

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Орский гуманитарно-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Оренбургский государственный университет»
(Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ)

Кафедра электроэнергетики и теплоэнергетики

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для обучающихся по освоению дисциплины

«Б.1.Б.19 Теоретические основы электротехники»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки)

Электроснабжение

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная, заочная

Год начала реализации программы (набора)

2018

г. Орск 2017

Методические указания предназначены для обучающихся очной и заочной форм обучения направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника профиль «Электроснабжение».

Составитель _____  С.С. Кочковская

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры электроэнергетики и теплоэнергетики, протокол № 1 от 14 сентября 2017 г.

И.о. заведующего кафедрой электроэнергетики и теплоэнергетики,
канд. пед. наук, доцент  Е.В. Баширова

© Кочковская С.С., 2017
© Орский гуманитарно-
технологический
институт (филиал)
ОГУ, 2017

Содержание

1. Общие сведения.....	5
2. Задания для внеаудиторной самостоятельной работы.....	5
2.1 Основные положения теории электромагнитного поля и их применение к теории электрических цепей. Методы расчета цепей. Электрические цепи постоянного тока.....	5
2.2 Электрические цепи однофазного синусоидального тока	6
2.3 Периодические несинусоидальные токи в электрических цепях	8
2.4 Трёхфазные цепи	10
2.5 Магнитные цепи	12
2.6 Нелинейные электрические цепи постоянного тока	14
2.7 Переходные процессы в линейных электрических цепях.....	16
2.8 Четырёхполюсники.....	18
2.9 Электрические цепи с распределительными параметрами.....	19
2.10 Электромагнитное поле как вид материи.....	20
2.11 Примерная тематика контрольной работы.....	21
2.12 Примерная тематика курсовой работы.....	22
3. Рекомендуемая литература.....	27
3.1 Основная литература.....	27
3.2 Дополнительная литература.....	27
3.3 Периодические издания.....	27
3.4 Интернет-ресурсы.....	27

Для полного овладения знаниями и умениями обучающемуся необходимо в течение учебного года заниматься внеаудиторной самостоятельной работой. Цель внеаудиторной самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, справочную документацию и специальную литературу;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, совершенствованию и самоорганизации;
- формирование общих и профессиональных компетенций
- развитие исследовательских умений.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. По предмету «Теоретические основы электротехники» используются следующие виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы: подготовка к защите работ и практических занятий.

Перед выполнением обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит инструктаж по выполнению задания, который включает цель задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся используются наблюдение и оценка выполнения практических занятий и лабораторных работ, оценка по результатам тестирования, оценка по результатам устного опроса. Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- сформированность общеучебных умений;
- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- уровень умения активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- уровень умения четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- уровень умения сформулировать собственную позицию и аргументировать ее.
- уровень умения определить, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

2.1 Основные положения теории электромагнитного поля и их применение к теории электрических цепей. Методы расчета цепей. Электрические цепи постоянного тока

При изучении данного раздела необходимо ознакомиться с основными этапами развития электротехники и ее теоретических основ, изучить физическую основу задач электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей, основные уравнения и основанные на них методы расчета: узловых потенциалов, контурных токов, наложения, эквивалентных преобразований, наложения; активного генератора.

Вопросы для самопроверки:

- 1) Напряжение измеряется в следующих единицах: вольт (В).
- 2) При применении метода параллельного преобразования резистивной схемы эквивалентная проводимость равна: алгебраической сумме проводимостей резистивных элементов.
- 3) Электрическая мощность связана с величиной напряжения: прямо пропорциональной зависимостью.
- 4) При методе расчета цепей с помощью законов Кирхгофа действует следующее правило выбора контуров для составления уравнений: каждый последующий контур должен включать в себя хотя бы одну новую ветвь, не охваченную предыдущими уравнениями.
- 5) Какое сходство у идеализированных источников напряжения и тока: способны отдавать в электрическую цепь неограниченную мощность.
- 6) Величина магнитного потока измеряется в следующих единицах: вебер (Вб).
- 7) При наличии полной симметрии между схемами резистивных цепей звезда – треугольник величина сопротивления элемента схемы треугольник: равна двум величинам сопротивления элемента схемы звезда.
- 8) Ток измеряется в следующих единицах: ампер (А).
- 9) Электрическая проводимость обратно пропорциональна: электрическому сопротивлению.
- 10) Электрическое напряжение – это: энергия, расходуемая на перемещение единицы заряда.
- 11) По второму закону Кирхгофа в любом замкнутом контуре электрической цепи: алгебраическая сумма падений напряжений на элементах, входящих в контур, равна алгебраической сумме ЭДС.
- 12) Значение индуктивности прямо пропорционально: потокоцеплению.
- 13) В индуктивном элементе (реактивное сопротивление) происходит: запасание магнитной энергии.
- 14) К источнику электрической энергии относится: аккумулятор.

15) По закону Ома для цепи, не содержащей ЭДС: сила тока прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению.

16) Электрический ток определяется как: произведение электрического заряда и времени.

17) При расчете цепи методом контурных токов применяются: первый и второй законы Кирхгофа.

18) В емкостном элементе (реактивное сопротивление) происходит: запасание электрической энергии.

19) К приемнику электрической энергии относится: электронагреватель.

20) Первый закон Кирхгофа гласит: сумма токов, подходящих к узлу, равна сумме токов, выходящих из узла.

21) Электрическая мощность измеряется в следующих единицах: ватт (Вт).

22) При применении метода последовательного преобразования резистивной схемы эквивалентное сопротивление равно: алгебраической сумме сопротивлений резистивных элементов.

23) В резистивном элементе происходит: необратимое преобразование электромагнитной энергии в тепло или другие виды энергии.

24) Какое из понятий не характеризует геометрию цепи: «элемент».

25) По принципу наложения ток в любой ветви сложной схемы, содержащей несколько источников, равен: алгебраической сумме частичных токов, возникающих в этой ветви от независимого действия каждого источника в отдельности.

Форма отчетности: оформление отчета по практическому занятию, лабораторной работе, устный опрос.

2.2. Электрические цепи однофазного синусоидального тока

При изучении данного раздела необходимо ознакомиться с синусоидальными ЭДС, напряжениями и токами, изображениями синусоидальных функций времени комплексными числами, синусоидальным током в цепи с R, L, и C, треугольниками сопротивлений и проводимостей, законами Ома и Кирхгофа в комплексной форме, активной, реактивной и полной мощностями, треугольником мощностей. Изучить явление резонанс при последовательном и параллельном соединении элементов цепи, а также резонанс в сложных цепях, индуктивно-связанные цепи, взаимную индуктивность, коэффициенты связи, согласованные и встречные включения, расчет сложных электрических цепей с взаимной индукцией, резонанс в индуктивно связанных контурах, трансформатор в линейном режиме.

Вопросы для самопроверки:

1) В цепи синусоидального тока с резистивным элементом: ток и напряжение совпадают по фазе.

2) На практике единицей измерения полной мощности в гармонических

цепях является: вольт-ампер (ВА).

3) Электрические величины гармонических функций нельзя представить: вещественными числами.

4) При последовательном соединении элементов R , L и C при положительных значениях реактивного сопротивления и угла сдвига фаз электрическая цепь в целом носит следующий характер: активно-индуктивный.

5) Если сдвиг фаз между током и напряжением меньше нуля, то: напряжение опережает ток по фазе.

6) Проекция вращающегося вектора гармонической функции на ось ординат в любой момент времени, равна: мгновенному значению функции времени.

7) В цепи синусоидального тока с катушкой индуктивности: ток опережает напряжение на угол 90° .

8) Коэффициент отношения действующего значения синусоидального напряжения к его амплитудному значению составляет: 0.707.

9) Гармоническим электрическим током называется ток, который: изменяется во времени по своему значению и направлению через равные промежутки времени.

10) Какое из свойств не относится к гармоническому току: после многократной трансформации форма сигнала изменяется.

11) Угловая частота синусоидального тока: обратно пропорциональна периоду колебаний.

12) В цепи синусоидального тока с конденсатором: напряжение опережает ток на угол 90° .

13) По первому закону Кирхгофа в комплексной форме: сумма комплексных значений токов, подходящих к узлу, равна сумме комплексных значений токов, выходящих из узла.

14) Наиболее распространенный переменный ток изменяется в соответствии с функцией: синус.

15) По закону Ома в комплексной форме: комплексное значение тока прямо пропорционально комплексному значению напряжения и обратно пропорционально комплексному значению сопротивления.

16) В цепи синусоидального тока с конденсатором C происходит: обратимый процесс обмена энергией между электрическим полем конденсатора и источником.

17) Амплитудные значения гармонического тока: изменяются по синусоидальному закону.

18) Коэффициент отношения среднего значения синусоидального тока к его максимальному значению составляет: 0.637.

19) По второму закону Кирхгофа в комплексной форме в любом замкнутом контуре электрической цепи: алгебраическая сумма комплексных значений напряжений на сопротивлениях контура равна алгебраической сумме комплексных значений ЭДС.

20) Активная мощность активно-реактивной электрической цепи на переменном токе не зависит от: угловой частоты гармонических колебаний.

21) Активная мощность в цепи синусоидального тока с резистивным элементом всегда больше нуля, что означает: в цепи с резистором протекает необратимый процесс преобразования электроэнергии в другие виды энергии

22) При последовательном соединении элементов R , L и C при отрицательных значениях реактивного сопротивления и угла сдвига фаз электрическая цепь в целом носит следующий характер: емкостный.

23) Деление комплексных чисел может выполняться: только в алгебраической форме.

24) К характеристикам гармонического тока не относятся: минимальные значения тока и напряжения.

25) Комплексное число нельзя представить в следующей форме: квадратичной.

Форма отчетности: оформление отчета по практическому занятию, лабораторной работе, устный опрос.

2.3 Периодические несинусоидальные токи в электрических цепях

При изучении данного раздела необходимо рассмотреть особенности расчета линейных цепей с источниками несинусоидальных напряжений и токов.

Вопросы для самопроверки:

1) Какое из значений не характеризует периодическую несинусоидальную величину (например, напряжение)? минимальное значение напряжения U_{min} .

2) Действующее значение несинусоидальной электрической величины равно: корню квадратному из суммы постоянной составляющей и действующих значений всех гармоник и не зависит от начальных фаз гармоник.

3) На диаграмме амплитудно-частотного спектра по оси абсцисс откладываются: значения частот.

4) Коэффициент гармоник, характеризующий форму несинусоидальных кривых, равен отношению: корня квадратного из суммы квадратов действующих значений напряжений высших гармоник сигнала к действующему значению напряжения основной гармоники.

5) Резонансные режимы (токов и напряжений) в электрической цепи с несинусоидальными напряжениями и токами могут возникать: не только на первой гармонике, но и на высших гармониках.

6) Коэффициент амплитуды для синусоидальной функции равен: 1.41.

7) Коэффициент, который не характеризует форму несинусоидальных кривых: коэффициент пульсации.

8) В связи с тем, что тригонометрический ряд Фурье быстро сходится, для инженерных расчетов учитывают только: первую и вторую гармоники ряда.

9) Среднее арифметическое значение несинусоидальной функции равно ее: действующему значению.

10) Резонансным режимом работы сложной электрической цепи несинусоидального тока, содержащей как индуктивные, так и емкостные элементы, называют такой режим, при котором: ток и напряжение на входе цепи совпадают по фазе.

11) Величина реактивной мощности электрической цепи с несинусоидальными напряжениями и токами для k -й гармоники не связана прямо пропорциональной зависимостью с: синусом угла сдвига фаз между действующими значениями напряжения и тока k -й гармоники.

12) Любая периодическая функция, удовлетворяющая условиям Дирихле, представляет собой: сумму нулевой гармоники и высших гармоник.

13) Активная мощность электрической цепи с несинусоидальными напряжениями и токами равна сумме: активных мощностей постоянной и каждой из гармонических составляющих.

14) Напряжение на выходе диодного ограничителя имеет следующую форму: прямоугольную.

15) Коэффициент амплитуды, характеризующий форму несинусоидальных кривых, равен отношению: максимального значения несинусоидального напряжения или тока к его действующему значению.

16) Для цепей с несинусоидальными токами и напряжениями мощность искажения обусловлена наличием в: электрической цепи высших гармоник.

17) Коэффициент формы, характеризующий форму несинусоидальных кривых, равен отношению: действующего значения несинусоидальной функции к его среднему по модулю значению.

18) Коэффициент пульсации, характеризующий форму несинусоидальных кривых, равен отношению: амплитуды первой (основной) гармоники к постоянной составляющей функции.

19) В генераторах линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН) из-за повторяющихся процессов зарядки и разрядки конденсатора на выходе возникает напряжение следующей формы: пилообразной.

20) Реактивная мощность электрической цепи с несинусоидальными напряжениями и токами равна сумме: реактивных мощностей каждой из гармонических составляющих.

21) Полная мощность электрической цепи с несинусоидальными напряжениями и токами: равна сумме активной и реактивной мощностей.

22) Коэффициент искажения, характеризующий форму несинусоидальных кривых, равен отношению: действующего значения первой гармоники к действующему значению несинусоидальной функции.

23) Коэффициент формы для синусоидальной функции равен: 1.11.

24) Величина активной мощности электрической цепи с несинусоидальными напряжениями и токами для k -й гармоники не связана прямо пропорциональной зависимостью с: синусом угла сдвига фаз между действующими значениями напряжения и тока k -ой гармоники.

25) Мощность искажения в цепях с несинусоидальными токами и напряжениями представляет собой: корень квадратный из разности между квадратом полной мощности и суммой квадратов активной и реактивной мощностей.

Форма отчетности: оформление отчета по практическому занятию, лабораторной работе, устный опрос.

Тема 2.4 Трёхфазные цепи

При изучении данного раздела необходимо ознакомиться с многофазными цепями и системами и их классификацией, схемами трёхфазных цепей, фазными и линейными напряжениями и токами, методами расчета трёхфазных цепей в симметричных и несимметричных режимах со статической нагрузкой, аварийными режимами в трёхфазных цепях.

Вопросы для самопроверки:

1) Какое международное обозначение имеет каждая из фаз трёхфазной цепи? А, В, С.

2) Линейным током в трёхфазной сети называется ток, протекающий: в линейных проводах по направлению от генератора к приемнику.

3) Соединение в трёхфазной сети по схеме «треугольник» образуется, когда: концы каждой из фазных обмоток соединяются с началом другой фазы, а точки соединения подключаются линейными проводами с трёхфазным приемником.

4) В трёхфазной системе мгновенные значения напряжения и тока каждой фазы сдвинуты друг относительно друга во времени на величину: $\Delta\omega = 120^\circ$.

5) Величина реактивной мощности симметричной трёхфазной цепи не связана прямо пропорциональной зависимостью: с синусом угла сдвига фаз между линейными напряжением и током.

6) Что не относится к достоинствам трёхфазной симметричной системы? обеспечивает простоту в конструкции и надежность в работе элементов трёхфазной системы.

7) Для оптимального измерения активной мощности симметричной трёхфазной цепи с нулевым проводом используется: схема с одним ваттметром, который включается в одну из фаз и измеряет активную мощность только этой фазы.

8) В симметричной трёхфазной сети по схеме «звезда» векторы линейного и двухфазных напряжений образуют: три равнобедренных треугольника, острые углы которых равны 30° .

9) Общий провод NN' трехфазной симметричной системы обладает следующим свойством: мгновенное значение тока в данном проводе равно нулю в любой момент времени.

10) В трехфазной сети, соединенной по схеме «треугольник», коэффициент отношения линейного тока к фазному току, равен: $\sqrt{3}$.

11) Режим перекоса фазных напряжений в трехфазной системе приемника возникает при включении: несимметричной трехфазной нагрузки по схеме «звезда» без нулевого провода.

12) Величина активной мощности симметричной трехфазной цепи не связана прямо пропорциональной зависимостью: с синусом угла сдвига фаз между линейными напряжением и током.

13) Трехфазная система – это: совокупность трех независимых цепей переменного тока, каждая из которых называется фазой.

14) При соединении трехфазной сети по схеме «треугольник»: номинальное фазное напряжение приемника равно линейному напряжению генератора.

15) При соединении симметричной трехфазной сети по схеме «звезда» линейные токи: равны по значению и совпадают по направлению с фазными токами.

16) Трехфазное соединение по схеме «звезда» применяется в том случае, когда: номинальное напряжение приемника равно фазному напряжению генератора.

17) В соответствии с первым законом Кирхгофа ток в нулевом проводе в трехфазной сети по схеме «звезда» равен: геометрической сумме линейных (фазных) токов.

18) В каком из случаев трехфазное соединение по схеме «звезда» без нулевого провода не может применяться? при подключении к несимметричной трехфазной нагрузке.

19) В симметричной трехфазной сети, соединенной по схеме «звезда», коэффициент отношения линейного напряжения к фазному напряжению равен: $\sqrt{3}$.

20) Линейные напряжения в трехфазной схеме «звезда» определяются как: векторная сумма фазных напряжений.

21) В векторной диаграмме соединения трехфазной сети по схеме «треугольник» углы между векторами линейных напряжений составляют: 120° .

22) Линейные токи при симметричной нагрузке в трехфазной сети по схеме «треугольник» сдвинуты друг относительно друга на: 120° .

23) Трехфазное соединение по схеме «звезда» образуется, если: начала трехфазных обмоток генератора объединены в одну общую нейтральную точку.

24) Какое из условий не выполняется в трехфазной сети по схеме «треугольник»? линейные напряжения равны фазным напряжениям.

25) Нейтральным током в трехфазной сети называется ток, протекающий: в нулевом проводе по направлению от приемника к генератору.

Форма отчетности: оформление отчета по практическому занятию, лабораторной работе, устный опрос.

2.5 Магнитные цепи

При изучении данного раздела необходимо ознакомиться с магнитными свойствами веществ, основными величинами, характеризующими магнитные цепи, законом полного тока, методами расчета магнитных цепей, электромагнитных устройств с постоянными магнитными потоками при неразветвленном и разветвленном сердечнике, основными соотношениями для трансформатора со стальным сердечником, феррорезонансом напряжений.

Вопросы для самопроверки:

1) Трансформатором называется статическое электромагнитное устройство, предназначенное для преобразования: электрической энергии переменного тока одного напряжения в электрическую энергию переменного тока другого напряжения той же частоты.

2) МДС при разбиении магнитной цепи на однородные участки, для которых напряженность $H = const$, а контур интегрирования выбирается вдоль магнитных линий, определяется следующим соотношением: произведение числа витков катушки индуктивности на протекающий по ней ток.

3) У каких магнитных веществ относительная магнитная проницаемость μ немного больше 1: парамагнитных.

4) Выделите один из общепринятых в теории видов магнитных цепей: неразветвленные.

5) В каждый момент времени отношение первичной ЭДС ко вторичной ЭДС, индуцированных изменяющимся магнитным потоком Φ : прямо пропорционально отношению количества витков первичной к количеству витков вторичной обмоток.

6) Закон полного тока в магнитных цепях определяет следующую количественную связь: линейный интеграл от вектора напряженности магнитного поля H вдоль любого произвольного контура равен алгебраической сумме токов, охваченных этим контуром.

7) Какое значение относительной магнитной проницаемости μ имеют магнитные вещества, относящиеся к группе диамагнетиков? немного меньше 1.

8) Каких групп веществ по магнитным свойствам не существует? метамагнитных.

9) Какие вещества способны к намагничиванию и создают малое магнитное сопротивление для магнитного потока? ферромагнитные.

10) Второй закон Кирхгофа для сложных магнитных цепей, имеющих

разветвления и содержащих несколько источников МДС, гласит: алгебраическая сумма падений магнитных напряжений в замкнутом контуре магнитной цепи равна алгебраической сумме МДС.

11) Для последовательной неразветвленной магнитной цепи значение МДС равно: произведению магнитного потока и суммы магнитных сопротивлений на всех участках магнитной цепи.

12) Ферромагнитные материалы не обладают следующим свойством: используются в качестве магнитных изоляторов. МДС, гласит: алгебраическая сумма магнитных потоков в любом узле магнитной цепи равна нулю.

13) Неферромагнитные материалы не обладают следующим свойством: используются в качестве магнитных проводов.

14) Первый закон Кирхгофа для сложных магнитных цепей, имеющих разветвления и содержащих несколько источников

15) Какой из этапов расчета неразветвленной магнитной цепи не относится к этапу прямой задачи: определение величины намагничивающей силы обмотки по заданному значению магнитного потока Φ (или индукции B в заданном сечении): построение магнитной характеристики $F=f(\Phi)$ методом последовательных приближений.

16) По закону Ома для магнитной цепи, падение магнитного напряжения U_M : прямо пропорционально значению магнитного потока и магнитному сопротивлению участка магнитной цепи.

17) Какое утверждение не относится к магнитной цепи? относится к классу линейных цепей.

18) Магнитная проводимость участка магнитной цепи: прямо пропорциональна величине магнитного потока.

19) Какое из свойств не относится к свойствам напряженности магнитного поля H ? измеряется в теслах (T).

20) Какие элементы не входят в состав магнитной цепи? электродвижущая сила (ЭДС).

21) КПД трансформатора максимален при условии: постоянные потери трансформатора равны переменным потерям трансформатора, т.е. потери в стали сердечника равны потерям в проводниках обмоток.

22) Одна из основных векторных величин, характеризующих магнитное поле, – магнитная индукция B , равна: произведению напряженности магнитного поля H и относительной магнитной проницаемости μ .

23) Трансформатор не может выполнять следующую функцию: изменения частоты входного напряжения.

24) КПД трансформатора определяется как: отношение выходной мощности к входной мощности.

25) Одна из основных векторных величин, характеризующих магнитное поле, – напряженность магнитного поля H , равна: отношению магнитной индукции B к произведению относительной магнитной

проницаемости μ и постоянной μ_0 , характеризующей магнитные свойства вакуума.

26) Какое из свойств не относится к свойствам магнитного сопротивления участка магнитной цепи? обратно пропорционально величине магнитного потока.

Форма отчетности: оформление отчёта по практическому занятию, лабораторной работе, устный опрос.

2.6 Нелинейные электрические цепи постоянного тока

При изучении данного раздела необходимо ознакомиться с понятиями об элементах и свойствах нелинейных цепей, классификацией нелинейных элементов, графическими, графоаналитическими и численными методами расчета при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов.

Вопросы для самопроверки:

1) Что из нижеперечисленного относится к особенностям элементов нелинейных цепей? параметры элементов зависят от тока, напряжения и температуры.

2) Дифференциальным или динамическим сопротивлением $R_{диф}$ нелинейного элемента в заданной точке его характеристики называют: производную от напряжения по току.

3) Последовательное соединение нелинейных элементов заменяется одним эквивалентным, ВАХ которого строится путем: суммирования значений напряжений на нелинейных элементах в соответствии со вторым законом Кирхгофа, задаваясь значениями тока.

4) К классу безинерционных нелинейных элементов относится: стабилитрон.

5) Каким из способов не могут быть заданы физические характеристики нелинейных элементов? векторной диаграммой функции.

6) Какие процессы не относятся к нелинейным процессам? скачкообразные изменения режимов работы электрической цепи.

7) Какой элемент относится к нелинейным элементам с несимметричной вольт-амперной характеристикой? варикап.

8) ВАХ, обусловленную тепловыми процессами, имеют следующие нелинейные элементы: инерционные элементы.

9) Аппроксимация ВАХ нелинейных элементов является аппроксимацией сплайнами в случае, если: ВАХ аппроксимируется полностью одним нелинейным уравнением.

10) Статическим сопротивлением $R_{СТ}$ нелинейного элемента в заданной точке его характеристики называют: отношение напряжения на нелинейном элементе к проходящему через нелинейный элемент току

11) Какое из утверждений не относится к динамическому сопротивлению $R_{диф}$ нелинейного элемента, определенному в заданной точке? прямо пропорционально тангенсу угла α , образованного прямой, соединяющей заданную точку с началом координат, и осью токов.

12) К нелинейным процессам не относится: трансформация постоянного тока и напряжения.

13) Кусочно-линейная аппроксимация ВАХ нелинейных элементов применяется в случае, если: отдельные участки ВАХ аппроксимируются отрезками прямой.

14) Если последовательно с нелинейным элементом включить источник постоянной ЭДС с отрицательным значением, то ВАХ всей цепи получится путем смещения характеристики нелинейного элемента: влево относительно оси ординат.

15) Что из нижеперечисленного не относится к управляемым НЭ? представляют собой, как правило, двухполюсные элементы, которые имеют характеристику в виде одной кривой.

16) Для описания электрических цепей нелинейных элементов не используется следующая характеристика: кулон-амперная.

17) Вольт-амперную характеристику, которая обусловлена процессами, отличными от тепловых процессов, имеют следующие нелинейные элементы: безынерционные элементы.

18) Какой элемент относится к нелинейным элементам с симметричной вольт-амперной характеристикой? лампа накаливания.

19) Какое из утверждений относится к статическому сопротивлению $R_{ст}$ нелинейного элемента, определенному в заданной точке? прямо пропорционально тангенсу угла α , образованного прямой, соединяющей заданную точку с началом координат, и осью токов.

20) Какие функции выполняет нелинейный элемент бареттер? обеспечивает стабилизацию тока при колебаниях значений напряжения на его зажимах.

21) К классу неуправляемых нелинейных элементов относится: терморезистор.

22) К классу управляемых нелинейных элементов относится: операционный усилитель.

23) К классу инерционных нелинейных элементов относится: бареттер.

24) Сущность графического метода состоит в том, что решение нелинейных уравнений, составленных для схемы по законам Кирхгофа, выполняется путем: графического сложения соответствующих ВАХ нелинейных элементов.

25) Параллельное соединение нелинейных элементов заменяется одним эквивалентным, ВАХ которого строится путем: суммирования значений токов, протекающих через нелинейные элементы в соответствии с первым законом Кирхгофа, задаваясь значениями тока.

26) Для чего не используются приборы с несимметричной вольт-амперной характеристикой? для формирования вольт-амперной характеристики, не зависящей от направления токов в элементах или полярности напряжения на зажимах элементов.

Форма отчетности: оформление отчёта по практическому занятию, лабораторной работе, устный опрос.

2.7 Переходные процессы в линейных электрических цепях

При изучении данного раздела необходимо ознакомиться с понятиями о переходном процессе в линейной электрической цепи, законами коммутации, классическим методом расчета, способами составления характеристических уравнений, операторным методом расчета, законами Ома и Кирхгофа в операторной форме, эквивалентными операторными схемами, теоремой разложения.

Вопросы для самопроверки:

1) Индуктивность подобна разрыву электрической цепи в месте ее включения в момент коммутации, если ток в индуктивности в момент коммутации: имеет нулевое значение.

2) Какому из оригиналов функции $f(t)$ соответствует изображение функции $F(p)$: $pp_2 + \omega_2 pp_2 + \omega_2 \sin \omega t$

3) По закону Ома в операторной форме для участка цепи, содержащего ЭДС, при ненулевых начальных условиях операторное изображение тока: прямо пропорционально операторному значению суммы всех источников ЭДС ветви и обратно пропорционально операторному сопротивлению всей схемы.

4) По первому закону коммутации в любой электрической ветви ток (магнитный поток), протекающий через индуктивность, в момент коммутации сохраняет значение, которое было непосредственно перед коммутацией.

5) Классическим методом расчета переходных процессов называют: определение закона изменения токов и напряжений с помощью интегрирования дифференциальных уравнений.

6) По законам коммутации переходные процессы отсутствуют в цепях, содержащих следующие элементы: только активные сопротивления.

7) Какой из этапов не относится к основным этапам расчета переходного процесса классическим методом? составление характеристического уравнения и определение его корней.

8) В схеме имеют место нулевые начальные условия, если к началу переходного процесса непосредственно перед коммутацией: все токи и все напряжения на пассивных элементах схемы равны нулю.

9) В линейных электрических цепях свободная составляющая токов (напряжений) изменяется во времени следующим образом: затухает по показательному закону.

10) Первый закон Кирхгофа в операторной форме гласит: алгебраическая сумма операторных изображений токов, сходящихся в любом узле схемы, равна нулю.

11) Следующий процесс не относится к переходному процессу: реконфигурация цепи.

12) Через какой промежуток времени t , кратный постоянной времени τ , переходный процесс считается практически законченным?
 $t = (4 \div 5) \cdot \tau = (4 \div 5) \cdot \tau$.

13) Для описания переходных процессов используется неоднородное линейное дифференциальное уравнение с постоянными коэффициентами n -го порядка, где n - число: последовательно включенных реактивных элементов.

14) По второму закону коммутации в любой электрической ветви напряжение (заряд) на емкости: в момент коммутации сохраняет значение, которое было непосредственно перед коммутацией.

15) Второй закон Кирхгофа в операторной форме гласит: алгебраическая сумма падений операторных изображений напряжений на элементах, входящих в контур, равна алгебраической сумме операторных изображений ЭДС, включая внутренние источники.

16) К независимым (докоммутационным) начальным условиям не относится следующее утверждение: значения токов в катушках индуктивности и напряжения на конденсаторах: не зависят от вида коммутации.

17) Полный ток электрической цепи складывается из: суммы принужденной и свободной составляющей токов.

18) На первом этапе расчета переходных процессов операторным методом система дифференциальных уравнений, составленная по законам Кирхгофа для оригиналов функций, преобразуется в: систему дифференциальных уравнений для операторных изображений этих функций.

19) Емкость может быть закорочена в момент коммутации, если напряжение на емкости в момент коммутации: имеет нулевое значение.

20) Если подстановка корней в формулу разложения дает постоянную величину, которая соответствует установившейся составляющей искомой функции, то уравнение $M(p) = 0$ имеет: один корень, равный нулю: $p_1 = 0$.

21) В линейных электрических цепях принужденная составляющая токов (напряжений) изменяется во времени следующим образом: изменяется с частотой, равной частоте действующей в схеме принуждающей ЭДС.

22) Физический смысл постоянной времени τ : это время, в течение которого свободная составляющая, затухая, уменьшается в e раз по сравнению со своим предыдущим значением.

23) Если подстановка корней в формулу разложения в сумме дает синусоидальную функцию с затухающей амплитудой, то уравнение $M(p) = 0$ имеет: два комплексно сопряженных корня: $p_1 = b + j\omega$, $p_2 = b - j\omega$.

24) Ток, который в действительности протекает по той или иной ветви цепи при переходном процессе и отображается на осциллограмме, называется: полным.

Форма отчетности: оформление отчёта по практическому занятию, лабораторной работе, устный опрос.

2.8 Четырехполюсники

При изучении данного раздела необходимо ознакомиться с понятиями четырехполюсник и его основные уравнения, коэффициентов четырехполюсника, схемами замещения, параметрами схем замещения и их связью с коэффициентами четырехполюсника.

Вопросы для самопроверки:

1) Входное сопротивление четырехполюсника Z_{IK} для А-формы записи в режиме короткого замыкания при питании со стороны первичных выводов прямо пропорционально: В и обратно пропорционально D.

2) Какое из соотношений относится к Т-образной схеме замещения пассивного четырехполюсника? $C = Y_1 + Y_2 + Y_1 \cdot Y_2 \cdot Z_0$.

3) Уравнение связи между коэффициентами: $A \cdot D - B \cdot C = 1$ - четырехполюсника А-формы записи показывает, что: независимыми являются только три из четырех коэффициентов четырехполюсника.

4) М-фильтрами называются электрические фильтры, в которых: произведение продольного сопротивления на соответствующее поперечное сопротивление есть величина переменная, зависящая от частоты.

5) Что не содержит внутри себя активный четырехполюсник? комбинацию R, L, C элементов без источников энергии.

6) К-фильтрами называются электрические фильтры, в которых: произведение продольного сопротивления на соответствующее поперечное сопротивление есть величина постоянная, не зависящая от частоты.

7) Границы полосы пропускания сигнала (ω_1 , ω_2) определяются по частотам, на которых коэффициент передачи напряжения фильтра $K(\omega)$: увеличивается в 0,7 раза.

8) Для симметричного четырехполюсника для П-образной схемы должно выполняться следующее равенство: $Z_1 = Z_2$.

9) Что не содержит внутри себя пассивный четырехполюсник? набор резистивных элементов и источник тока.

10) Какие функции выполняют полосовые фильтры? фильтры пропускают сигналы в диапазоне частот от $\omega_1 = 0$ до ω_2 и подавляют остальные сигналы.

11) Для уравнения какой формы записи четырехполюсника ток I_2 имеет противоположное направление аналогичному току I_2 уравнения Z-формы записи? Y.

12) В симметричном четырехполюснике A-форма записи принимается, что: $A = D$ и соответственно: $A_2 - B \cdot C = I$.

13) Четырехполюсник – часть электрической цепи или схемы, которая содержит: два входных вывода для подключения источника электроэнергии и два выходных вывода для подключения нагрузки.

14) В четырехполюснике B-форма записи при входном воздействии (U_2, I_2) наблюдается отклик системы: U_1, I_1 .

15) Выходное сопротивление четырехполюсника Z_{2K} для B-формы записи в режиме короткого замыкания при питании со стороны вторичных выводов прямо пропорционально: B и обратно пропорционально A.

16) Какое условие не выполняется в полосе прозрачности фильтра? все гармоники сигнала должны иметь время запаздывания, пропорциональное их номеру гармоники.

17) Какие функции выполняют режекторные фильтры? фильтры пропускают сигналы в диапазоне частот от 0 до ω_1 и от ω_2 до ∞ , и подавляют сигналы в диапазоне частот от ω_2 до ω_2 .

18) Коэффициент затухания четырехполюсника в теории измеряется в: неперах (H_n).

19) Выходное сопротивление четырехполюсника Z_{2X} для B-формы записи в режиме холостого хода при питании со стороны вторичных выводов прямо пропорционально: D и обратно пропорционально C.

20) Какое из соотношений относится к П-образной схеме замещения пассивного четырехполюсника? $A = I + Z_1 \cdot Y_0$.

21) Из уравнения связи между коэффициентами: $A \cdot D - B \cdot C = I$ - четырехполюсника A-форма записи следует, что его T- или П-образная простейшие схемы замещения содержат: три независимых элемента с однозначной зависимостью между коэффициентами A, B, C, D и сопротивлениями схемы.

22) К передаточным функциям, которые являются одними из важных характеристик четырехполюсника, не относится: передаточная емкость.

23) В четырехполюснике H-форма записи при входном воздействии (U_1, I_2) наблюдается отклик системы: U_2, I_1 .

24) Для симметричного четырехполюсника для T-образной схемы должно выполняться следующее равенство: $Z_1 = Z_2$.

25) Входное сопротивление четырехполюсника Z_{1X} для A-формы записи в режиме холостого хода при питании со стороны первичных выводов прямо пропорционально: A и обратно пропорционально C.

Форма отчетности: оформление отчёта по практическому занятию, устный опрос.

2.9 Электрические цепи с распределительными параметрами

При изучении данного раздела необходимо ознакомиться с уравнениями линии с распределенными параметрами, однородной линии при установившемся синусоидальном режиме, бегущими волнами в линии, параметрами волн, линиями без искажений, линиями без потерь, согласованным режимом работы линии, переходными процессами в цепях с распределенными параметрами.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие параметры линии называются продольными?
2. Каков физический смысл коэффициента затухания и коэффициента фазы?
3. В каких единицах измеряется коэффициент фазы?
4. Запишите уравнения однородной двухпроводной линии.
5. Что собой представляет неискажающая линия?
6. Какова скорость распространения волн в кабельных и воздушных средах?
7. Какую линию можно считать линией без потерь?
8. В каких случаях в линии возникают стоячие волны напряжения и тока?
9. В каких пределах изменяется сопротивление разомкнутой на конце линии при изменении частоты напряжения на входе? Почему разомкнутая на конце линия при включении потребляет ток от источника?
10. За счет чего токи и напряжения вдоль линии с распределенными параметрами неодинаковы для одного и того же момента времени?
11. Каков физический смысл постоянной распространения γ и волнового сопротивления Z_g ?
12. Из каких условий определяют постоянные \dot{A}_1 и \dot{A}_2 ?
13. Как показать, что сигнал, проходя по линии без искажений, не изменяет своей формы?
14. Почему стремятся нагрузку брать согласованной с Z_g ?
15. В чем различие между бегущей и стоячей волнами в физическом и математическом отношении?
16. Какую волну называют смешанной?
17. В каком смысле можно говорить об эквивалентной замене линии четырехполюсником?
18. Каково назначение четвертьволнового трансформатора?
19. В каких пределах изменяется сопротивление разомкнутой на конце?

Форма отчетности: оформление отчёта по практическому занятию, лабораторной работе, устный опрос.

2.10 Электромагнитное поле как вид материи

При изучении данного раздела необходимо ознакомиться с составными частями электромагнитного поля: электрическое и магнитное поля, основным дифференциальными физическими величинами, характеризующими электромагнитное поле, основными величинами, характеризующими электростатическое поле.

Вопросы для самопроверки:

1. Какова скорость распространения электромагнитной волны в диэлектрике?
2. Какова скорость распространения электромагнитной волны в проводящей среде?
3. Какой угол в пространстве составляют векторы E и H падающей волны и на какой угол смещены во времени их мгновенные значения?
4. От чего зависит волновое сопротивление в диэлектрике?
5. Во сколько раз модуль вектора H падающей волны на поверхности больше, чем модуль вектора H на глубине проникновения. В чем заключается магнитный поверхностный эффект?
6. Сформулируйте понятие электрического поверхностного эффекта.
7. Каково соотношение активных сопротивлений с учетом и без учета поверхностного эффекта?
8. В чем различие между магнитным и электрическим поверхностными эффектами?
9. Объясните физическую сущность поверхностного эффекта?
10. В чем заключается эффект близости?
11. Какой экран лучше экранирует в переменном поле – медный или алюминиевый (при прочих равных условиях)?
12. На чем основан эффект экранирования в переменном электромагнитном поле?
13. Сравните принципы экранирования в электростатическом и электромагнитном полях.

Форма отчетности: конспект материала, устный опрос.

2.11 Примерная тематика контрольной работы

Дана электрическая цепь, схема которой представлена на рис. 1. Исходные данные задаются преподавателем (количество вариантов 10).

Определить токи в ветвях схемы в переходном процессе.

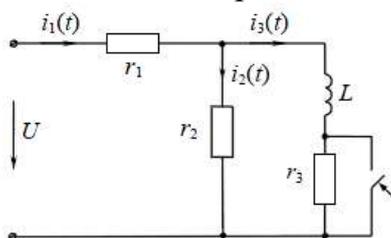


Рисунок 1

Дана цепь (рис. 2). Исходные данные задаются преподавателем (количество вариантов 10).

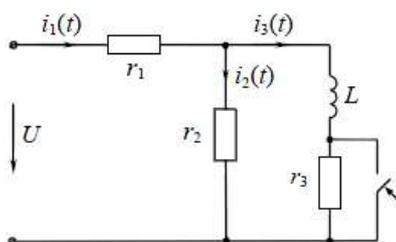


Рисунок 2

Определить токи в ветвях и напряжения на элементах цепи операторным методом, построить графики их изменений $i(t)$ и $u(t)$.

2.12 Примерная тематика курсовой работы

1. Разветвленная магнитная цепь (рис. 1-60) состоит из ферромагнитного сердечника с воздушным зазором и двух катушек. Сердечник изготовлен из листовой стали, кривая намагничивания которой приведена в табл. 1. Размеры l_1, l_2, l_3 сердечника, числа витков катушек w_1 и w_2 , а также токи I_1 и I_2 в катушках даны в табл. 2. Сечения S всех участков цепи одинаковы и равны 15 см^2 , длина воздушного зазора во всех случаях равна $l_0 = 0,2 \text{ см}$.

Таблица 1

В. Тл	H, А/м (по вариантам)					
	1,7,13,19,25, 31,37,43,49	2,8,14,20,26, 32,38,44,50	3,9,15,21,27, 33,39,45,51	4,10,16,22,28, 34,40,46,52	5,11,17,23,29, 35,41,47,53	6,12,18,24,30, 36,42,48,54
0	0	0	0	0	0	0
0,5	200	100	150	100	100	100
0,6	230	200	230	200	150	150
0,7	300	300	300	250	200	150
0,8	400	400	-	300	250	200
0,9	500	500	500	400	300	200
1,0	670	600	-	450	400	250
1,1	900	700	900	500	550	350
1,2	1200	900	-	550	800	550
1,3	1600	1150	1600	600	1300	900
1,4	2250	1500	-	700	2000	1500
1,5	3200	2000	3200	900	3300	2300
1,6	4700	2650	-	1100	7500	4500
1,7	8000	4000	8000	1350	15000	10000
1,75	-	-	-	-	-	15000
1,8	13000	9000	13000	1800	-	-
1,85	-	15000	-	-	-	-
1,9	-	-	-	2500	-	-
2,0	-	-	-	3600	-	-
2,1	-	-	-	15000	-	-

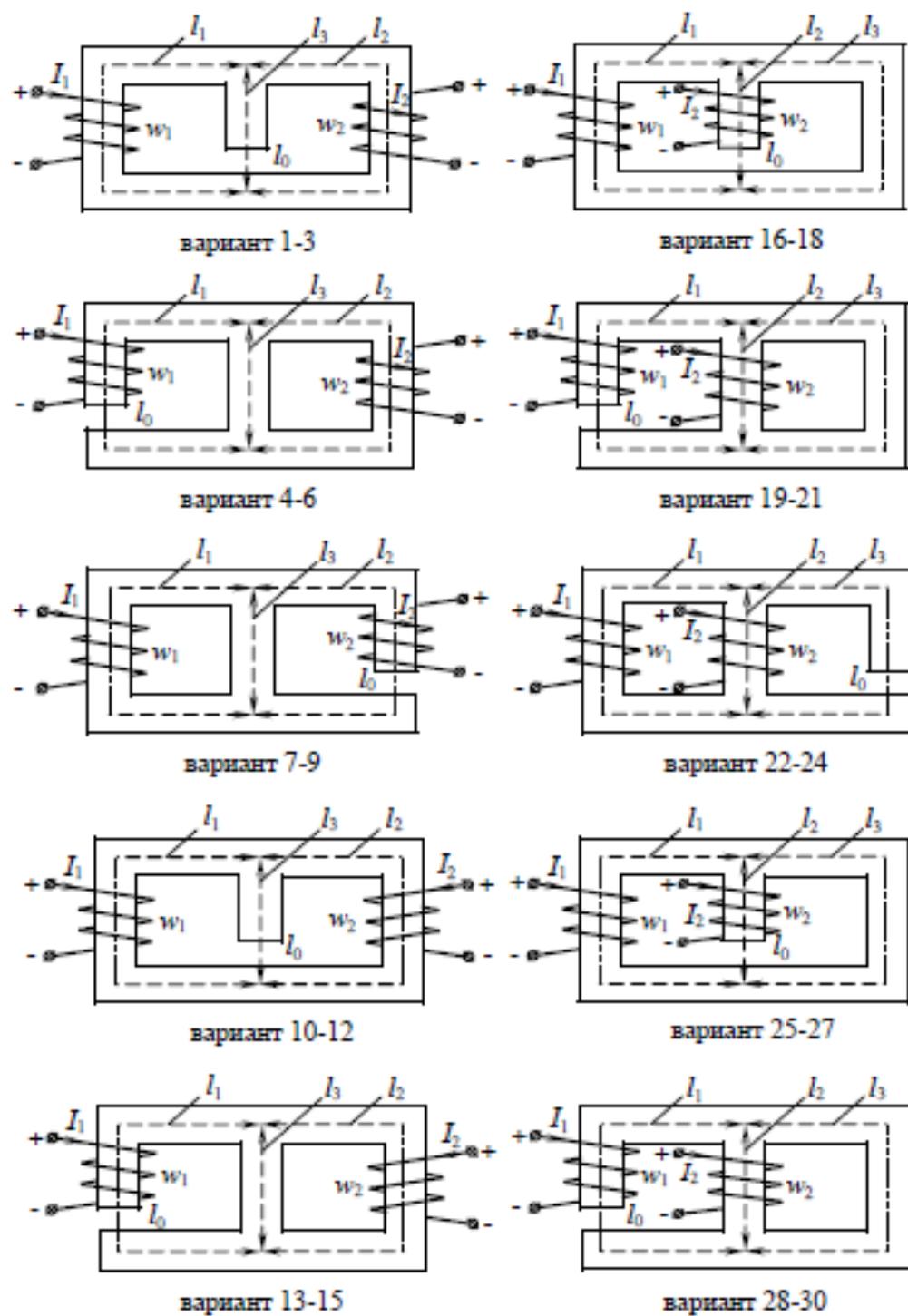


Рис.1

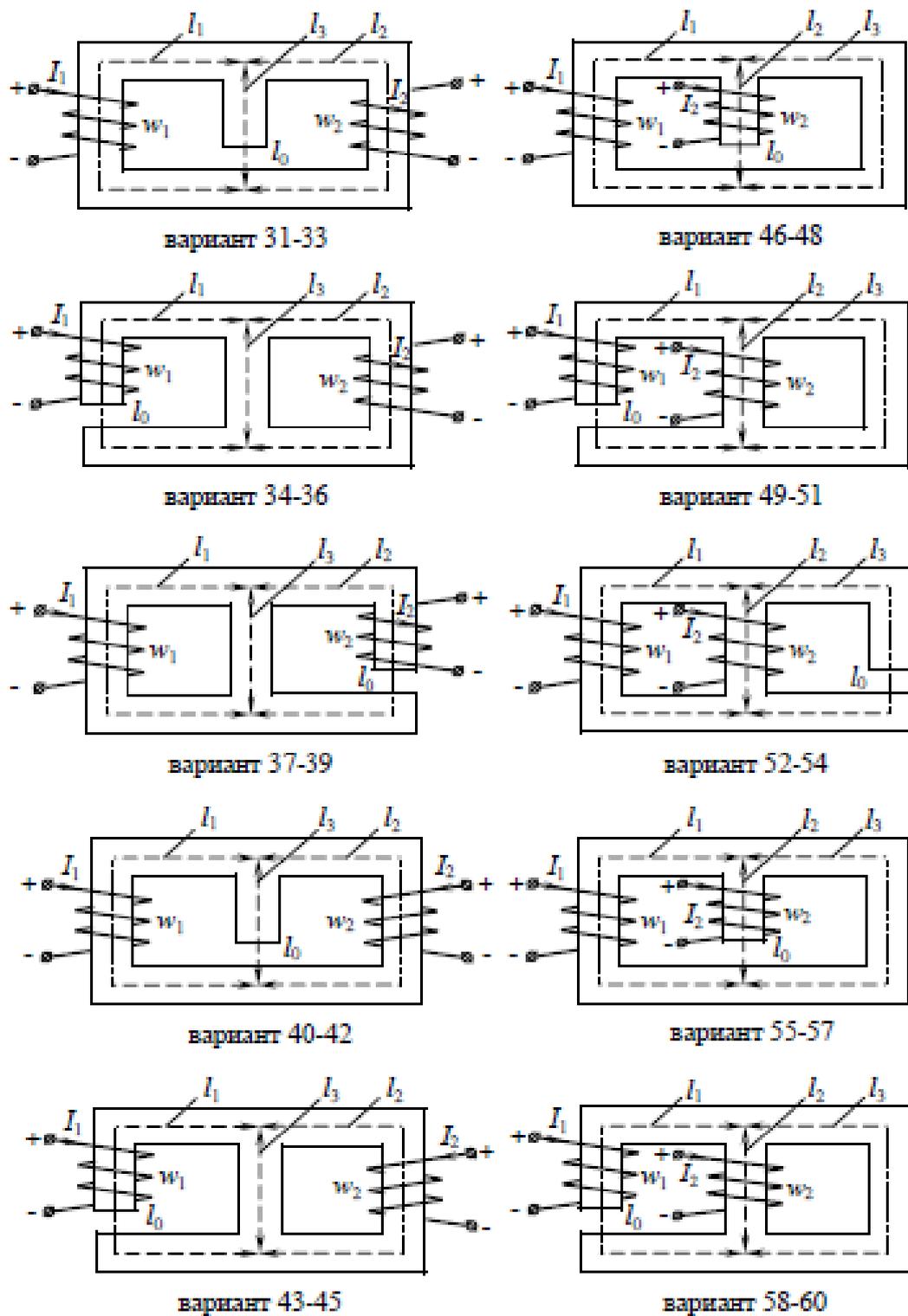


Рис.1

Таблица 2

Вариант	Токи		Число витков		Длина участков		
	I_1 , А	I_2 , А	w_1	w_2	l_1 , см	l_2 , см	l_3 , см
1	12	8	200	200	35	35	16
2	10	10	250	180	40	40	15
3	11	5	240	360	37	37	16
4	12	8	200	200	35	35	16
5	10	10	250	180	40	40	15
6	11	5	240	360	37	37	15
7	12	8	200	200	35	35	16
8	10	10	250	180	40	40	15
9	11	5	240	360	37	37	16
10	4	10	50	400	40	40	14
11	3	15	40	280	40	40	13
12	5	18	40	220	42	42	15
13	4	10	50	400	40	40	14
14	3	15	40	280	40	40	13
15	5	18	40	220	42	42	15
16	4	10	50	400	40	40	14
17	3	15	40	280	40	40	13
18	5	18	40	220	42	42	15
19	10	7	360	240	30	30	10
20	12	5	330	400	30	30	10
21	12	4	300	500	35	35	12
22	10	7	360	240	30	30	10
23	12	7	300	400	35	35	12
24	12	4	300	500	35	35	10
25	10	7	360	240	30	30	10
26	10	6	330	400	30	30	10
27	12	4	300	500	35	35	12
28	4	7	25	50	100	100	30
29	5	5	20	700	90	90	35
30	2	12	50	300	110	110	40
31	4	7	25	500	100	100	30
32	5	5	20	700	90	90	35
33	2	12	30	300	110	110	40
34	4	7	25	500	100	100	30
35	5	5	20	700	90	90	35
36	2	12	50	300	110	110	40
37	12	8	200	200	35	35	16
38	10	10	250	180	40	40	15
39	11	5	240	360	37	37	16
40	4	10	50	400	40	40	14
41	3	15	40	280	40	40	13
42	5	18	40	220	42	42	15
43	4	10	50	400	40	40	14
44	3	15	40	280	40	40	13
45	5	18	40	220	42	42	15
46	4	10	50	400	40	40	14
47	3	15	40	280	40	40	13
48	5	18	40	220	42	42	15
49	10	7	360	240	30	30	10
50	12	5	330	400	30	30	10

Вариант	Токи		Число витков		Длина участков			Вариант	Токи		Число витков		Длина участков		
	I_1 , А	I_2 , А	w_1	w_2	l_1 , см	l_2 , см	l_3 , см		I_1 , А	I_2 , А	w_1	w_2	l_1 , см	l_2 , см	l_3 , см
51	11	5	240	360	37	37	16	56	11	5	240	360	37	37	15
52	12	8	200	200	35	35	16	57	12	8	200	200	35	35	16
53	10	10	250	180	40	40	15	58	10	10	250	180	40	40	15
54	11	5	240	360	37	37	15	59	11	5	240	360	37	37	16
55	12	8	200	200	35	35	16	60	4	10	50	400	40	40	14

Требуется:

- 1) определить магнитные потоки Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 в сердечнике без учета потоков рассеивания;
- 2) определить магнитную индукцию B_0 в воздушном зазоре;
- 3) определить магнитные сопротивления R_M участков цепи;
- 4) определить индуктивности L_1 и L_2 катушек.

2. Цель и задачи работы: «Исследование трехфазной несинусоидальной цепи». Исходные данные и схема задаются преподавателем (количество вариантов 60). Определить линейные токи, напряжения на фазах потребителя, напряжение смещения нейтрали, ток нулевого провода, показания всех приборов, а также активные мощности отдельных фаз и все системы для двух режимов: а) нулевой провод отключен; б) нулевой провод включен.

3. Цель и задачи работы: «Исследование трехфазной несинусоидальной цепи». Исходные данные и схема задаются преподавателем (количество вариантов 60). Требуется определить токи, мгновенное и действующее значения напряжения, активную и полную мощности трёхфазной цепи.

3 Рекомендуемая литература

3.1.1 Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: учебник для вузов. – 11-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2014 г. – 317 с. – (Бакалавр. Углубленный курс)

3.2 Дополнительная литература

3.2.1 Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: учебник для вузов. – 11-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2013 г. – 317 с. – (Бакалавр. Углубленный курс)

3.3 Периодические издания

1. «Электричество».
2. «Электротехника».
3. «Электротехника» - реферативный журнал
4. «Новости электротехники».

3.4 Интернет-ресурсы

3.4.1. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Библиотека Гумер – <https://www.gumer.info/> Доступ свободный.
2. Научная библиотека - <http://niv.ru/> Доступ свободный
3. eLIBRARY.RU – www.elibrary.ru Доступ свободный. Необходима индивидуальная регистрация в локальной сети вуза.
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/> Доступ свободный
5. Infolio - Университетская электронная библиотека – <http://www.infoliolib.info/>

3.4.2. Тематические профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Бесплатная электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru>
2. Электронная электротехническая библиотека – <http://www.electrolibrary.info>
3. Онлайн электрик: сервис для энергетиков / электроснабжение, электрофикация – <https://online-electric.ru>
4. Образовательный сайт по электротехнике, имеется раздел по электроснабжению <http://electricalschool.info>

3.4.3. Электронные библиотечные системы

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» – <http://www.biblioclub.ru/> После регистрации доступ возможен из любой точки сети Интернет.

2. ЭБС «Лань» – <http://e.lanbook.com/> После регистрации доступ возможен из любой точки сети Интернет.

3.4.4. Дополнительные Интернет-ресурсы

1. Информационный интернет ресурс посвященный теме электричества, электрической энергии, электротехнике <http://www.electrikpro.ru>

2. Расширенная интернет версия отраслевого информационно-справочного журнала «Новости электротехники». <http://www.news.elteh.ru>