3. Электроэнергетика**

Форма обучения **очная**

Часов по учебному плану **72** Вид контроля: **зачет**
в том числе:
аудиторные занятия **32**
самостоятельная работа **40**

Распределение часов дисциплины

Курс	2	
Вид занятий	уп	рп
Лекции	16	16
Практические	16	16
Итого ауд.	32	32
Контактная работа	32	32
Сам. работа	40	40
Итого	72	72

Программу составил(и):
Д-р техн. наук, профессор Сальников В.Г.

Рабочая программа дисциплины
Эффективные режимы электроэнергетических систем

разработана в соответствии с ФГТ:

Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. №951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)".

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Радиоэлектроники и электроэнергетики
Протокол от 05.04.2024 г. № 02
Зав. кафедрой, канд. физ.-мат. наук, доцент Рыжаков В.В.

Председатель УМС политехнического института
Ст. преп. Паук Е.Н.
Протокол от 14.05.2024 г. № 4/24

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью изучения дисциплины «Введение в макроскопическую теорию электромагнитного поля» является формирование у аспирантов знаний, умений и навыков в области изучения вопросов распространения электромагнитного поля в электрических сетях и моделирования распространения плоской электромагнитной волны в проводящей среде и диэлектрике в соответствии с научной специальностью подготавливаемой научно-квалификационной работы.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Для успешного освоения дисциплины аспиранты должны иметь глубокие фундаментальные знания и умения в области высшей математики, физики, теоретических основ электротехники.
2.1.2	Предшествующими для изучения дисциплины являются:
2.1.3	результаты освоения дисциплин, направленных на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов, «История и философия науки», «Иностранный язык»; результаты научной (научно-исследовательской) деятельности аспирантов, направленной на подготовку диссертации к защите; результаты научной (научно-исследовательской) деятельности аспирантов, направленной на подготовку публикаций.
2.2	Последующими к изучению дисциплины являются знания, умения и навыки, используемые аспирантами:
2.2.1	в научной (научно-исследовательской) деятельности аспирантов, направленной на подготовку диссертации к защите; в научной (научно-исследовательской) деятельности аспирантов, направленной на подготовку публикаций; при освоении специальной дисциплины «Электроэнергетика», направленной на подготовку к сдаче кандидатского экзамена; при прохождении итоговой аттестации.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Свойства сред распространения электромагнитного поля в электрических сетях.
3.1.2	Математические модели (уравнения Максвелла), представляющие переменное магнитное поле как векторное поле.
3.2	Уметь:
3.2.1	Моделировать распространение плоской электромагнитной волны в проводящей среде и диэлектрике.
3.2.2	Использовать положения теории электромагнитного поля для оценки эффективности систем электропередачи.
3.3	Владеть:
3.3.1	Методикой определения составляющих технологического расхода электромагнитной энергии при распространении поля в системах электроэнергетики.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Курс	Часов	Литература	Примечание
1.	Общие положения макроскопической теории электромагнитного поля. Заряженные элементарные частицы и их электромагнитное поле как два особых вида материи в едином пространстве. Характеристики электромагнитного поля, присущие как веществу /Лек/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
1.1	Взаимодействия между заряженными частицами /Ср/	2	5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
1.2	Определение заряда ядра атома электронной модели азота /Пр/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	

2.	Математическая модель электростатического поля. Потенциальность электростатического поля. Напряженность поля как градиент потенциала. Физическое представление о векторе напряженности поля через элемент поверхности. Свободные и связанные заряды. Математическое описание энергии электростатического поля /Лек/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
2.1	Градиент потенциала электростатического поля. Оператор Гамильтона (оператор набла) /Ср/	2	5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
2.2	Нахождение радиуса цилиндрической области ионизации воздуха /Пр/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
3.	Вектор плотности тока как основная величина электрического поля в проводящей среде. Электрический ток как поток вектора плотности тока. Графическая интерпретация в макроскопическом смысле цепи электрического тока. Уравнение Лапласа /Лек/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
3.1	Энергия электрического поля постоянного тока в проводящей среде /Ср/	2	5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
3.2	Вывод формулы плотности тока с использованием электронной теории проводимости /Пр/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
4.	Магнитное поле. Величины, характеризующие магнитное поле. Физическое представление магнитного поля постоянного магнита. Математические модели связи тока в проводнике с напряженностью магнитного поля /Лек/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
4.1	Принцип непрерывности магнитного потока и признак вихревого магнитного поля постоянного тока /Ср/	2	5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
4.2	Определение магнитного потока, проходящего внутри магнита через его сечение /Пр/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
5.	Энергия магнитного поля в заданном объеме пространства. Магнитное поле как носитель энергии. Сила Лоренца. Объяснение Максвеллом электродвижущей силы в неподвижном проводнике при переменном магнитном поле. Закон электромагнитной индукции в интегральной форме. Математическая модель энергии магнитного поля в заданном пространстве /Лек/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
5.1	Электромагнитная индукция /Ср/	2	5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
5.2	Определение направления вектора Пойнтинга /Пр/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	

6.	Переменное электромагнитное поле, представленное векторным анализом. Основные характеристики электромагнитного векторного поля. Уравнения макроскопической теории переменного электромагнитного поля /Лек/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
6.1	Теорема Ушакова - Пойнтинга /Ср/	2	5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
6.2	Изложение схемы для заполнения правил нахождения направлений векторов напряженности вихревого электрического поля и векторов индукции магнитного поля в электромагнитном поле /Пр/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
7.	Распространение переменного электромагнитного поля в проводящей среде. Виды проявления электромагнитного поля в условиях макроскопического наблюдения. Характеристика проводящей среды. Плоская линейно поляризованная электромагнитная волна в проводящей среде /Лек/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
7.1	Фазовая скорость перемещения плоской электромагнитной волны в проводящей среде /Ср/	2	5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
7.2	Расчет энергии магнитного поля и индуктивности обмотки /Пр/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
8.	Распространение переменного электромагнитного поля в диэлектрике. Плоская электромагнитная волна в изотропной и однородной среде. Фазовая скорость электромагнитной волны. Длина волны. Расход энергии при распространении поля /Лек/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
8.1	Технологический расход электромагнитной энергии при распространении поля /Ср/	2	5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
8.2	Определение скорости распространения электромагнитной волны в кабеле /Пр/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	
9.	/Контрольная работа/	2	0	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	Задание для контрольной работы
10.	Зачёт	2	0	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	Вопросы для подготовки к зачету

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

5.1. Контрольные вопросы и задания

Тема 1. Общие положения макроскопической теории электромагнитного поля. Заряженные элементарные частицы и их электромагнитное поле как два особых вида материи в едином пространстве. Характеристики электромагнитного поля, присущие как веществу.

Вопросы для устного опроса:

1. Дайте определение термину «поле».
2. Что понимают под электромагнитным полем?
3. Охарактеризуйте электрическое и магнитное поля.
4. Назовите и дайте определения параметрам веществ материальной среды, через которую распространяется электромагнитное поле.
5. Какими свойствами обладают параметры линейной и однородной среды?

6. Какими свойствами обладают проводящая и анизотропная среды?

Вопросы для самостоятельной работы:

Взаимодействия между заряженными частицами.

1. Электрический заряд.
2. Закон сохранения заряда.
3. Классификация тел на проводники, диэлектрики и полупроводники.
4. Масса электромагнитного поля в единице объема.
5. Характеристики электромагнитного поля. Механический импульс.
6. Движение электромагнитного поля.

Практическое занятие. Определение заряда ядра атома электронной модели азота.

Контрольные вопросы:

1. Можно ли создать или уничтожить электрический заряд? Почему?
2. Объясните сущность закона сохранения электрического заряда.
3. Почему при трении разнородные тела электризуются, а однородные не электризуются?
4. Можно ли утверждать, что два однолинейно напряженные и расположенные в пустоте тела отталкиваются. Необходимо ли для такого утверждения условие, чтобы тела были точечными?

Тема 2. Математическая модель электростатического поля.

Потенциальность электростатического поля. Напряженность поля как градиент потенциала. Физическое представление о векторе напряженности поля через элемент поверхности. Свободные и связанные заряды. Математическое описание энергии электростатического поля.

Вопросы для устного опроса:

1. Сущность применения метода наложения при расчете напряженности электрического поля.
2. Докажите, что электрическое поле является полем потенциальным.
3. Приведите формулу для расчета потенциала в произвольной точке электростатического поля.
4. Выразите напряженность электрического поля через градиент потенциала.
5. Принятые допущения при рассмотрении потока вектора напряженности поля через поверхность.

Вопросы для самостоятельной работы:

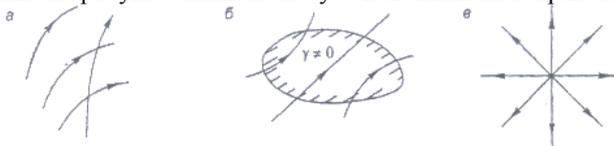
Градиент потенциала электростатического поля. Оператор Гамильтона (оператор набла).

1. Различие между свободными и связанными зарядами в веществе.
2. Отличие вектора электрической индукции (смещения) в диэлектрике от вектора напряженности электростатического поля.
3. Теорема Гаусса в интегральной форме записи. Исток линий электрической индукции в данной точке поля.
4. Уравнение Пуассона. Физическая интерпретация.
5. Назначение и область применения оператора Лапласа.
6. Объемная плотность энергии электростатического поля.

Практическое занятие. Нахождение радиуса цилиндрической области ионизации воздуха.

Контрольные вопросы:

1. Дайте понятие электростатического поля.
2. Объясните, почему изображенные на рисунке линии не могут быть линиями напряженности электрического поля.



3. Почему линии напряженности электрического поля заряженного металлического тела всегда перпендикулярны его поверхности?

Тема 3. Вектор плотности тока как основная величина электрического поля в проводящей среде.

Электрический ток как поток вектора плотности тока. Графическая интерпретация в макроскопическом смысле цепи электрического тока. Уравнение Лапласа.

Вопросы для устного опроса:

1. Почему электрический ток в отличие от плотности тока является скаляром алгебраического характера?
2. Что понимают под током проводимости?
3. Объясните сущность сторонней напряженности электрического поля.

Вопросы для самостоятельной работы:

Энергия электрического поля постоянного тока в проводящей среде.

1. Потенциальность электрического поля постоянного тока.
2. Физическая интерпретация формулы, характеризующей энергию электрического поля постоянного тока.
3. Физический смысл соотношения между проводимостью и емкостью проводящей среды.
4. Зависимость электрической проводимости среды от абсолютной диэлектрической проницаемости этой среды.

Практическое занятие. Вывод формулы плотности тока с использованием электронной теории проводимости.

Контрольные вопросы:

1. Почему металлические проводники обладают электронной проводимостью?
2. Почему сопротивление металлических проводников увеличивается при повышении их температуры?
3. Почему сопротивление жидких проводников уменьшается с повышением их температуры?
4. Что такое сверхпроводимость?
5. Существует ли электрическое поле между полюсами источника электрической энергии, не включенного в цепь?

Тема 4. Магнитное поле.

Величины, характеризующие магнитное поле. Физическое представление магнитного поля постоянного магнита. Математические модели связи тока в проводнике с напряженностью магнитного поля.

Вопросы для устного опроса:

1. Дайте определение магнитного поля постоянного тока. Какими точечными и интегральными величинами оно характеризуется?
2. Каков физический смысл векторов \vec{B} , \vec{H} , \vec{j} и каковы единицы измерения этих величин?
3. Условия применения «правила левой руки» для определения направления действия силы магнитного поля на проводник с током?
4. Физическое представление о замкнутости линий магнитной индукции магнитного поля постоянных магнитов.
5. Что означает полный ток в электрической цепи? Составляющие этого тока.

Вопросы для самостоятельной работы:

Принцип непрерывности магнитного потока и признак вихревого магнитного поля постоянного тока.

1. Интегральная форма записи закона полного тока. Физическая интерпретация этого закона.
 2. Закон полного тока в дифференциальной форме.
 3. Непрерывность магнитного потока магнитного поля постоянного тока. Суть явления.
- Практическое занятие. Определение магнитного потока, проходящего внутри магнита через его сечение.

Контрольные вопросы:

1. Почему сплошные проводники в переменном магнитном поле нагреваются?
2. Индуцируется ли ЭДС и протекает ли ток проводимости в проводящем теле, движущемся с постоянной скоростью в однородном магнитном поле?
3. При выполнении каких условий будет протекать электрический ток в проводящем теле, движущемся в магнитном поле?
4. Почему неподвижные электрические заряды не взаимодействуют с магнитными полями, а подвижные взаимодействуют с ними?

Тема 5. Энергия магнитного поля в заданном объеме пространства.

Магнитное поле как носитель энергии. Сила Лоренца. Объяснение Максвеллом электродвижущей силы в неподвижном проводнике при переменном магнитном поле. Закон электромагнитной индукции в интегральной форме. Математическая модель энергии магнитного поля в заданном пространстве.

Вопросы для устного опроса:

1. Почему ЭДС, наведенная в некотором одновитковом контуре, изменяющемся во времени магнитным потоком, имеет знак «минус»?
2. Правило правого винта. Когда оно используется?
3. Магнитная энергия уединенной катушки, по которой течет ток.
4. Влияние взаимной индукции двух магнитосвязанных катушек с токами на суммарную магнитную энергию этих катушек.

Вопросы для самостоятельной работы:

Электромагнитная индукция.

1. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея.
2. Закон электромагнитной инерции. Принцип Ленца.
3. Самоиндукция.
4. Взаимная индукция. Коэффициент связи двух магнитосвязанных катушек.
5. Энергия магнитного поля соленоида.

Практическое занятие. Определение направления вектора Пойнтинга.

Контрольные вопросы:

1. Изменяется ли направление вектора Пойнтинга между обкладками конденсатора в течение периода изменения напряжения источника?
2. Сохраняется ли постоянным угол сдвига по фазе между напряженностями электрического и магнитного полей плоской синусоидальной волны, распространяющейся в глубь безграничной проводящей среды?
3. Почему с ростом частоты электромагнитного поля глубина его проникновения в проводящую среду уменьшается?

Тема 6. Переменное электромагнитное поле, представленное векторным анализом.

Основные характеристики электромагнитного векторного поля. Уравнения макроскопической теории переменного электромагнитного поля.

Вопросы для устного опроса:

1. Характеристика сред распространения переменного электромагнитного поля.
2. Какими векторами физических величин описывается переменное электромагнитное поле?
3. Физическая интерпретация I-IV уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.

Вопросы для самостоятельной работы:

Теорема Ушакова - Пойнтинга.

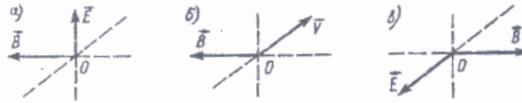
1. Переменное электромагнитное поле. Особенности изотропной линейной среды.
2. Размерность вектора Пойнтинга и правило определения его направления.
3. Теорема Ушакова - Пойнтинга для мгновенных значений векторов электромагнитного поля.
4. Передача электромагнитной энергии от места ее генерирования к приемнику роль электрических проводов в линиях электропередачи.

Практическое занятие. Изложение схемы для заполнения правил нахождения направлений векторов напряженности вихревого электрического поля и векторов индукции магнитного поля в электромагнитном поле.

Контрольные вопросы:

1. Почему металлы отражают и поглощают электромагнитные волны?
2. Каково правило для определения взаимной ориентации векторов \vec{B} , \vec{E} и \vec{v} электромагнитной волны?

3. Покажите направление недостающего вектора \vec{B} , \vec{E} и \vec{v} .



Тема 7. Распространение переменного электромагнитного поля в проводящей среде.

Виды проявления электромагнитного поля в условиях макроскопического наблюдения. Характеристика проводящей среды. Плоская линейно поляризованная электромагнитная волна в проводящей среде.

Вопросы для устного опроса:

1. Дайте определение плоской электромагнитной волны.
2. Охарактеризуйте виды проявления электромагнитного поля.
3. Почему в проводящей среде вектор \vec{E} опережает вектор \vec{H} на угол 45° ?
4. Что характеризует волновое сопротивление?
5. От каких факторов зависит длина волны в проводящей среде?
6. Чем объяснить, что электромагнитная волна затухает, проникая в проводящую среду?
7. Объясните форму глубины проникновения электромагнитной волны в проводящую среду.

Вопросы для самостоятельной работы:

Фазовая скорость перемещения плоской электромагнитной волны в проводящей среде.

1. Связь между постоянной затухания и фазовой скоростью перемещения плоской электромагнитной волны.
2. Физическая интерпретация формулы глубины проникновения электромагнитной волны в проводящей среде.
3. Постоянная затухания электромагнитной волны. Ее связь с фазовой скоростью перемещения плоской электромагнитной волны.
4. Волновое сопротивление для проводящей среды. Отличие от волнового сопротивления в вакууме.

Практическое занятие. Расчет энергии магнитного поля и индуктивности обмотки.

Контрольные вопросы:

1. Квантовые свойства переменного электромагнитного поля.
2. Почему уравнение Лапласа является дифференциальным относительно вектора напряженности магнитного поля?
3. Представьте поле плоской электромагнитной волны в проводящей среде.
4. Волновое сопротивление в проводящей среде.

Тема 8. Распространение переменного электромагнитного поля в диэлектрике.

Плоская электромагнитная волна в изотропной и однородной среде. Фазовая скорость электромагнитной волны. Длина волны. Расход энергии при распространении поля.

Вопросы для устного опроса:

1. От чего зависит волновое сопротивление диэлектрика?
2. Чем отличается плоская электромагнитная волна в диэлектрике от подобной волны в проводнике?
3. Что означает фазовая скорость распространения электромагнитной волны в диэлектрике? Приведите формулу определения.
4. Какие параметры формируют длину волны в диэлектрике? Почему она не затухает?
5. От чего зависит скорость уменьшения энергии электромагнитного поля в объеме V ?

Вопросы для самостоятельной работы:

Технологический расход электромагнитной энергии при распространении поля.

1. Составляющие энергии электромагнитного поля в некотором объеме.
2. Математическая модель зависимости скорости уменьшения энергии в определенном объеме от параметров. Физическая интерпретация составляющих этой модели.

Практическое занятие. Определение скорости распространения электромагнитной волны в кабеле.

Контрольные вопросы:

1. Одинаково ли направление вектора Пойнтинга на поверхности жилы и оболочки коаксиального кабеля?
2. Приведите формулы для определения индуктивности и емкости кабеля единичной волны.
3. При каких условиях в диэлектрике наряду с прямой волной существует и обратная?

Проведение промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к зачету:

1. Электромагнитное поле. Составляющие этого поля.
2. Параметры веществ материальной среды, через которую распространяется электромагнитное поле.
3. Свойства линейной и однородной среды, проводящей и анизотропной среды, через которые может распространяться электромагнитное поле.
4. Классификация тел на проводники, диэлектрики и полупроводники. Закон сохранения заряда.
5. Масса электромагнитного поля в единице объема.
6. Механический импульс электромагнитного поля.
7. Количество движения электромагнитного поля.
8. Потенциальность электромагнитного поля.
9. Выражение напряженности электрического поля через потенциал. Оператор Гамильтона (оператор набла).
10. Объемная плотность энергии электростатического поля.
11. Уравнение Пуассона. Физическая интерпретация.
12. Доказательство потенциальности электрического поля постоянного тока.
13. Электрический ток как скаляр алгебраического характера.
14. Закон полного тока в дифференциальной форме.

15. Сущность сторонней напряженности электрического поля.
16. Зависимость электрической проводимости среды от абсолютной диэлектрической проницаемости. Математическая модель зависимости.
17. Магнитное поле постоянного тока.
18. Полный ток в электрической цепи. Составляющие этого тока.
19. Физическое представление о замкнутости линий магнитной индукции магнитного поля постоянных магнитов.
20. Непрерывность магнитного поля магнитного потока. Суть явлений.
21. Магнитное поле постоянного тока.
22. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея.
23. Энергия магнитного поля в заданном объеме пространства.
24. Объяснение Максвеллом электродвижущей силы в неподвижном проводнике при переменном магнитном поле.
25. Переменное электромагнитное поле, представленное векторным анализом. Основные векторы.
26. Уравнения макроскопической теории переменного электромагнитного поля. Физическая интерпретация I уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.
27. Уравнения макроскопической теории переменного электромагнитного поля. Физическая интерпретация II уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.
28. Уравнения макроскопической теории переменного электромагнитного поля. Физическая интерпретация III уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.
29. Уравнения макроскопической теории переменного электромагнитного поля. Физическая интерпретация IV уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.
30. Вектор Пойнтинга. Правило определения направления.
31. Плоская электромагнитная волна в проводящей среде.
32. Волновое сопротивление. Зависимость длины волны в проводящей среде.
33. Затухание электромагнитной волны в проводящей среде.
34. Фазовая скорость перемещения плоской электромагнитной волны в проводящей среде. Связь с постоянной затухания электромагнитной волны.
35. Распространение переменного электромагнитного поля в диэлектрике. Отличие плоской электромагнитной волны в диэлектрике от подобной волны в проводнике.
36. Параметры, формирующие длину волны в диэлектрике.
37. Составляющие энергии электромагнитного поля в некотором объеме. Основные параметры.
38. Зависимость скорости уменьшения энергии электромагнитного поля в объеме V .
39. Передача электромагнитной энергии от места ее генерирования к приемнику. Роль электрических проводов в линиях электропередачи.
40. Технологический расход электромагнитной энергии при распространении поля вдоль проводов.

5.2. Темы письменных работ

Примеры заданий для контрольной работы	Вариант 1
1. Магнитное поле постоянного тока.	
2. Уравнения макроскопической теории переменного электромагнитного поля. Физическая интерпретация I уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.	
	Вариант 2
1. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея.	
2. Уравнения макроскопической теории переменного электромагнитного поля. Физическая интерпретация II уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.	
	Вариант 3
1. Энергия магнитного поля в заданном объеме пространства.	
2. Уравнения макроскопической теории переменного электромагнитного поля. Физическая интерпретация III уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.	
	Вариант 4
1. Полный ток в электрической цепи. Составляющие этого тока.	
2. Уравнения макроскопической теории переменного электромагнитного поля. Физическая интерпретация IV уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.	

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендованная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Бессонов Л. А.	Теоретические основы электротехники. В 2 т. Том 1. Электрические цепи: учебник для вузов	Москва: Юрайт, 2023, https://urait.ru/bcode/517560	1
Л1.2	Бессонов Л. А.	Теоретические основы электротехники. В 2 т. Том 2. Электромагнитное поле: учебник для вузов	Москва: Юрайт, 2023, https://urait.ru/bcode/510545	1
Л1.3	Бессонов Л. А.	Теоретические основы электротехники: Электромагнитное поле	М.: Высшая школа, 1978	19

Л1.4	Бессонов Л. А., Демидова И. Г., Заруди М. Е., Каменская В. П., Миленина С. А., Расовская С. Э.	Теоретические основы электротехники. Сборник задач: учебное пособие для вузов	Москва: Юрайт, 2020, https://urait.ru/bcode/467025	1
------	---	---	---	---

6.2. Электронно-библиотечные системы

Э1	Электронно-библиотечная система Znanium http://new.znanium.ru
Э2	Электронно-библиотечная система «Лань» http://e.lanbook.com
Э3	Электронно-библиотечная система «Лань» http://e.lanbook.com
Э4	Электронно-библиотечная система «Юрайт» https://urait.ru
Э5	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» https://www.studentlibrary.ru

6.3. Информационные, информационно-справочные системы

6.3.1.	Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации http://www.garant.ru
6.3.2.	КонсультантПлюс – справочно-правовая система http://www.consultant.ru

6.4. Профессиональные базы данных

В локальной сети <http://lib.surgu.ru/ru/pages/resursi/bd/lan>

6.4.1.	Электронная библиотека СурГУ https://elib.surgu.ru
6.4.2.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU http://www.elibrary.ru
6.4.3.	Евразийская патентная информационная система (ЕАПАТИС) http://www.eapatis.com
6.4.4.	Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки (ВЧЗ РГБ) https://ldiss.rsl.ru
6.4.5.	Национальная электронная библиотека (НЭБ) nab.ru
6.4.6.	Архив научных журналов (NEICON) http://archive.neicon.ru
6.4.7.	Springer Nature https://link.springer.com
6.4.8.	Полнотекстовая коллекция журналов РАН https://journals.rcsi.science
6.4.9.	Wiley Journals Database https://onlinelibrary.wiley.com
6.4.10.	Math-Net.Ru http://biblio.surgu.ru/ru/pages/resursi/bd/lan/math/

В свободном доступе сети Интернет

6.4.11.	Официальный сайт ВАК Минобрнауки РФ http://vak.ed.gov.ru/
6.4.12.	Официальный сайт российского фонда фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru/rffi/ru/
6.4.13.	Официальный сайт Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации https://vak.minobrnauki.gov.ru/
6.4.14.	Журнал "Электрические станции" производственно-технический журнал http://elst.energy-journals.ru/index.php/elst/index
6.4.15.	ARXIV - крупнейший бесплатный архив электронных публикаций научных статей и их препринтов по физике, математике, астрономии, информатике и биологии. http://arxiv.org
6.4.16.	База данных ВИНТИ РАН http://www.viniti.ru
6.4.17.	Единое окно доступа к образовательным ресурсам - информационная система http://window.edu.ru
6.4.18.	КиберЛенинка - научная электронная библиотека http://cyberleninka.ru
6.4.19.	Электронные коллекции на портале Президентской библиотеки им. Б. Н. Ельцина http://www.prlib.ru/collections

6.5. Перечень программного обеспечения

6.5.1	Операционная система Microsoft Windows, пакет прикладных программ Microsoft Office.
6.5.2	Пакет прикладных программ Microsoft Desktop School, MATLAB, AutoDesk AutoCAD.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Учебные аудитории Университета для проведения индивидуальных консультаций с научным руководителем, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены: комплект специализированной учебной мебели, маркерная (меловая) доска, комплект переносного мультимедийного оборудования - компьютер, проектор, проекционный экран, компьютеры с возможностью выхода в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду.
7.2	Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационную образовательную среду СурГУ: 350, 351 Зал социально-гуманитарной и художественной литературы 442 Зал естественно-научной и технической литературы.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические рекомендации по проведению основных видов учебных занятий

При изучении дисциплины используются следующие основные методы и средства обучения, направленные на повышение качества подготовки аспирантов путем развития у аспирантов творческих способностей и самостоятельности:

- Контекстное обучение – мотивация аспирантов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретными знаниями и его применением.
- Проблемное обучение – стимулирование аспирантов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.
- Обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности аспиранта за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения.
- Индивидуальное обучение – выстраивание аспирантами собственной образовательной траектории на основе формирования индивидуальной программы с учетом интересов аспирантов.

Междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

Лекции являются одним из основных методов обучения по дисциплинам, направленным на подготовку к кандидатскому экзамену, которые должны решать следующие задачи:

- изложить основной материал программы курса;
 - развить у аспирантов потребность к самостоятельной работе над учебником и научной литературой.
- Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Содержание лекций определяется рабочей программой курса. Привлечение графического и табличного материала на лекции позволит более объемно изложить материал.

Целью практических занятий является:

- закрепление теоретического материала, рассмотренного аспирантами самостоятельно;
- проверка уровня понимания аспирантами вопросов, рассмотренных самостоятельно по учебной литературе, степени и качества усвоения материала аспирантами;
- восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса и оказание помощи в его усвоении.

В начале очередного занятия необходимо сформулировать цель, поставить задачи. Аспиранты выполняют задания, а преподаватель контролирует ход их выполнения путем устного опроса, проверки практических заданий.

Методические рекомендации по проведению практических занятий

Целью практических занятий является углубленное изучение теоретических знаний, овладение практическими навыками и выработка у аспирантов самостоятельных практических навыков.

Практические занятия направлены на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;
- формирование умений применять полученные знания на практике;
- реализацию практической деятельности;
- формирование практических умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в профессиональной деятельности;
- пользование измерительными приборами, аппаратурой;
- работу с нормативными документами и инструктивными материалами, справочниками;
- составление технической документации;
- выполнение чертежей и схем;
- решение разного рода практических задач;
- выполнение вычислений;
- определение характеристик различных объектов исследования.

В структуру проведения практического занятия входит:

- организационный момент;
- сообщение темы практического занятия, постановка целей;
- повторение теоретических знаний, необходимых для работы с оборудованием, осуществления эксперимента или другой практической деятельности;
- выдача задания;
- определение алгоритма проведения эксперимента или другой практической деятельности;
- инструктаж по технике безопасности (при необходимости);
- ознакомление со способами фиксации полученных результатов.

Во время самостоятельной работы аспиранты:

- определяют пути решения поставленной задачи;
- вырабатывают последовательность выполнения необходимых действий;
- проводят эксперимент, выполнение поставленной задачи;
- составляют отчет по практическому занятию;
- обобщают и систематизируют полученные результаты.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы аспирантов

Целью самостоятельной работы аспирантов является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Методические рекомендации призваны помочь аспирантам организовать самостоятельную работу при изучении курса: с материалами лекций, практических занятий, литературы по общим и специальным вопросам технических наук.

Задачами самостоятельной работы являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений;

- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;

- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий, на практических и лабораторных занятиях, при написании научно- квалификационной работы, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется аспирантом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы аспиранта без участия преподавателя являются:

- подготовка к практическим занятиям, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по темам занятий;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.

Самостоятельная работа аспирантов осуществляется в следующих формах:

- подготовка к практическим занятиям,
- изучение дополнительной литературы и подготовка ответов на вопросы для самостоятельного изучения.

1) Подготовка к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям аспирантам необходимо ориентироваться на вопросы, вынесенные на обсуждение. На занятиях проводятся опросы, тестирование, разбор конкретных ситуаций, с активным обсуждением вопросов с целью эффективного усвоения материала в рамках предложенной темы, выработки умений и навыков в профессиональной деятельности, а также в области ведения переговоров, дискуссий, обмена информацией, грамотной постановки задач, формулирования проблем, обоснованных предложений по их решению и аргументированных выводов.

2) Изучение рекомендованной литературы при подготовке к практическим занятиям.

В целях эффективного и полноценного проведения таких мероприятий аспиранты должны тщательно подготовиться к вопросам занятия. Положительно оценивается, если аспирант самостоятельно организует поиск необходимой информации с использованием периодических изданий, информационные ресурсы сети интернет и баз данных специальных программных продуктов.

Самостоятельная работа аспирантов должна опираться на сформированные навыки и умения, приобретенные во время прохождения других курсов. Составляющим компонентом его работы должно стать творчество. В связи с этим рекомендуется:

1. Начинать подготовку к занятию со знакомства с опубликованными законодательно-правовыми документами.
2. Обратит внимание на структуру, композицию, язык документа, время и историю его появления.
3. Определить основные идеи, принципы, тезисы, заложенные в документ.
4. Выяснить, какой сюжет, часть изучаемой проблемы позволяет осветить проанализированный источник.
5. Провести работу с неизвестными терминами и понятиями, для чего использовать словари терминов, энциклопедические словари, словари иностранных слов и др.

Затем необходимо ознакомиться с библиографией темы и вопроса, выбрать доступные издания из списка литературы, рекомендованной к лекциям. Рекомендованные списки могут быть дополнены. Поиск можно продолжить, изучив примечания и сноски в имеющихся монографиях, статьях. Работая с литературой по теме, рекомендуется делать выписки текста, содержащего характеристику или комментарий знакомого источника. После чего необходимо вернуться к тексту документа (желательно полному) и провести его анализ в контексте изученной исследовательской литературы.

Возникающие на каждом этапе работы мысли следует записывать. Анализ документа следует сделать составной частью проработки вопросов и выступления аспиранта на занятии. Общее знание проблемы, обсуждаемой на занятии, должно сочетаться с глубоким знанием источников. Следует составить сложный план, схему ответа на каждый вопрос плана занятия.

Методические рекомендации по проведению контрольной работы

- 1) готовясь к контрольной работе аспирант должен выполнить все текущие практические задания;
- 2) во время выполнения контрольной работы, аспирант получает задание, состоящее из нескольких отдельных вопросов, рассчитанное на два часа учебного времени.

Методические рекомендации по подготовке к зачету

На зачете аспирант получает два теоретических вопроса.

Для успешной сдачи зачета аспиранту необходимо выполнить несколько требований:

- 1) регулярно посещать аудиторские занятия по дисциплине; пропуск занятий не допускается без уважительной причины;
- 2) в случае пропуска занятия аспирант должен быть готов ответить на зачете на вопросы преподавателя, взятые из пропущенной темы;
- 3) аспирант должен точно в срок сдавать письменные работы на проверку и к следующему занятию удостовериться, что они зачтены;
- 4) готовясь к очередному занятию по дисциплине, аспирант должен прочитать соответствующие разделы в учебниках, учебных пособиях, монографиях и пр., рекомендованных преподавателем в программе дисциплины, и быть готовым продемонстрировать свои знания; каждое участие аспиранта в обсуждении материала на практических занятиях отмечается преподавателем и учитывается при ответе на зачете.