

Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ
ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
по учебной дисциплине
«ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»**

для студентов специальности

15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств
(по отраслям) базовой подготовки

Челябинск, 2019

Составлены в соответствии с
программой учебной
дисциплины
«Электротехника»

ОДОБРЕНА
Предметной (цикловой)
комиссией
протокол №____
«__»_____2019 г.
Председатель ПЦК
_____В.В. Лыкова

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
по НМР
_____Т.Ю. Крашакова
«__»_____2019 г.

Составитель: Лыкова В.В., преподаватель ЮУрГТК

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, при этом носящая сугубо индивидуальный характер.

Целью самостоятельной работы студентов является:

- систематизация, закрепление, углубление и расширение полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- овладение практическими навыками работы с нормативной и справочной литературой;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности профессионального мышления: способности к профессиональному саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- овладение практическими навыками применения информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности;
- развитие исследовательских умений.

Для организации самостоятельной работы необходимы следующие условия:

- готовность студентов к самостоятельному труду;
- мотивация получения знаний;
- наличие и доступность всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- система регулярного контроля качества выполненной самостоятельной работы;
- консультационная помощь преподавателя.

Формы самостоятельной работы студентов определяются содержанием учебной дисциплины, степенью подготовленности студентов.

Эта работа включает в себя, в том числе:

- работу с различными источниками информации (в т.ч. с нормативно-справочной литературой и Интернет-ресурсами), подготовка рефератов, презентаций и сообщений;
- подготовку к лабораторным работам;
- выполнение индивидуальных расчетных заданий:
- анализ электрических цепей
- подготовку к контролю знаний;
- подготовку к семинарам.

В результате выполнения внеаудиторных самостоятельных работ по учебной дисциплине «Электротехника» обучающийся должен

знать:

- физические процессы в электрических цепях;
- методы расчета электрических цепей;
- методы преобразования электрической энергии

уметь:

- рассчитывать параметры и элементы электрических и электронных устройств;
- собирать электрические схемы и проверять их работу;
- измерять параметры электрических цепей.

Общий объём времени, отведённого на самостоятельную работу составляет 88 часов.

Отчеты по внеаудиторной самостоятельной работе выполняются в тетрадях формата А5.

Критерии оценивания:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся за работу, выполненную безошибочно, в полном объеме с учетом рациональности выбранных решений;

- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в полном объеме с недочетами;
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в не полном объеме (не менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы);
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в не полном объеме (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы).

Тематический план

№ темы	Название темы	Виды самостоятельных работ	Объем часов на с/р
Тема 1.1.	Электростатическое поле.	Выполнение расчета параметров электрического поля одиночного электрического заряда	1
		Подготовка к контролю знаний	1
Тема 1.2	Расчет электростатических полей.	Выполнение расчета электрического поля заряженного шара.	1
		Выполнение расчета пробивного напряжения.	1
		Выполнение расчета емкости одножильного кабеля.	1
Тема 1.3	Электрическая ёмкость и соединения конденсаторов.	Расчет электрических цепей при последовательном, параллельном и смешанном соединении конденсаторов.	2
		Поиск информации по видам конденсаторов в Интернете.	1
Тема 2.1	Электрическая цепь и ее элементы.	Расчет сопротивлений.	1
		Поиск информации по видам резисторов в Интернете.	1
Тема 2.2	Законы электрических цепей	Подготовка к контролю знаний.	1
		Построение потенциальной диаграммы.	1
		Подготовка к лабораторной работе №1 «Проверка закона Ома и формул мощности».	1
		Подготовка к лабораторной работе №2 «Анализ параметров электрической цепи при последовательном и параллельном соединении сопротивлений».	1
		Подготовка к лабораторной работе №3 «Построение и анализ потенциальных диаграмм».	1
Тема 2.3	Расчет электрических цепей постоянного тока.	Анализ сложной электрической цепи методом эквивалентных преобразований.	1
		Анализ сложной электрической цепи методом узловых и контурных уравнений.	1
		Анализ сложной электрической цепи методом наложения токов	1
		Анализ сложной электрической цепи методом контурных токов.	0,5
		Анализ сложной электрической цепи методом эквивалентного генератора.	0,5
		Анализ электрической цепи методом узловых потенциалов	1
		Подготовка к лабораторной работе №4 «Определение токов	0,5

		ветвей путем измерения и расчета частичных токов»	
		Подготовка к лабораторной работе №5 «Определение параметров эквивалентного генератора».	0,5
		Подготовка к контрольной работе по теме «Электрические цепи постоянного тока»	1
Тема 2.4	Нелинейные электрические цепи постоянного тока.	Выполнение графоаналитического расчета нелинейных цепей.	2
Тема 3.1	Характеристики магнитного поля	Подготовка к тестированию.	1
Тема 3.2	Расчет магнитных полей.	Подготовка к техническому диктанту	1
Тема 3.3	Интегральные характеристики магнитного поля.	Решение задач по расчету электромагнитных сил	1
		Решение задач по расчету индуктивностей;	1
Тема 3.4	Электромагнитная индукция.	Решение задач расчету ЭДС индукции	1
		Решение задач расчету ЭДС взаимной индукции	1
		Решение задач расчету ЭДС самоиндукции	1
Тема 3.5	Магнитные цепи.	Поиск информации в Интернете по взаимным преобразованиям электрической и магнитной энергий в генераторах и двигателях, представление	1
		Подготовка к лабораторной работе №6 «Исследование разветвленной магнитной цепи».	1
Тема 4.1	Переменный синусоидальный ток.	Выполнение расчетов параметров синусоидальных величин	1
Тема 4.2	Расчет линейных электрических цепей переменного тока.	Подготовка к тестированию	1
		Выполнение расчетов методом векторных диаграмм	1
		Выполнение расчетов простейших цепей переменного тока с активным сопротивлением, катушкой индуктивности и конденсатором, временные и векторные диаграммы;	1
		Выполнение расчета неразветвленной цепи переменного тока с $-R$, $-L$, $-C$ сопротивлениями	1
		Анализ параметров при резонансе напряжений	1
		Выполнение расчета разветвленной цепи переменного тока с $-R$, $-L$, $-C$ сопротивлениями	1
		Выполнение расчета разветвленной цепи переменного тока	1

		Анализ параметров цепи при резонансе токов.	1
		Подготовка к лабораторной работе №7 «Исследование цепи переменного тока с реальной катушкой».	1
		Подготовка к лабораторной работе №8 «Исследование цепи переменного тока с реальным конденсатором».	1
		Подготовка к лабораторной работе №9 «Исследование неразветвленной цепи с последовательным соединением активного сопротивления, катушки и конденсатора».	1
		Подготовка к лабораторной работе №10 «Исследование электрической цепи в режиме резонанса напряжений».	1
		Подготовка к лабораторной работе №11 «Исследование электрической цепи в режиме резонанса токов».	1
Тема 4.3	Символический метод расчета электрических цепей переменного тока.	Подготовка к тестированию.	1
		Выполнение расчета комплекса сопротивлений однофазной цепи переменного тока	3
		Выполнение расчета комплексных параметров однофазной цепи переменного тока	3
		Подготовка к тестированию.	1
		Выполнение расчета комплексной мощности однофазной цепи переменного тока	2
Тема 5.1	Трехфазные системы.	Подготовка к контролю знаний	1
		Представление параметров трехфазной цепи комплексными величинами	1
Тема 5.2	Расчет трехфазной цепи при соединении источника и приемника звездой.	Выполнение расчета тока в нейтральном проводе методом векторных диаграмм	2
		Выполнение расчета параметров трехфазной цепи при соединении звездой	2
		Подготовка к лабораторной работе №12 «Исследование трехфазной цепи при соединении звездой»	1
Тема 5.3	Расчет трехфазной цепи при соединении источника и приемника треугольником	Выполнение расчета параметров трехфазных цепей при соединении треугольником по вариантам	2
		Выполнение расчета мощности трехфазной цепи при симметричной и несимметричной нагрузках фаз	2
		Подготовка к лабораторной работе №13 «Исследование	1

		трехфазной цепи при соединении треугольником»	
Тема 5.4	Расчет трехфазных цепей в комплексных величинах.	Выполнение расчета комплексов параметров трехфазной цепи при различных режимах работы	2
		Подготовка к контрольной работе	1
Тема 5.5	Вращающееся магнитное поле, создаваемое трехфазным током.	Подготовка к контролю знаний	1
Тема 6.1	Несинусоидальные периодические ЭДС, напряжения и токи в электрических цепях.	Подготовка к контролю знаний	1
Тема 6.2	Математическое описание несинусоидальных периодических сигналов.	Подготовка к контролю знаний	1
Тема 6.3	Линейные цепи при периодических несинусоидальных ЭДС.	Анализ линейных цепей при периодических несинусоидальных токах и напряжениях, решение задач по образцу	2
Тема 6.4	Нелинейные цепи при периодических синусоидальных токах и напряжениях.	Подготовка к контролю знаний	1
		Подготовка к лабораторной работе «Исследование характера потерь мощности в катушке с ферромагнитным сердечником».	1
Тема 7.1	Основные сведения о переходных процессах.	Подготовка к контролю знаний	1
Тема 7.2	Анализ переходных процессов в катушке индуктивности и конденсаторе.	Выполнение расчета переходных процессов в активно - емкостной цепи	1
		Анализ переходных процессов в катушке при изменении параметров электрической цепи.	2
		Подготовка к лабораторной работе №15 «Исследование переходных процессов в активно – емкостной цепи».	1
Тема 8.2	Режимы работы длинной линии без потерь	Поиск в Интернете, подготовка реферата «Длинные линии».	3
		Всего:	88

Раздел 1 Электрическое поле

Тема 1.1 Электростатическое поле

Цель работы: закрепление знаний о сущности физических процессов, протекающих в электрических цепях, освоение методики расчета параметров электростатических полей.

Задание 1. Выполните расчет параметров электрического поля

Пробное точечное тело с зарядом q внесено в точку А электрического поля другого точечного заряженного тела с зарядом $Q = - 2 \cdot 10^{-5}$ Кл, находящегося в масле ($\epsilon_r = 2,2$). Определите значение и направление напряженности поля E заряда Q в точке А силы F , действующей на пробный заряд, если расстояние от заряда до точки А составляет ℓ см.
Варианты заданий представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Варианты заданий

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
q , Кл	$1 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-5}$	$4,5 \cdot 10^{-5}$	$8 \cdot 10^{-5}$	$9 \cdot 10^{-5}$
ℓ , см	4	6	8	10	12	15	14	20	18	24

Задание 2. Подготовьтесь к контролю знаний.

1. Повторите пройденный материал.
2. Ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

- 1) Зависит ли величина силы, действующей на заряженную частицу, помещенную в электрическое поле, от скорости ее движения?
Да (Нет) Поясните.
- 2) Сила взаимодействия двух неподвижных заряженных тел...
 - а) прямо пропорциональна расстоянию между ними;
 - б) обратно пропорциональна расстоянию между ними;
 - в) обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.
- 3) Два тела с одноименными зарядами ...
 - а) отталкиваются
 - б) притягиваются

4) Какова величина напряженности электрического поля в бесконечно удаленной точке?

а) бесконечно большая величина

б) бесконечно малая величина

г) необходим расчет

5) Совершается ли работа при перемещении пробного заряженного тела по поверхности сферы, в центре которой находится точечное заряженное тело?

Да (Нет) Поясните.

Тема 1.2 Расчет электростатических полей.

Цель работы: освоение методов расчета параметров электрических полей.

Задание 1. Выполните расчет электрического поля заряженного шара.

Определите заряд Q шара с радиусом R , если напряженность электрического поля на его поверхности E , постройте график зависимости $E(r)$ при $R \leq r \leq 5R$. Варианты заданий представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Варианты заданий.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E , В/м	100	120	150	240	300	50	60	80	280	160
R , см	1	2	4	1	2	4	1	2	4	4

Задание 2. Выполните расчет пробивного напряжения.

Определите напряжение U , при котором будет пробит образец толщиной ℓ . Значения относительной диэлектрической проницаемости ϵ_r для основных электротехнических материалов даны в приложении 1.

Варианты заданий представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Варианты заданий.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
Материал образца	стекло	фарфор	эбонит	электрокартон	эбонит	электрокартон	стекло	фарфор
Толщина образца, ℓ , мм	1	2	1,2	1,4	2,6	2	1,2	1,4

Задание 3. Выполните расчет емкости одножильного кабеля.

Одножильный кабель с резиновой изоляцией (рисунок 1) имеет радиус медной жилы $R_1 = 2,5 \cdot 10^{-3}$ м, радиус свинцовой оболочки $R_2 = 4,72 \cdot 10^{-3}$ м. Вычислите :

1) Емкость 1м длины кабеля. Значение относительной диэлектрической проницаемости ϵ_r дано в приложении 1.

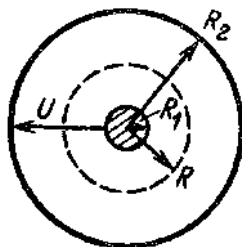


Рисунок 1 – Схема устройства кабеля.

2) Напряжение, которое можно приложить между жилой и свинцовой оболочкой при запасе прочности $k = 3$.

Тема 1.3 Электрическая ёмкость и соединения конденсаторов.

Цель работы: закрепление знаний о видах конденсаторов и их параметрах; освоение методики расчета эквивалентной электроемкости при различных способах соединения конденсаторов.

Задание 1. Выполните расчет электрических цепей при последовательном, параллельном и смешанном соединении конденсаторов.

Рассчитайте эквивалентную емкость соединения конденсаторов, по схеме на рисунке 2, при положениях ключей в соответствии с таблицей 1. Значения емкостей конденсаторов $C_1 = 2$ мкФ, $C_2 = C_3 = C_4 = C_6 = 1$ мкФ, $C_5 = 3$ мкФ, $C_7 = 0,5$ мкФ. Положения ключей: 0 – выключен; 1 – включен. Варианты положений ключей представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Положения ключей.

Ключ	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
K1	0	1	0	0	1	1	0	1
K2	0	0	1	0	1	0	1	1
K3	0	0	0	1	0	1	1	1

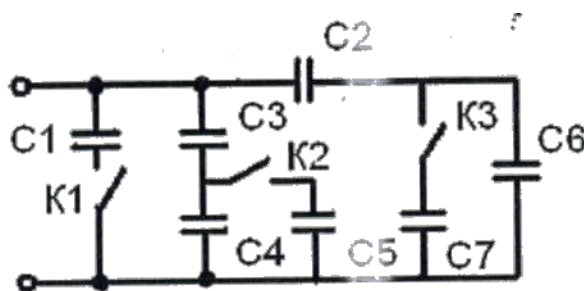


Рисунок 2 – Схема соединения конденсаторов.

Пример.

Дано: В расчетной схеме по рисунку 3 $C_1 = C_2 = C_3 = 1 \text{ мкФ}$; $C_4 = C_5 = 1,5 \text{ мкФ}$; $C_6 = 3 \text{ мкФ}$. Определите C_{Σ} .

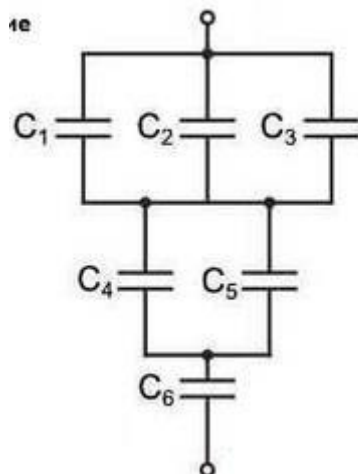


Рисунок 3 – Смешанное последовательное соединение конденсаторов.

Расчет.

- 1) Определим эквивалентную емкость участка с конденсаторами C_1 , C_2 , C_3 , включенными параллельно. Т.к. емкости указанных конденсаторов одинаковы, $C_{1,2,3} = 3 \cdot 1 = 3 \text{ мкФ}$.
- 2) Определим эквивалентную емкость участка с конденсаторами C_4, C_5 . Т.к. емкости указанных конденсаторов одинаковы, то $C_{4,5} = 2 \cdot 1,5 = 3 \text{ мкФ}$.
- 3) Получили цепь, состоящую из трех конденсаторов $C_{1,2,3}$, $C_{4,5}$, C_6 , соединенных последовательно. Т.к. емкости указанных конденсаторов одинаковы, $C_{\Sigma} = \frac{3}{3} = 1 \text{ мкФ}$.

Задание 2. Осуществите поиск информации по видам конденсаторов в Интернете.

Ход работы:

- 1). Выполните поиск информации по видам конденсаторов в Интернете.
- 2). Оформите результаты поиска в виде реферата или сообщения.

При выполнении задания воспользуйтесь приложением 4.

Раздел 2 Электрические цепи постоянного тока

Тема 2.1 Электрическая цепь и ее элементы

Цель работы: расширение и закрепление знаний о видах резисторов и их параметрах; освоение методики расчета сопротивления.

Задание 1. Выполните расчет сопротивлений

Определите сопротивления лампы накаливания в рабочем и выключенном состоянии, если нить лампы изготовлена из вольфрама. Температура нити в рабочем состоянии $T_2 = 3000^\circ \text{C}$, в выключенном состоянии $T_1 = 20^\circ \text{C}$. Номинальные параметры лампы приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Номинальные параметры лампы

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
U, В	220	220	220	36	36	24	24	220
P, Вт	40	60	100	40	60	40	60	150

Справочные данные для расчетов представлены в приложении 2.

Задание 2 Поиск информации по видам резисторов в Интернете.

Цель работы:.

- 1) Выполните поиск информации по видам резисторов в Интернете.
- 2) Оформите результаты поиска в виде реферата или сообщения.

При оформлении воспользуйтесь приложением 4.

Тема 2.2. Законы электрических цепей

Цель работы: Закрепление знаний о сущности физических процессов, протекающих в электрических цепях, методов расчета и законов электрических цепей; освоение методики построения потенциальной диаграммы.

Задание 1. Подготовьтесь к контролю знаний

- 1) Повторите пройденный материал.
- 2) Ответьте на вопросы теста «Законы электрических цепей».

Тест «Законы электрических цепей»

1. Определение электрической цепи - совокупность ...

- а) металлических проводников;
- б) соединенных проводниками тел;
- в) металлических проводников по которым идет ток;
- г) устройств и объектов, образующих путь электрического тока;
- д) замкнутых проводников, образующих путь электрического тока.

2. Природа возникновения электродвижущей силы во всех случаях ...

3. Режим работы, при котором параметры элементов электрической цепи соответствуют их номинальным величинам, - ...

4. Определение режима короткого замыкания – такое состояние электрической цепи, при котором...

- а) источник и потребители соединены короткими проводами линий связи;
- б) внутреннее сопротивление источника равно нулю;
- в) накоротко замкнуты один или несколько участков электрической цепи;
- г) ЭДС источника равна нулю;
- д) участки имеют маленькую длину.

5. Узел электрической цепи ...

- а) соединение проводов;
- б) скрутка проводов;
- в) соединение трех проводов и более;
- г) скрутка трех проводов и более;
- д) место соединения трех ветвей и более.

6. Соответствие законов электротехники условиям выполнения:

- | | |
|--------------------------|---------------------------------|
| 1. Первый закон Кирхгофа | а) закон для ветви |
| 2. Второй закон Кирхгофа | б) закон для узла |
| 3. $U = I R$ | в) закон Ома для участка цепи |
| 4. $I = E / R_0 + R$ | г) закон для контура |
| | д) закон Ома для замкнутой цепи |

7. Условия применения второго закона Кирхгофа - ...

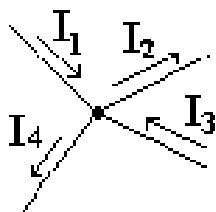
- а) к любым контурам электрической цепи.
- б) к любым участкам электрической цепи.
- в) только к контурам - ячейкам.

- г) к узлам и контурам.
 д) только к независимым контурам.

8. Параметры электрической цепи при последовательном соединении участков...

- а) напряжения на зажимах электрической цепи равно сумме напряжений всех участков;
 б) ток на всех участках одинаков;
 в) ток и напряжение на всех участках одинаковы;
 г) сопротивление электрической цепи равно сумме сопротивлений участков.

8. Уравнения по первому закону Кирхгофа для приведенной схемы -...



- а) $I_1 - I_2 + I_3 - I_4 = 0$
 б) $I_1 + I_3 - I_2 - I_4 = 0$
 в) $I_1 + I_3 = I_2 + I_4$
 г) $I_1 - I_3 = I_2 - I_4$

9. Величина эквивалентного сопротивления (Ом) участка электрической цепи, содержащего 6 последовательно соединенных одинаковых сопротивлений величиной 6 Ом каждый - ...

- а) 1
 б) 6
 в) 12
 г) 30
 д) 36

Задание 2. Постройте потенциальную диаграмму

Для электрической цепи, представленной на рисунке 4, рассчитать потенциалы точек и выполнить построение потенциальной диаграммы, приняв потенциал одной из точек равным нулю (см. таблицу 6).

Дано: $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = 28 \text{ Ом}$, $E_1 = 48 \text{ В}$, $E_2 = 24 \text{ В}$, $R_{BT1} = R_{BT2} = 1 \text{ Ом}$.

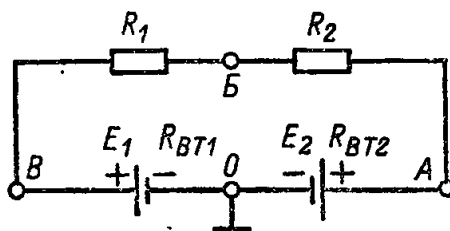


Рисунок 4 – Электрическая цепь с $\varphi_0 = 0$.

Таблица 6 – Варианты расчета.

Вариант	1	2	3	4
Точка с $\varphi = 0 \text{ В}$	0	А	Б	В

**Задание 3. Подготовьтесь к лабораторной работе №1
«Проверка закона Ома и формул мощности»**

Ход работы

- 1) Внимательно прочитайте теоретический материал.
- 2) Составьте перечень вопросов преподавателю по материалу, который был непонятен.

Рекомендуемая литература:

- 1) « Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по учебной дисциплине «Электротехника» для студентов специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) (базовая подготовка), с.7-10.

**Задание 4. Подготовьтесь к лабораторной работе №2
«Анализ параметров электрической цепи при последовательном и параллельном соединении сопротивлений»**

Ход работы

- 1) Внимательно прочитайте теоретический материал.
- 2) Составьте перечень вопросов преподавателю по материалу, который был непонятен.

Рекомендуемая литература:

- 1) « Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по учебной дисциплине «Электротехника» для студентов специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) (базовая подготовка), с.10 -15.

**Задание 5. Подготовьтесь к лабораторной работе №3
«Построение и анализ потенциальных диаграмм».**

Ход работы

- 1) Внимательно прочитайте теоретический материал.
- 2) Составьте перечень вопросов преподавателю по материалу, который был непонятен.

Рекомендуемая литература:

- 1) Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по учебной дисциплине «Электротехника» для студентов специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) (базовая подготовка), с.16-18.

Тема 2.3 Расчет электрических цепей постоянного тока

Цель работы: Получение навыков расчета сложной электрической цепи различными методами.

Задание 1 Анализ сложной электрической цепи методом эквивалентных преобразований.

Выполните расчет эквивалентного сопротивления и токов ветвей для сложной электрической цепи, схема которой представлена на рисунке 5, если даны сопротивления участков и напряжение на зажимах цепи (см. таблицу 7).

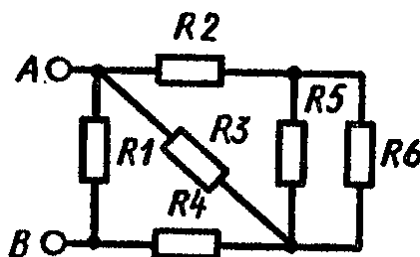


Рисунок 5 – Схема сложной цепи с одним источником питания.

Таблица 7 – Варианты заданий.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_{AB}, В$	21	22	24	84	48	40	42	64	32	16
$R_1, Ом$	3	5	4	6	4	10	3	16	8	1
$R_2, Ом$	2,8	4,8	3,6	5,6	3,6	4,8	2,8	4	4	2,4
$R_3, Ом$	1	2	4	2	4	2	1	2	2	1
$R_4, Ом$	6,2	1,2	1,6	12,4	1,6	1,2	6,2	2,4	2,4	3,2
$R_5, Ом$	3	2	4	6	6	2	3	8	8	2
$R_6, Ом$	2	3	6	4	4	3	2	8	8	8

Пример. Расчет с применением метода свертывания цепи.

Дано: Источник напряжения с э. д. с. $E = 120$ В и внутренним сопротивлением $r_0 = 2$ Ом (рисунок 6) включен в цепь, где $r_1 = 18$ Ом, $r_2 = 100$ Ом, $r_3 = 150$ Ом.

Вычислить токи во всех участках цепи, эквивалентное сопротивление, напряжения на зажимах потребителей и источника.

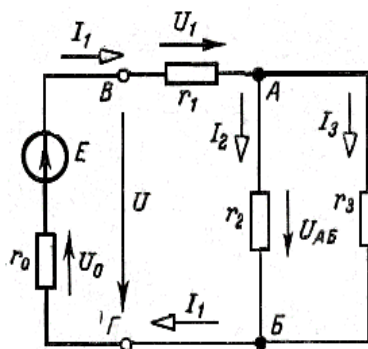


Рисунок 6 – Разветвленная цепь с источником напряжения

Расчет

1. Токи цепи. Во всех участках неразветвленной части цепи, образуемой источником э. д. с. и двумя последовательно соединенными сопротивлениями r_1 и r_0 , ток имеет одно значение I_1 (рисунок 6). Этот ток разветвляется в узловой точке A на два тока: I_2 и I_3 . Последние суммируются в узловой точке B и образуют вновь ток I_1 . При этом по первому закону Кирхгофа $I_1 = I_2 + I_3$ что справедливо как для узла A , так и для узла B .

2. Вычисление общего сопротивления цепи — упрощение схемы. Заменяя отдельные участки схемы с последовательными и параллельными соединениями сопротивлений их общими сопротивлениями, удастся упростить или, как говорят, «свернуть» схему. Цель свертывания - получить простую неразветвленную цепь, расчет которой уже известен.

Для этого заменим сопротивления r_2 и r_3 их эквивалентным сопротивлением:

$$r_{2,3} = \frac{r_2 r_3}{r_2 + r_3} = \frac{100 \cdot 150}{100 + 150} = \frac{15000}{250} = 60 \text{ Ом}$$

После такой замены (рисунок 7) получается простая неразветвленная цепь.

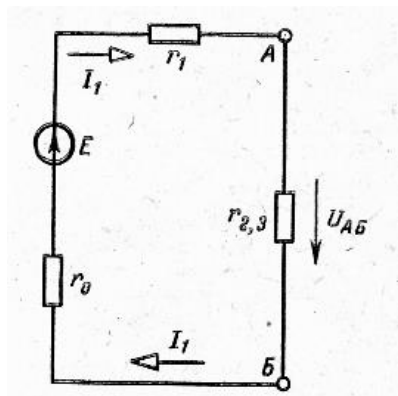


Рисунок 7 – Простая неразветвленная цепь

$$r_{\text{экв}} = r_1 + r_{2,3} = 18 + 60 = 78 \text{ Ом}$$

3. Вычисление токов и напряжений.

По закону Ома для замкнутой цепи ток в упрощенной схеме

$$I_1 = \frac{E}{r_0 + r_{\text{экв}}} = \frac{120}{2 + 78} = 1,5 \text{ А}$$

По закону Ома для участка цепи напряжение на участке АБ

$$U_{AB} = I_1 \cdot r_{2,3} = 1,5 \cdot 60 = 90 \text{ В}.$$

Токи в параллельных ветвях обратно пропорциональны сопротивлениям

ветвей: $I_2 = \frac{U_{AB}}{r_2} = \frac{90}{100} = 0,9 \text{ А}, \quad I_3 = \frac{U_{AB}}{r_3} = \frac{90}{150} = 0,6 \text{ А}.$

Определим падения напряжения на всех сопротивлениях :

$$U_1 = r_1 I_1 = 18 \cdot 1,5 = 27 \text{ В}$$

$$U_0 = r_0 I_1 = 2 \cdot 1,5 = 3 \text{ В}$$

$$U_2 = U_3 = U_{AB} = 90 \text{ В}$$

Напряжение на зажимах ВГ источника

$$U = E - U_0 = 120 - 3 = 117 \text{ В}$$

Задание 2. Анализ сложной электрической цепи методом узловых и контурных уравнений

Выполните расчет неизвестных параметров для электрической цепи, представленной на рисунке 8, на основе законов Кирхгофа. Параметры в соответствии с вариантами заданий представлены в таблице 8.

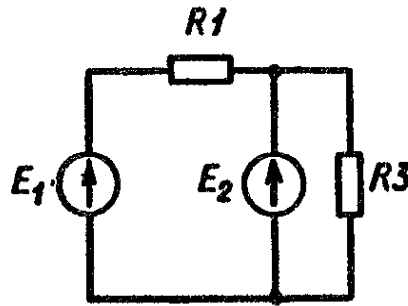


Рисунок 8 – Электрическая цепь.

Таблица 8 – Параметры электрической цепи.

Вариант	E_1 , В	E_2 , В	r_1 , Ом	r_2 , Ом	R_1 , Ом	R_3 , Ом	I_1 , А	I_2 , А	I_3 , А	P_1 , Вт	P_3 , Вт
1	50	104	*	*	120	250	*	0,8	0,4	*	*
2	12	8	4	0	*	*	0,04	0,12	*	*	*
3	*	300	0	0	*	*	*	2,75	5	101	*
4	4,5	*	0,5	0,5	*	1,5	0,2	*	0,8	*	*
5	*	750	0	0	*	*	*	0,01	0,06	12,5	*
6	18	10	1,0	*	*	*	2,0	1,0	*	*	10,5

Пример.

Дано: Электрическая цепь (рисунок 9); $E_1=60$ В; $E_2=48$ В; $E_3=6$ В; $R_1=200$ Ом; $R_2=100$ Ом; $R_3=9,5$ Ом; $r_{03}=0,5$ Ом; $r_{01} = r_{02} \approx 0$. Найти токи ветвей.

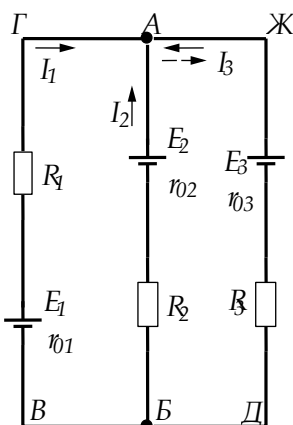


Рисунок 9 – Электрическая цепь.

Расчет

1. Определение числа неизвестных токов и выбор их направлений.

Как известно, в каждом неразветвлённом участке цепи (ветви) ток имеет одно и тоже значение от начала до конца участка. В рассматриваемой цепи к узловым точкам А и Б присоединены три ветви: БВГА с током I_1 , БА с током I_2 , БДЖА с током I_3 :

- число различных токов равно числу ветвей электрической цепи.
- в начале направления токов выбирают произвольно (положительные направления токов) и при выбранных направлениях составляют уравнения.

Затем решают эти уравнения и определяют истинные направления токов по их алгебраическим знакам, а именно: токи, действительные направления которых обратны выбранным, выражаются отрицательными числами.

Так, в нашем случае можно заранее сказать, что не все выбранные направления токов (сплошные стрелки) совпадают с действительными, так как не могут все токи протекать к узлу А. Очевидно, что один или два тока выразятся отрицательными числами.

2. Составление уравнений по законам Кирхгофа.

В нашей задаче – три неизвестных тока I_1 , I_2 , I_3 , для определения которых составим три уравнения.

начнём с уравнений по первому закону Кирхгофа как более простых. Для цепи с n узлами можно составить $n-1$ независимое уравнение; для одного (любого)

узла цепи уравнение не следует составлять, так как оно было бы следствием предыдущих. В цепи на рисунке 9 два узла, поэтому составим одно уравнение по первому закону Кирхгофа, например для узла А:

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0 \quad (1.1)$$

Два недостающих уравнения составим по второму закону Кирхгофа, выбрав для этого, например, контуры БАЖДБ и ВГЖДВ (чтобы уравнения были независимы, в каждый следующий контур должна входить одна новая ветвь, не входившая в предыдущий).

Приняв обход каждого контура по направлению движения часовой стрелки и учитывая правила знаков, получим:

$$I_2(R_2 + r_{02}) - I_3(R_3 + r_{03}) = E_2 - E_3; \quad (1.2)$$

$$I_1(R_1 + r_{01}) - I_3(R_3 + r_{03}) = E_1 - E_3. \quad (1.3)$$

3. Вычисление токов.

Подставив в уравнения (1.2) и (1.3) значения сопротивлений и ЭДС, получим:

$$I_2 \times 100 - I_3(9,5 + 0,5) = 48 - 6,$$

или

$$100I_2 - 10I_3 = 42; \quad (1.4)$$

$$I_1 \times 200 - I_3(9,5 + 0,5) = 60 - 6,$$

или

$$200I_1 - 10I_3 = 54. \quad (1.5)$$

Итак, вычисление токов сводится к решению системы трёх уравнений (1.1), (1.4) и (1.5) с тремя неизвестными. Для этого, например, определим ток I_2 из уравнения (1.1) и подставим его значение в Уравнение (1.4):

$$-100(I_1 + I_3) - 10I_3 = 42;$$

приведя подобные члены, получим:

$$-100I_1 - 110I_3 = 42 \quad (1.6)$$

Получились два уравнения (1.5) и (1.6) с двумя неизвестными: I_1 и I_3 .

Умножив уравнение (1.6) на 2 и сложив его с уравнением (1.5), получим:

$$-10I_3 - 220I_3 = 138,$$

откуда

$$I_3 = -\frac{138}{230} = -0,6 \text{ А.}$$

Подставив значение тока I_3 в уравнение (1.6), получим:

$$-100I_1 - 110(-0,6) = 42,$$

откуда

$$I_1 = \frac{42 - 66}{-100} = 0,24 \text{ А.}$$

Ток I_2 определим из уравнения (1.1):

$$I_2 = -I_1 - I_3 = -0,24 + 0,6 = 0,36 \text{ А.}$$

Ток I_1 и I_2 имеют положительные значения, а I_3 – отрицательное, следовательно, направления первых двух токов были выбраны правильно, а тока I_3 – неправильно.

Действительное направление тока I_3 указано пунктирной стрелкой на рисунке 9. При этом сумма притекающих к узлу А токов $I_1 + I_2 = 0,24 + 0,36 = 0,6 \text{ А}$ равна оттекающему току $I_3 = 0,6 \text{ А}$.

Задание 3. Анализ сложной электрической цепи методом наложения токов

Выполните расчет токов сложной электрической цепи с несколькими источниками питания методом наложения токов.

Дано: Электрическая цепь (рисунок 10); $E_1=60$ В; $E_2=48$ В; $E_3=6$ В; $R_1=200$ Ом; $R_2=100$ Ом; $R_3=9,5$ Ом; $r_{03}=0,5$ Ом; $r_{01} = r_{02} \approx 0$. Найти токи ветвей.

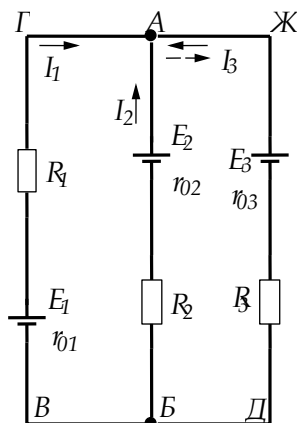


Рисунок 10 – Электрическая цепь.

Алгоритм анализа.

1. Составьте расчетные схемы. Число расчетных схем равно числу источников энергии.
2. Определите токи всех схем, пользуясь методом свертывания.
3. Вычислите токи ветвей как алгебраическую сумму частных токов.

Задание 4. Анализ сложной электрической цепи методом контурных токов

Выполните расчет токов сложной электрической цепи с несколькими источниками питания методом контурных уравнений.

Вариант 1. Схема электрической цепи представлена на рисунке 10.

Дано: $R_1 = 2$ кОм, $R_2 = R_4 = 5$ кОм, $R_3 = 30$ кОм, $R_5 = 30$ кОм, $E_1 = 300$ В, $E_2 = 500$ В, $r_1 = r_2 = 0$

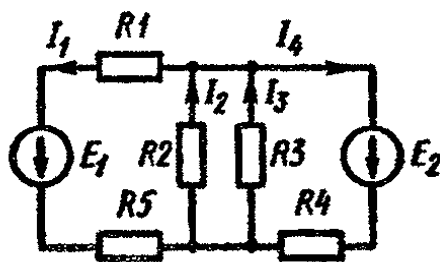


Рисунок 10 – Схема электрической цепи.

Вариант 2. Схема электрической цепи представлена на рисунке 11.

Дано: $R_1=5,5 \text{ Ом}$, $R_4=R_5=50 \text{ Ом}$, $R_6=4,5 \text{ Ом}$, $E_1=10 \text{ В}$, $r_1=2 \text{ Ом}$, $E_2=2 \text{ В}$, $r_2=3 \text{ Ом}$, $E_3=6 \text{ В}$, $r_3=1,5 \text{ Ом}$.

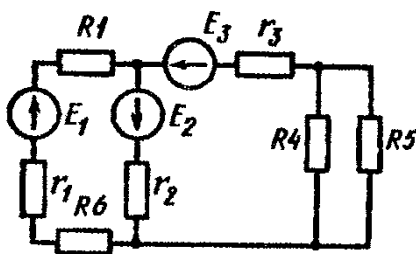


Рисунок 11 – Схема электрической цепи.

Вариант 3. Схема электрической цепи представлена на рисунке 12.

Дано: $R_4=10 \text{ Ом}$, $R_5=150 \text{ Ом}$, $R_6=20 \text{ Ом}$, $E_1=1,5 \text{ В}$, $r_1=0,5 \text{ Ом}$, $E_2=4,5 \text{ В}$, $r_2=3 \text{ Ом}$, $E_3=3,5 \text{ В}$, $r_3=1,5 \text{ Ом}$.

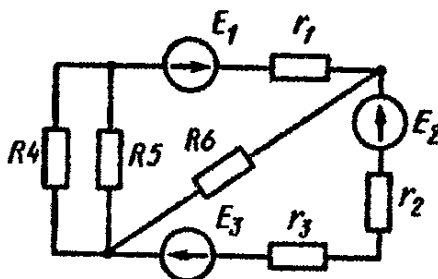


Рисунок 12 – Схема электрической цепи.

Алгоритм анализа:

1. В заданной схеме выбираем произвольно направление токов в ветвях.

2. Намечаем независимые контура и для них выбираем направление контурных токов, например, по часовой стрелке.
3. Определяем контурные ЭДС, собственные и общие сопротивления контуров, обходя контуры в направлении контурных токов. Выбираем действительные токи ветвей через контурные (см. выше).
4. Составляем уравнения по второму закону Кирхгофа. В левой части их слагаемые с собственными сопротивлениями контуров берут со знаком плюс, а слагаемые с общими сопротивлениями – со знаком минус.
5. Полученные уравнения объединяем в систему и решаем любым способом, известным из математики.
6. Затем найдём действительные токи, выраженные через контурные.
7. Выполним проверку по первому закону Кирхгофа для любого узла и составим баланс мощностей.

Пример. Определите токи во всех ветвях схемы (рисунок 13), если $E_1 = E_3 = 120 \text{ В}$; $E_2 = 60 \text{ В}$; $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ Ом}$; $R_4 = R_5 = 10 \text{ Ом}$.

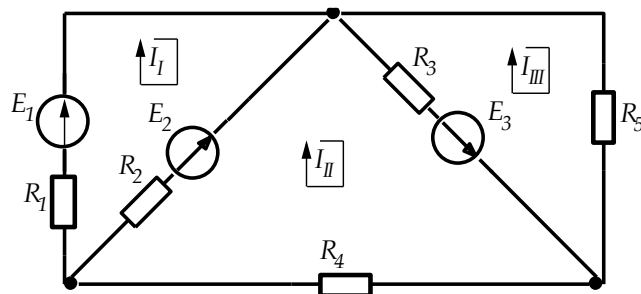


Рисунок 13 - Схема электрической цепи.

Решение:

1. Разобьём схему на три контура: I_1 , I_2 , I_3 .
2. Получим три контурных тока, направленных по часовой стрелке: I_1 , I_2 , I_3 .
3. Выразим действительные токи ветвей через контурные:

$$\begin{aligned}
I_1 &= I_I \\
I_4 &= I_{II} \\
I_5 &= I_{III} \\
I_2 &= I_{II} - I_I \\
I_3 &= I_{II} - I_{III}
\end{aligned} \tag{1}$$

4. Составим уравнение по второму закону Кирхгофа.

$$\left. \begin{aligned}
E_1 - E_2 &= I_1 R_1 + I_1 R_2 - I_{II} R_2 \\
E_2 + E_3 &= I_{II} (R_2 + R_3 + R_4) - I_1 R_2 - I_{III} R_3 \\
-E_3 &= I_{III} (R_5 + R_3) - I_{II} R_3
\end{aligned} \right\} \tag{2}$$

$$\left. \begin{aligned}
60 &= 20I_1 - 10I_{II} \\
180 &= 30I_{II} - 10I_I - 10I_{III} \\
-120 &= 20I_{III} - 10I_{II}
\end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned}
6 &= 2I_I - I_{II} \\
18 &= 3I_{II} - I_I - I_{III} \\
-12 &= 2I_{III} - I_{II}
\end{aligned} \right\}$$

Решив полученную систему уравнений, определим контурные токи:

$$I_I = 6,75A$$

$$I_{II} = 7,5A$$

$$I_{III} = -2,25A$$

4. В схеме пять ветвей, следовательно, пять токов I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 .

5. Определим действительные токи внешних ветвей:

$$I_1 = I_I = 6,75A$$

$$I_2 = I_{II} = 7,5A$$

$$I_3 = I_{III} = -2,25A$$

6. Токи внутренних ветвей:

$$I_2 = I_{II} - I_I = 7,5 - 6,75 = 0,75 \text{ A}$$

$$I_3 = I_{II} - I_{III} = 7,5 + 2,25 = 9,75 \text{ A}$$

Знак «-» означает, что действительный ток I_5 направлен обратно, указанному на схеме.

Задание 5. Анализ сложной электрической цепи методом эквивалентного генератора

Определите ток в заданной ветви методом эквивалентного генератора.

Дана схема (рисунок 14), $E_1 = E_3 = 120 \text{ В}$; $E_2 = 60 \text{ В}$; $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ Ом}$; $R_4 = R_5 = 10 \text{ Ом}$.

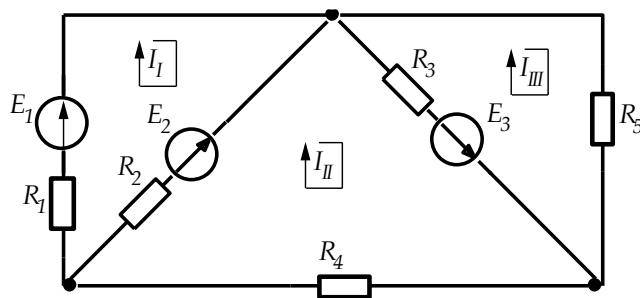


Рисунок 14 - Схема электрической цепи.

Вариант 1. Определите ток в ветви с сопротивлением R_4 .

Вариант 2. Определите ток в ветви с сопротивлением R_5 .

Задание 6. Анализ сложной электрической цепи методом узловых потенциалов

Выполните расчет токов сложной электрической цепи с несколькими источниками питания методом узловых потенциалов. Определите токи ветвей схемы (рисунок 15), если $J = 5 \text{ А}$, $E = 5 \text{ В}$, $R_1 = R_2 = 2 \text{ Ома}$, $R_H = 4 \text{ Ома}$.

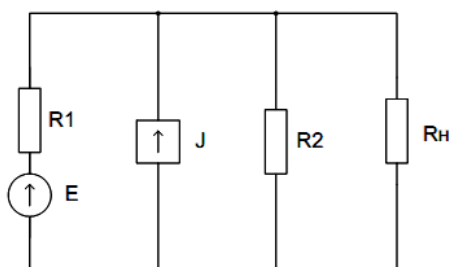


Рисунок 15 – Схема электрической цепи.

Задание 7 Подготовка к лабораторной работе №4
«Определение токов ветвей путем измерения и расчета
частичных токов»

Ход работы

- 1) Внимательно прочитайте теоретический материал.
- 2) Составьте перечень вопросов преподавателю по материалу, который был непонятен.
- 3) Ответьте на вопросы:
 1. Сколько амперметров необходимо для измерения токов всех ветвей схемы представленной на рисунке 16?

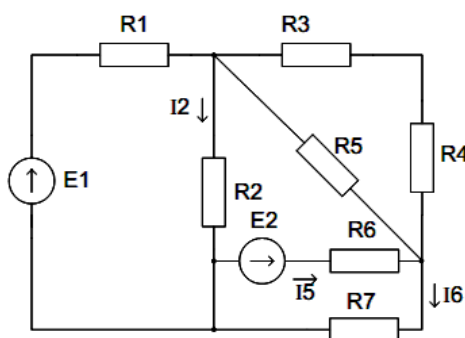


Рисунок 16 – Схема сложной электрической цепи.

2. Сколько опытов необходимо провести для практического подтверждения метода наложения токов?

Рекомендуемая литература:

- 1) Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по учебной дисциплине «Электротехника» для студентов специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) (базовая подготовка), с.18 - 22.

Задание 8 Подготовка к лабораторной работе №8

«Определение параметров эквивалентного генератора»

Ход работы

- 1) Внимательно прочитайте теоретический материал.
- 2) Составьте перечень вопросов преподавателю по материалу, который был непонятен.
- 3) Рассчитайте сопротивление эквивалентного генератора (рисунок 17), если $R_1 = R_2 = 2 \text{ Ома}$, $R_3 = 3 \text{ Ома}$, $R_4 = 6 \text{ Ом}$.

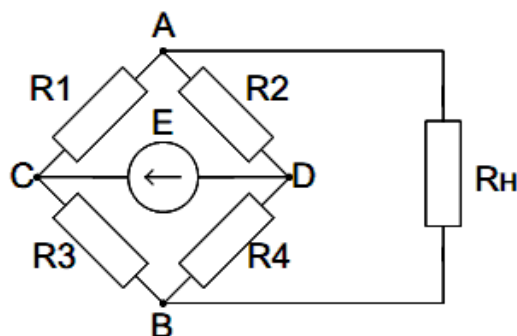


Рисунок 17 – Схема сложной электрической цепи.

Рекомендуемая литература:

- 1) Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по учебной дисциплине «Электротехника» для студентов специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) (базовая подготовка), с.22 - 26.

Задание 9 Подготовка к контрольной работе по теме

«Электрические цепи постоянного тока».

Ход работы

- 1) Повторите пройденный материал тем 2.1 – 2.3.
- 2) Выполните задания варианта № 31.

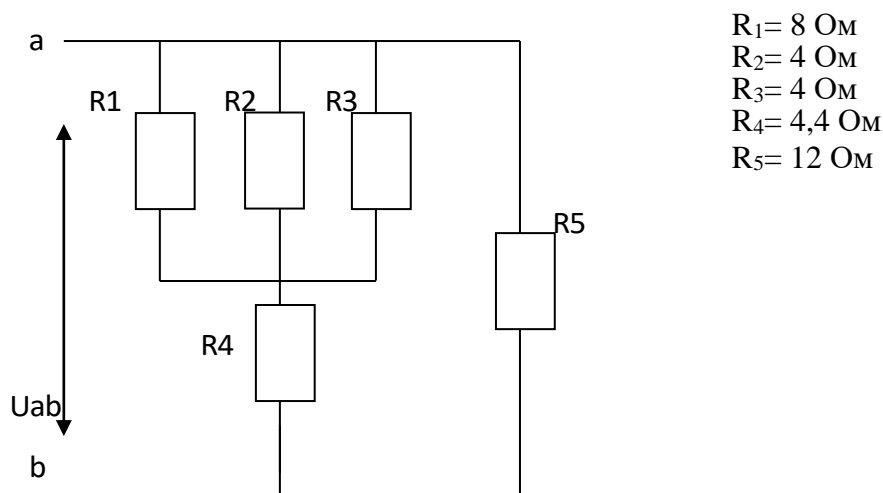
Вариант № 31.

Задание 1.

Задача. Цепь постоянного тока содержит несколько резисторов, соединенных смешанно. Схема цепи с указанием величины сопротивлений резисторов приведена на соответствующем рисунке. Значение напряжения $U_{ab} = 120\text{В}$.

Необходимо определить:

- 1 Эквивалентное сопротивление цепи относительно выводов a,b;
- 2 Величину тока в каждом резисторе;
- 3 Падение напряжения на каждом резисторе;
- 4 Расчетom пояснить характер изменения тока I_5 , (уменьшится, увеличится, останется прежним), если резистор R_4 замыкается накоротко.



Задание 2.

Закон Ома для замкнутой цепи: Запишите формулировку и формулу.

Рекомендуемая литература:

- 1) Методические рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы по дисциплине «Электротехника» для студентов специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) (базовая подготовка), с.14 - 25.
- 2) Конспекты студента по дисциплине «Электротехника».

Тема 2.4 Нелинейные электрические цепи постоянного тока.

Цель работы: Получение навыков расчета нелинейных электрических цепей.

Задание 1. Выполнение графоаналитического расчета нелинейных цепей.

1) Вычислите токи в ветвях и ток, потребляемый электрической цепью, представленной на рисунке 18, при напряжении питания 16 В. ВАХ нелинейных элементов приведены на рисунке 19.

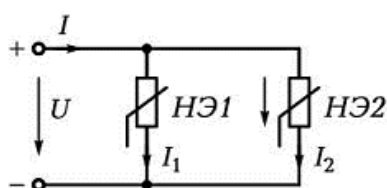


Рисунок 18 – Схема нелинейной электрической цепи.

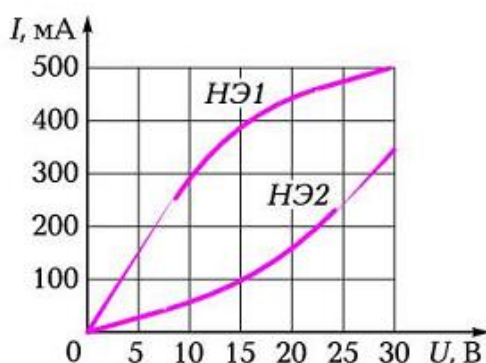


Рисунок 19 – ВАХ нелинейных элементов.

2) Вычислите ток, потребляемый электрической цепью, представленной на рисунке 20, и падение напряжения на нелинейных элементах при напряжении питания 25 В. ВАХ нелинейных элементов приведены на рисунке 21.

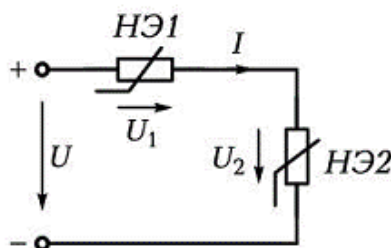


Рисунок 20 - Схема нелинейной электрической цепи.

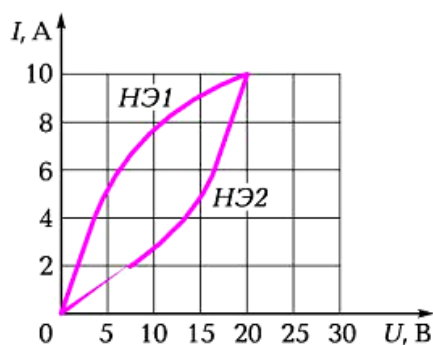


Рисунок 21 – ВАХ нелинейных элементов.

Раздел 3. Магнитное поле

Тема 3.1 Характеристики магнитного поля.

Цель работы: Закрепление знаний о сущности физических процессов в электрических цепях и методов расчета характеристик магнитного поля.

Задание 1. Подготовка к тестированию.

Ход работы:

- 1) Повторите пройденный материал.
- 2) Ответьте на вопросы теста «Характеристики магнитного поля».

Тест «Характеристики магнитного поля».

1. Величина силового воздействия магнитного поля на движущуюся заряженную частицу ...

- а) зависит только от величины заряда частицы;
- б) пропорционально скорости частицы;
- в) пропорционально заряду и скорости частицы;
- г) обратно пропорционально заряду частицы.

2. Соответствие обозначения названию характеристики:

- | | |
|-----------------|---|
| 1. μ_0 | а) абсолютная магнитная проницаемость; |
| 2. μ_a | б) относительная магнитная проницаемость; |
| 3. ω | в) магнитная постоянная. |
| 4. μ_r | |
| 5. ϵ_a | |

3. Вид магнитной силовой линии прямолинейного провода с током – ...

4. Материал, не проявляющий ферромагнитных свойств, -

- а) кобальт;
- б) никель;
- в) платина;
- г) железо.

5. Единица измерения магнитной индукции...

- а) Тесла
- б) Вебер
- в) Генри

6. Если поступательное движение буравчика совпадает с направлением тока в проводе, то направление вращения рукоятки показывает ...

7. При наличии тока в проводе магнитная стрелка располагается ...

- а) параллельно проводу
- б) перпендикулярно проводу
- в) положение неопределенно

8. Формула, связывающая напряженность и магнитную индукцию, ...

- а) $H = \frac{B}{\mu_a}$
- б) $H = \frac{B}{\mu_r}$
- в) $H = B \cdot \mu_a$
- г) $H = B \cdot \mu_r$

9. Единица измерения напряженности магнитного поля...

- а) Вб/ м
- б) Тл/ м
- в) А/ м
- г) В/ м

10. Формула расчета напряженности магнитного поля прямолинейного проводника...

Тема 3.2 Расчет магнитных полей

Задание 1. Подготовка к техническому диктанту.

Ход работы:

- 1) Повторите пройденный материал.
- 2) Ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

- 1) Формула расчета напряженности магнитного поля прямолинейного проводника?

2) Название закона, позволяющего рассчитывать магнитные поля любой конфигурации?

3) Какова зависимость величины магнитной индукции B в центре кольцевого проводника от радиуса проводника?

Прямо пропорциональна (обратно пропорциональна).

4) Какова зависимость величины магнитной индукции B в центре кольцевого проводника от тока проводника?

Прямо пропорциональна (обратно пропорциональна).

5) Величина магнитной индукции B в центре кольцевой катушки с током?

6) Величина магнитной индукции B внутри кольцевой катушки с током?

Тема 3.3 Интегральные характеристики магнитного поля.

Задание 1. Решение задач по расчету электромагнитных сил.

1) Определите силу взаимодействия двух проводников с током, расположенных на расстоянии $a = 5$ мм друг от друга в воздухе по которым проходят токи $I_1 = 30$ А и $I_2 = 75$ А. Проводники имеют длину $l = 200$ мм каждый.

2) Два проводника, по которым проходят токи $I_1 = 60$ А и $I_2 = 48$ А, расположены параллельно друг другу. Определите минимальное расстояние между ними при условии, что сила их взаимодействия не должна превышать 0,1 Н. Длина каждого из проводников $l = 75$ см.

Задание 2. Решение задач по расчету индуктивностей.

1) Определите индуктивность L цилиндрической катушки, если $w = 200$ витков, ток $I = 1$ А, площадь поперечного сечения магнитопровода $S = 5$ см², его длина $l_k = 8$ см, а относительная магнитная проницаемость магнитопровода а) $\mu_r = 1$; б) $\mu_r = 10^4$.

2) Определите необходимое число витков w цилиндрической катушки и ток I для получения магнитного потока $\Phi = 0,02$ Вб и индуктивности $L = 0,4$ Гн, если относительная магнитная проницаемость сердечника катушки $\mu_r = 1600$, площадь сечения сердечника $S = 2,8$ см² при длине $l = 5,6$ см.

Тема 3.4 Электромагнитная индукция.

Задание 1. Решение задач по расчету ЭДС индукции.

1) Определите ЭДС, наведенную в витке площадью $S = 4,8$ см², расположенном перпендикулярно линиям однородного магнитного поля, магнитная индукция которого B за время $\Delta t = 0,02$ с линейно изменилась на $0,6$ Тл.

2) Виток круглого сечения с диаметром $d = 8$ см помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитного поля. При линейно изменении магнитной индукции $\Delta B = 1,2$ Тл наведенная в витке ЭДС $E = 24$ мВ. Определите время изменения Δt .

Задание 2. Решение задач расчету ЭДС взаимной индукции.

1) По двум, включенным встречно индуктивным катушкам с $L_1 = L_2 = 0,22$ Гн проходит ток $I = 4,8$ А. Определите ЭДС, наведенную на зажимах цепи при отключении, если $\Delta t = 0,5$ с.

2) Две параллельно включенные индуктивные катушки с $L_1 = L_2 = 40$ мГн со взаимной индуктивностью $M = 0,01$ Гн соединены согласно и подключаются к источнику в течение времени $\Delta t = 0,02$ с. Наведенная при этом ЭДС $E = 1,2$ В. Определите установившееся значение тока в цепи.

Задание 3. Решение задач расчета ЭДС самоиндукции.

1) Контур, по которому проходит ток, имеет потокосцепление самоиндукции $\Psi_L = 0,01$ Вб. Определите ток в контуре, если его индуктивность $L = 1,8$ мГн.

2) Измерительная катушка имеет индуктивность $L = 0,5$ Гн. В процессе измерения скорость изменения тока в катушке составляет 100 А/с. Определите значение ЭДС самоиндукции, возникшей на зажимах катушки.

Тема 3.5 Магнитные цепи

Цель работы: Актуализация знаний физических процессов в магнитных цепях и методах расчета магнитных цепей.

Задание 1 Подготовка к лабораторной работе №6

«Исследование разветвленной магнитной цепи»

Ход работы:

- 1) Внимательно прочитайте теоретический материал.
- 2) Составьте перечень вопросов преподавателю по материалу, который был непонятен.
- 3) Ответьте на вопросы:
 1. Относится ли магнитная цепь трехфазного трансформатора к однородной магнитной цепи? Поясните ответ.
 2. Какова величина МДС обмотки лабораторного трансформатора, если ток обмотки $I = 0,2$ А?

Рекомендуемая литература:

- 1) Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по учебной дисциплине «Электротехника» для студентов специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) (базовая подготовка), с. 26 -29.

Задание 2. Поиск информации в Интернете по взаимным преобразованиям электрической и магнитной энергий в генераторах и двигателях

- 1) Выполните поиск информации в Интернете.
- 2) Оформите презентацию, руководствуясь приложением К.

Раздел 4 Электрические цепи переменного тока

Тема 4.1 Переменный синусоидальный ток.

Цель работы: Получение навыков расчета параметров синусоидальных величин.

Задание 1. Выполнение расчетов параметров синусоидальных величин

- 1) Определите период и угловую частоту сигнала, если известна частота переменного тока. Варианты заданий представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Варианты заданий.

Вариант	1	2	3	4	5	6
Период тока f	400 Гц	25 кГц	2 кГц	40кГц	1250кГц	8000Гц

- 2) Определите частоту и период синусоидального сигнала, если известна угловая частота. Варианты заданий представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Варианты заданий.

Вариант	1	2	3	4	5	6
Угловая частота ω , 1/с	3140	942	12560	5024	94200	10048

Тема 4.2 Расчет линейных электрических цепей переменного тока.

Цель работы: Закрепление знаний о сущности физических процессов в электрических цепях и методах расчета параметров цепей переменного тока.

Задание 1. Подготовка к тестированию

Ход работы:

- 1) Повторите пройденный материал.

2) Ответьте на вопросы теста «Переменный ток».

Тест «Переменный ток».

1 Уравнение синусоидального тока ...

2 Соответствие названия характеристики буквенному обозначению...

- | | |
|----------------------------|-------------|
| 1 Амплитуда тока | а) ω |
| 2 Мгновенная величина тока | б) ψ_i |
| 3 Начальная фаза | в) I_m |
| 4 Круговая частота | г) i |
| 5 Период | |

3 Величина действующего значения тока $I(A)$, если $i = 2\sqrt{2} \sin 628t$...

- а) 1,41
б) $2\sqrt{2}$
в) 2

4 Величина индуктивного сопротивления катушки X_L (Ом), если индуктивность $L = 0,1$ Гн, а циклическая частота $f = 100$ Гц ...

- а) 10
б) 31,4
в) 62,8

5 Характер изменения емкостного сопротивления X_C при увеличении частоты тока ...

- а) постоянно
б) увеличивается
в) уменьшается

6 Формула закона Ома для цепей переменного тока ...

- а) $I = \frac{U}{R}$
б) $I = \frac{U}{Z}$
в) $I = \frac{X}{U}$

Задание 2. Выполнение расчетов методом векторных диаграмм

Выполните построение векторов тока и напряжения для момента времени $t = 0$.

Варианты заданий представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Варианты заданий.

Вариант	Уравнения
1	$i_1 = 1,3 \sin(\omega t + \frac{\pi}{10})A$; $u_1 = 30 \sin(\omega t - \frac{\pi}{3})B$
2	$i_2 = 0,6 \sin(\omega t - \frac{\pi}{6})A$; $u_2 = 36 \sin(\omega t - \frac{\pi}{9})B$

3	$i_3 = 0,8 \sin(\omega t + \frac{\pi}{4})A ; \quad u_3 = 12 \sin(\omega t)B$
4	$i_4 = 1,8 \sin(\omega t)A ; \quad u_4 = 50 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)B$
5	$i_5 = \sin(\omega t + \frac{\pi}{4})A ; \quad u_5 = 30 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{12}\right)B$
6	$i_6 = 1,5 \sin(\omega t - \frac{\pi}{3})A ; \quad u_6 = 5 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right)B$

Задание 3. Выполнение расчетов простейших цепей переменного тока с активным сопротивлением, катушкой индуктивности и конденсатором, временные и векторные диаграммы

1) Напряжение, изменяющееся по закону $u = 113,5 \sin\left(126t + \frac{\pi}{2}\right)B$,

приложено к катушке с индуктивностью $L = 0,5$ Гн. Определите индуктивное сопротивление катушки X_L , действующие значения тока и напряжения, запишите выражение для мгновенного значения тока и постройте векторную диаграмму.

2) Действующее значение переменного напряжения, измеренное на резисторе с сопротивлением $R = 1,2$ кОм, составляет 820 мВ. Начальная фаза напряжения $\Psi_u = \pi/6$, частота $f = 150$ Гц. Определите амплитудное и действующее значение тока на резисторе, запишите выражение для мгновенного его значения, постройте векторную диаграмму.

3) Через конденсатор, емкостью $C = 0,1$ мкФ проходит ток, действующее значение которого $I = 50$ мА. Частота источника $f = 500$ Гц. Определите сопротивление конденсатора X_c , действующее и амплитудное значение напряжения на конденсаторе, постройте временные и векторные диаграммы.

Задание 4. Выполнение расчета неразветвленной цепи переменного тока с –R, -L, -C сопротивлениями.

Катушка с активным сопротивлением R и индуктивностью L соединена последовательно с конденсатором C и подключена к источнику переменного напряжения с частотой f и амплитудным значением напряжения U_m . Определите действующее значение тока, полное сопротивление цепи, полную, активную и реактивную мощности. Постройте векторную диаграмму токов и напряжений. Значения параметров по вариантам представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Параметры.

Вариант	R , Ом	L , мГн	C , мкФ	U_m , В	f , Гц
1	100	30	60	220	50
2	20	50	25	160	300
3	80	10	4	20	1000
4	50	5	0,4	300	4000
5	10	5	10	30	500
6	2	4	8	5	200

Задание 5. Анализ параметров при резонансе напряжений

Определите неизвестные параметры неразветвленной цепи при работе цепи в режиме резонанса напряжений. Значения параметров даны в таблице 13.

Таблица 13 – Параметры цепи.

Вариант	R , Ом	L , мГн	C , мкФ	U_m , В	$I_{рез}$, А	S , В·А	P , Вт	Q_{L0} , ВАр	Q_{C0} , ВАр	f_0 , Гц	U_R , В	U_C , В	U_L , В
1	*	10	1,0	*	2,5	500	*	*	*	*	*	*	*
2	5	*	6	4	*	*	*	64	*	*	*	*	*
3	*	*	*	*	0,5	30	*	*	240	100	*	*	*
4	40	120	0,2	*	*	*	360	*	*	*	*	*	*
5	*	*	*	*	2,2	*	55	*	*	1500	*	450	*
6	*	80	*	20	*	*	40	*	*	*	*	*	400

Задание 6. Выполнение расчета разветвленной цепи переменного тока

Определите действующие значения токов во всех ветвях, активную, реактивную и полную мощности, $\cos\phi$, постройте векторную диаграмму, если

резистор с сопротивлением $R = 24$ Ом, катушка с индуктивностью $L = 15,9$ мГн и конденсатор с емкостью $C = 15$ мкФ подключены параллельно источнику с амплитудным значением напряжения $U_m = 70$ В и частотой $f = 400$ Гц.

Задание 7. Анализ параметров цепи при резонансе токов.

Катушка с индуктивностью $L = 120$ мГн и конденсатор с емкостью $C = 25$ мкФ соединены параллельно и подключены к источнику переменного тока с действующим значением напряжения $U = 75$ В. Определите резонансную частоту и действующие значения токов в ветвях.

Задание 8 Подготовка к лабораторной работе №7

«Исследование цепи переменного тока с реальной катушкой»

Ход работы:

- 1) Внимательно прочитайте теоретический материал.
- 2) Составьте перечень вопросов преподавателю по материалу, который был непонятен.
- 3) Ответьте на вопросы:
 1. В чем отличие «реальной» катушки индуктивности от идеальной?
 2. Можно ли измерить индуктивное напряжение?

Рекомендуемая литература:

- 1) Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по учебной дисциплине «Электротехника» для студентов специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) (базовая подготовка), с.30 - 35.

Задание 9. Подготовка к лабораторной работе №8
«Исследование цепи переменного тока с реальным конденсатором»

Ход работы:

- 1) Внимательно прочитайте теоретический материал.
- 2) Составьте перечень вопросов преподавателю по материалу, который был непонятен.
- 3) Ответьте на вопросы:
 1. Колебания какой энергии происходят в конденсаторе, включенном в цепь переменного тока?
 2. Какова величина среднего значения мгновенной мощности за период в цепи с идеальной емкостью?

Рекомендуемая литература:

- 1) Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по учебной дисциплине «Электротехника» для студентов специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) (базовая подготовка), с.35-39.

Задание 10. Подготовка к лабораторной работе №9
«Исследование неразветвленной цепи с последовательным соединением активного сопротивления, катушки и конденсатора»

Ход работы:

- 1) Внимательно прочитайте теоретический материал.
- 2) Составьте перечень вопросов преподавателю по материалу, который был непонятен.
- 3) В цепь переменного тока включены последовательно катушка индуктивности и конденсатор. Приведите векторные диаграммы напряжений цепи, если характер полного сопротивления цепи:
 - а) активно – индуктивный;

б) активно –емкостный.

Рекомендуемая литература:

1) Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по учебной дисциплине «Электротехника» для студентов специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) (базовая подготовка), с.39 - 45.

Задание 11. Подготовка к лабораторной работе №10

«Исследование электрической цепи в режиме резонанса напряжений»

Ход работы:

- 1) Внимательно прочитайте теоретический материал.
- 2) Составьте перечень вопросов преподавателю по материалу, который был непонятен.
- 3) Ответьте на вопросы:
 1. Какие графики называют «резонансными кривыми»?
 2. Как по «резонансным кривым» определить параметры цепи в режиме резонанса напряжений?

Рекомендуемая литература:

1) Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по учебной дисциплине «Электротехника» для студентов специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) (базовая подготовка), с.45 - 49.

Задание 12. Подготовка к лабораторной работе №11

«Исследование электрической цепи в режиме резонанса токов»

Ход работы:

- 1) Внимательно прочитайте теоретический материал.

2) Составьте перечень вопросов преподавателю по материалу, который был непонятен.

3) Катушка индуктивности и конденсатор включены в цепь переменного тока параллельно. Приведите векторные диаграммы токов, если известны соотношения между реактивными проводимостями:

а) $B_L > B_C$

б) $B_C > B_L$

в) $B_L = B_C$

Рекомендуемая литература:

1) Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по учебной дисциплине «Электротехника» для студентов специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) (базовая подготовка), с.49 - 55.

Тема 4.3 Символический метод расчета электрических цепей переменного тока.

Цель работы: Закрепление знаний по представлению физических величин комплексными числами и методикам расчета.

Задание 1. Подготовка к тестированию

Ход работы:

- 1) Повторите пройденный материал.
- 2) Ответьте на вопросы теста «Комплексные параметры электрической цепи»

Тест «Комплексные параметры электрической цепи»

1. Сумма двух комплексных чисел $(6+j0) + (4-j8) = \dots$

а) $2+j8$

б) $10 + j8$

в) $10 - j8$

2. Показательная форма комплексного числа $(4+j3)$...

а) $4 e^{-j37^\circ}$

б) $5 e^{j37^\circ}$

в) $5 e^{-j51^\circ}$

г) $5 e^{j51^\circ}$

3. Комплекс полного сопротивления приемника (Ом), если его активное сопротивление $R=8$ Ом, реактивное сопротивление $X_L=6$ Ом

а) $6 - j8$

б) $6 + j8$

в) $8 - j6$

г) $8 + j6$

4. Алгебраическая форма (А) комплекса тока $I = 50 e^{-j30^\circ} A$ - ...

а) $43,3 - j 25$

б) $43,3 + j 25$

в) $25 - j 43,3$

5. Комплексы фазных ЭДС трехфазной системы при прямой последовательности чередования фаз:

а) $\dot{E}_A = E$

$$\dot{E}_B = E e^{j120^\circ}$$

$$\dot{E}_C = E e^{-j120^\circ}$$

б) $\dot{E}_A = E$

$$\dot{E}_B = E e^{-j120^\circ}$$

$$\dot{E}_C = E e^{-j240^\circ}$$

в) $\dot{E}_A = E e^{-j120^\circ}$

$$\dot{E}_B = E e^{-j240^\circ}$$

$$\dot{E}_C = E e^{-j360^\circ}$$

6. Угол поворота вектора (град.) при умножении вектора на $-j$ -...

- а) 90°
- б) -90°
- в) 180°
- г) -180°

7. Угол поворота вектора (град.) при умножении вектора на $e^{j\frac{2\pi}{3}}$ - ...

- а) против часовой стрелки на 120 ;
- б) по часовой стрелке на 120 ;
- в) по часовой стрелке на 240 ;
- г) против часовой стрелки на 240 .

8. Какая запись комплекса полного сопротивления электрической цепи не верна, если $R = 10 \text{ Ом}$, $X_L = 10 \text{ Ом}$ и сопротивления соединены последовательно?

- а) $Z = 10\sqrt{2} e^{-j45^\circ} \text{ Ом}$
- б) $Z = 20e^{j45^\circ} \text{ Ом}$
- в) $\dot{Z} = 10\sqrt{2}e^{j45^\circ} \text{ Ом}$
- г) $\dot{Z} = 10 + j10 \text{ Ом}$
- д) $\dot{Z} = 10\sqrt{2}(\cos 45^\circ + \sin 45^\circ)\text{Ом}$

9. Комплекс действующего значения тока синусоидальной функции времени $i = 141 \sin (\omega t - 120^\circ) \dots$

- а) $\dot{I} = 141\sqrt{2}e^{-j120^\circ} \text{ А}$
- б) $\dot{I} = 100e^{-j120^\circ} \text{ А}$
- в) $\dot{I} = \frac{141}{\sqrt{2}} \text{ А}$
- г) $\dot{I} = 141e^{-j120^\circ} \text{ А}$
- д) $\dot{I} = 141e^{-j(\omega t - 120^\circ)} \text{ А}$

10. Синусоидальная функция времени, представленная комплексным действующим значением напряжения $U = -30 + j40 \text{ В}$.

- а) $u = 50\sqrt{2} \sin(\omega t + 53,1^\circ) \text{ А}$
- б) $u = -30\sqrt{2} \sin(\omega t + 40^\circ) \text{ А}$
- в) $u = 50\sqrt{2} \sin(\omega t - 126,9^\circ) \text{ А}$
- г) $u = 50\sqrt{2} \sin(\omega t + 126,9^\circ) \text{ А}$
- д) $u = 50 \sin(\omega t + 126,9^\circ) \text{ А}$

Задание 2. Выполнение расчетов комплексов сопротивлений однофазной цепи переменного тока

Выполните расчет комплекса полного сопротивления сложной цепи переменного тока. Схема цепи представлена на рисунке 22, варианты заданий в таблице 14.

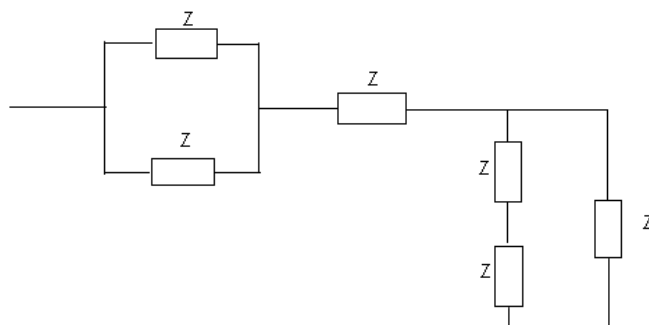


Рисунок 22 – Схема цепи.

Таблица 14 - Варианты заданий.

Комплексы сопротивлений участков цепи	Номер варианта			
	1	2	3	4
\underline{Z}_1	40 Ом	40 Ом	$25 + j14$ Ом	$25 - j14$ Ом
\underline{Z}_2	$6 + j4$ Ом	$6 - j4$ Ом	50 Ом	50 Ом
\underline{Z}_3	$12 + j20$ Ом	$20 + j12$ Ом	$12 - j20$ Ом	$12 - j20$ Ом
\underline{Z}_4	$3 - j10$ Ом	$3 + j10$ Ом	$10 - j3$ Ом	$10 + j3$ Ом
\underline{Z}_5	$8 + j4$ Ом	$-j25$ Ом	$14 + j8$ Ом	$-j60$ Ом
\underline{Z}_6	$j25$ Ом	$8 + j4$ Ом	$j60$ Ом	$14 + j8$ Ом

Пример. Вариант 0.

Дано:

$$\underline{Z}_1 = 8 + j4 \text{ Ом}$$

$$\underline{Z}_2 = 14 + j8 \text{ Ом}$$

$$\underline{Z}_3 = 3 - j10 \text{ Ом}$$

$$\underline{Z}_4 = 20 + j12 \text{ Ом}$$

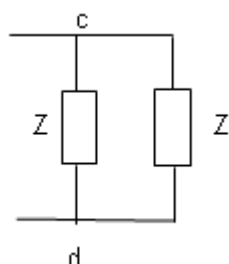
$$\underline{Z}_5 = 25 - j24 \text{ Ом}$$

$$\underline{Z}_6 = -j16 \text{ Ом}$$

Определить $\underline{Z}_{\text{экв}}$, Z , R , X , φ

Расчет

1) Расчет начинаем с самого отдаленного от входных зажимов участка cd . Участок содержит две параллельные ветви. Комплекс эквивалентного сопротивления ветви с двумя сопротивления:



$$\underline{Z}_{45} = \underline{Z}_4 + \underline{Z}_5 = 20 + j12 + 25 - j24 = 45 - j12 \text{ Ом}$$

$$\underline{Z}_{45} = \sqrt{45^2 + (-12)^2} e^{j \arctg \frac{-12}{45}} = 46,57 e^{-j15} \text{ Ом}$$

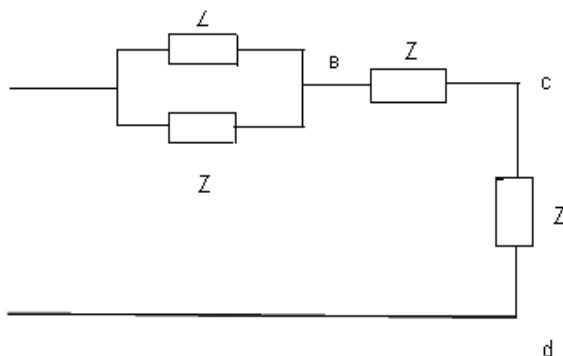
Комплекс эквивалентного сопротивления участка cd

$$\underline{Z}_{456} = \frac{\underline{Z}_{45} \times \underline{Z}_6}{\underline{Z}_{45} + \underline{Z}_6} = \frac{46,57 e^{-j15} \times 16 e^{-j90}}{45 - j12 - j16} = \frac{745,12 e^{-j105}}{\sqrt{45^2 + (-30)^2} e^{j \arctg \frac{-30}{45}}} = \frac{745,12 e^{-j105}}{54,0 e^{-j33,7}} =$$

$$= 13,8 e^{-j105 - (-j33,7)} = 13,8 e^{-j71,3} \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_{456} = 13,8 [\cos(-71,3) + j \sin(-71,3)] = 4,42 - j13 \text{ Ом}$$

2) Начертим схему электрической цепи, после замены трех сопротивлений одним.



На участке bcd сопротивления соединены последовательно. Комплекс эквивалентного сопротивления участка

$$\underline{Z}_{3,4,5,6} = \underline{Z}_3 + \underline{Z}_{4,5,6} = 3 - j10 + 4,42 - j13 = 7,42 - j23 \text{ Ом}$$

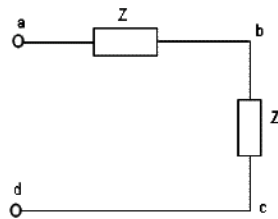
На участке ab сопротивления соединены параллельно.

$$\underline{Z}_{1,2} = \frac{\underline{Z}_1 \cdot \underline{Z}_2}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2}$$

$$\begin{aligned} \underline{Z}_{1,2} &= \\ &= \frac{(8 + j4)(14 + j8)}{8 + j4 + 14 + j8} = \frac{72 + j56 + j64 - 32}{22 + j12} = \frac{40 + j120}{22 + j12} = \frac{\sqrt{40^2 + 120^2} e^{j \arctg \frac{120}{40}}}{\sqrt{22^2 + 12^2} e^{j \arctg \frac{12}{22}}} = \frac{126,5 e^{j71,6}}{25,1 e^{j28,6}} = \\ &= 5 e^{j43} \text{ Ом} \end{aligned}$$

$$\underline{Z}_{1,2} = 5(\cos 43^\circ + j \sin 45^\circ) = 3,66 + j3,4 \text{ Ом}$$

3) Начертим схему электрической цепи, полученную в результате эквивалентных преобразований, проведенных на двух участках.



Полученная цепь содержит два участка, соединенные последовательно.

Комплекс эквивалентного сопротивления цепи:

$$\underline{Z}_\Sigma = \underline{Z}_{1,2} + \underline{Z}_{3,4,5,6} = 3,66 + j3,4 + 7,42 - j23 = 11,08 - j19,6 \text{ Ом}$$

$$\underline{Z}_\Sigma = \sqrt{11,08^2 + (-19,6)^2} e^{j \arctg \frac{-19,6}{11,08}} = 22,5 e^{-j59}$$

Ответ: Модуль полного сопротивления $Z = 22,5 \text{ Ом}$

Активное сопротивление $R = 11,08 \text{ Ом}$

Реактивное сопротивление $X = -19,6 \text{ Ом}$

Начальная фаза $\varphi = -59^\circ$

Задание 3 Выполнение расчета комплексных параметров однофазной цепи переменного тока

Выполните расчет комплексных параметров однофазных цепей, схемы которых представлены на рисунках 23 и 24 в соответствии с заданным вариантом.

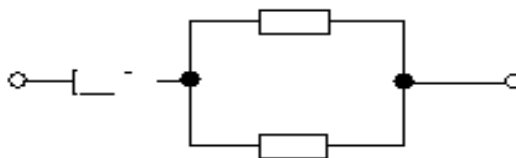


Рисунок 23 - Схема 1

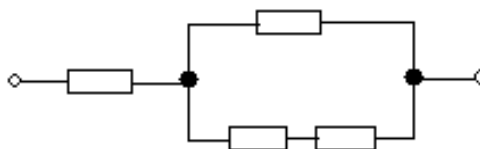


Рисунок 24 – Схема 2.

Таблица 15 - Параметры схемы 1 .

№ Варианта	Параметры	
1	$\dot{I}_1 = 2e^{j30^\circ} A$	$\underline{Z}_1 = (6 - j20,5) \Omega$ $\underline{Z}_2 = (8 + j6) \Omega$ $\underline{Z}_3 = (24 + j18) \Omega$
2	$\dot{I}_2 = 5e^{j0} A$	
3	$\dot{U}_1 = 160e^{j0} B$	
4	$\dot{U}_2 = 100e^{j70^\circ} B$	

Таблица 16 – Параметры схемы 2.

№ Варианта	Параметры	
5	$\dot{I}_1 = 2e^{j30^\circ} A$	$\underline{Z}_1 = (3 + j3,5) \text{ Ом}$
6	$\dot{I}_2 = 5e^{j0^\circ} A$	$\underline{Z}_2 = (6 + j8) \text{ Ом}$
7	$\dot{U}_1 = 100e^{j90^\circ} B$	$\underline{Z}_3 = (7 + j15) \text{ Ом}$
8	$\dot{U}_2 = 200e^{j0^\circ} B$	$\underline{Z}_4 = (13 - j21) \text{ Ом}$

Пример. В сеть напряжением $U = 120B$ и частотой 50Гц включена индуктивная катушка сопротивлением $R = 12\text{Ом}$ и индуктивностью $L = 66,2\text{мГн}$ (рисунок 25). Определить комплекс тока, напряжения на участках цепи, построить треугольники сопротивлений и напряжений.

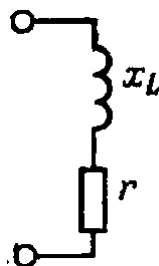


Рисунок 25 – Схема катушки.

Расчет.

- 1) Индуктивное сопротивление катушки

$$X_L = L\omega = 66,2 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 50 = 20,8 \text{ Ом}$$

- 2) Комплекс сопротивления катушки

$$\underline{Z} = R + jX_L = 12 + j20,8 = 24e^{j60^\circ} \text{ Ом}$$

- 3) Так как начальная фаза напряжения не задана, выбираем $\psi_u = 0$, тогда комплекс напряжения

$$\dot{U} = 120e^{j0} B$$

4) Комплекс тока катушки по закону Ома

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{\underline{Z}} = \frac{120e^{j0}}{24e^{j60^\circ}} = 5e^{-j60^\circ} A$$

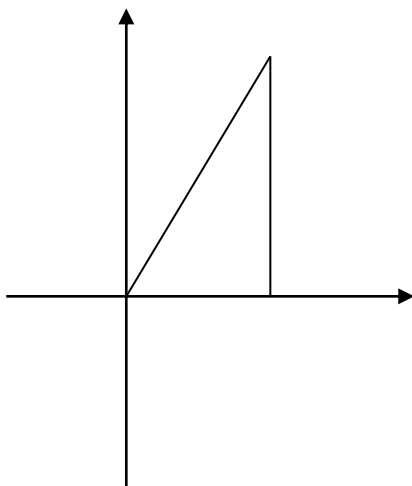
5) Напряжение на активном сопротивлении

$$\dot{U}_{bc} = \dot{I} \cdot R = 5e^{-j60^\circ} \cdot 12 = 60e^{-j60^\circ} B$$

6) Напряжение на реактивном сопротивлении

$$\dot{U}_{ab} = \dot{I} \cdot \dot{X}_L = 5e^{-j60^\circ} \cdot 20,8e^{j90^\circ} = 104e^{j30^\circ} B$$

7) На комплексной плоскости построим треугольник сопротивлений в масштабе $M_R = 6 \text{ Ом/см}$



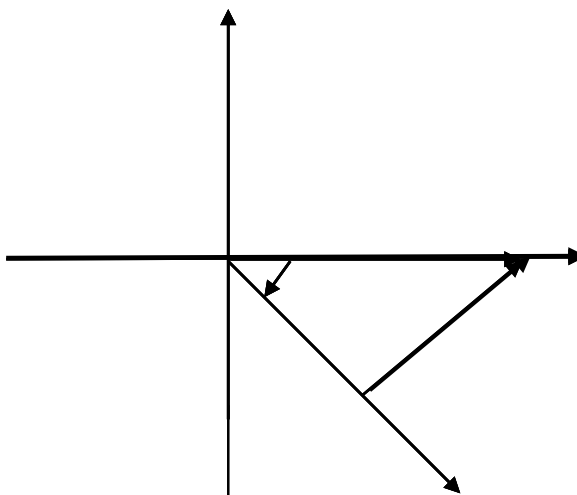
8) По второму закону Кирхгофа напряжение на зажимах цепи $\dot{U}_{ac} = 120e^{j0} B$

$$\dot{U}_{ac} = \dot{U}_{ab} + \dot{U}_{bc}$$

$$\dot{U}_{ab} = 104e^{j30^\circ} B, \quad \dot{U}_{bc} = 60e^{-j60^\circ} B$$

Вектор комплекса тока $\dot{I} = 5e^{-j60^\circ} B$ построим в масштабе $M_I = 1 \text{ А/см}$, начальная фаза тока $\psi_i = -60^\circ$. Вектор активного напряжения \dot{U}_{bc} совпадает по фазе с током, поэтому на направление тока в масштабе $M_U = 30 \text{ В/см}$ откладываем вектор \dot{U}_{bc} . Из конца вектора активного напряжения перпендикулярно вектору тока откладываем вектор реактивного напряжения $\dot{U}_{ab} = jX_L I$. Суммой

является вектор \dot{U}_{ac} с начальной фазой $\psi_u = 0$ вектор $\dot{U} = 120e^{j0}$ лежит на действительной оси.



Задание 4. Подготовка к тестированию.

Ход работы:

- 1) Повторите пройденный материал.
- 2) Ответьте на вопросы теста «Расчет комплексных параметров»

Тест «Расчет комплексных параметров»

1. Комплекс полного сопротивления цепи и комплекс полной мощности, если комплекс тока $I = 4 e^{j30^\circ} A$ и комплекс напряжения $U = 220 e^{-j90^\circ} B$ - ...

- а) $55 e^{-j60^\circ} \text{ Ом}; \quad 880 e^{j60^\circ} \text{ ВА};$
- б) $55 e^{-j120^\circ} \text{ Ом}; \quad 880 e^{-j60^\circ} \text{ ВА};$
- в) $55 e^{-j120^\circ} \text{ Ом}; \quad 880 e^{-j120^\circ} \text{ ВА};$

2. Комплекс полного сопротивления цепи $Z_{\Sigma}(\text{Ом})$ с последовательным соединением двух приемников, $Z_1 = 34 - j 25 \text{ Ом}$ и $Z_2 = 16 + j 55 \text{ Ом}$ - ...

- а) $50 - j 25$
- б) $18 + j 30$
- в) $50 + j 30$

3. Комплекс полного сопротивления цепи Z_{Σ} (Ом) с параллельным соединением двух приемников, $Z_1 = -j 25 \text{ Ом}$ и $Z_2 = 16 + j 25 \text{ Ом}$ - ...

- а) $16 - j 25$
- б) $16 + j 25$
- в) $37,5 - j 25$
- г) $37,5 + j 25$

4. Комплексы фазных ЭДС трехфазной системы при прямой последовательности чередования фаз:

а) $\dot{E}_A = E$

$$\dot{E}_B = E e^{j120^\circ}$$

$$\dot{E}_C = E e^{-j120^\circ}$$

б) $\dot{E}_A = E$

$$\dot{E}_B = E e^{-j120^\circ}$$

$$\dot{E}_C = E e^{-j240^\circ}$$

в) $\dot{E}_A = E e^{-j120^\circ}$

$$\dot{E}_B = E e^{-j240^\circ}$$

$$\dot{E}_C = E e^{-j360^\circ}$$

5. Угол поворота вектора (град.) при умножении вектора на $e^{j\frac{2\pi}{3}}$ - ...

- а) против часовой стрелки на 120;
- б) по часовой стрелке на 120;
- в) по часовой стрелке на 240;
- г) против часовой стрелки на 240.

6. Комплекс сопротивления потребителя переменного тока $\dot{Z} = 15e^{-j90^\circ} \text{ Ом}$, действующее значение тока $I = 2,83 \text{ А}$. Определите выражение мгновенного значения напряжения u , приняв начальную фазу тока $\Psi_i = 18^\circ$...

а) $u = 42,5 \sin \omega t \text{ В}$

б) $u = 60 \sin(\omega t - 108^\circ) \text{ В}$

в) $u = 60 \sin(\omega t - 72^\circ) \text{ В}$

г) $u = 42,5 \sin(\omega t - 72^\circ) \text{ В}$

д) $u = 60 \sin(\omega t - 108^\circ) \text{ В}$

Задание 5. Выполнение расчета комплекса мощности однофазной цепи переменного тока

Выполните расчет комплекса полной мощности для цепи, содержащей активное и реактивные сопротивления, схема которой представлена на рисунке 26. Параметры цепи для вариантов заданий представлены в таблице 17.

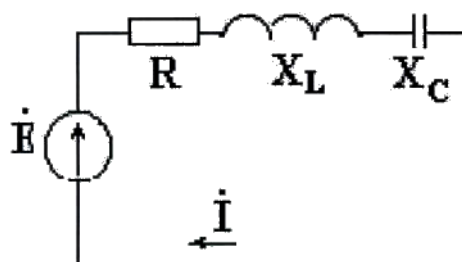


Рисунок 26 – Схема однофазной цепи

Таблица 17 – Параметры однофазной цепи.

№ варианта	Параметры			
	\dot{E} [В]	R [Ом]	X_L [Ом]	X_C [Ом]
1	$127e^{-j30^\circ}$	40	80	50
2	$127e^{j30^\circ}$	30	50	80
3	$220e^{-j60^\circ}$	60	120	40
4	$220e^{j60^\circ}$	80	60	120
5	$220e^{-j30^\circ}$	30	80	80

Раздел 5. Трехфазные цепи

Тема 5.1 Трехфазные системы.

Цель работы: закрепление знаний по устройству и методам расчета параметров трехфазных систем.

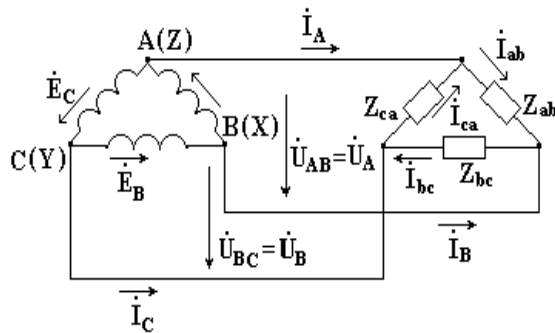
Задание 1. Подготовка к контролю знаний

Ход работы:

- 1) Повторите пройденный материал.
- 2) Ответьте на вопросы теста «Трехфазные системы».

Тест «Трехфазные системы».

1. Способ соединения фаз генератора и нагрузки ...



2. Величины линейных токов I_L (А) при симметричной нагрузке $R_\Phi = 55$ Ом, соединенной треугольником, если линейное напряжение трехфазной цепи $U_L = 380$ В ...

- а) 6,9
- б) 12
- в) 8

3. Формулы расчета мощностей трехфазной цепи при симметричной нагрузке ...

- а) $P = 3 \cdot P_\Phi$
- б) $S = 3 \cdot U_\Phi I_\Phi$
- в) $S = \sqrt{3} U_\Phi I_\Phi$
- г) $S = \sqrt{3} U_L I_L$

4. Величина тока I_N (А) в нейтральном проводе при симметричной нагрузке ...

5. Названия нейтрального провода ...

- а) нулевой.
- б) линейный.
- в) обратный
- г) прямой

Задание 2. Представление параметров трехфазной цепи комплексными величинами.

Для симметричной нагрузки, соединенной звездой

а) дано $U_{\text{л}} = 380 \text{ В}$, $Z_{\text{Ф}} = (95 + j55) \text{ Ом}$; определите $I_{\text{А}}$, $I_{\text{В}}$, $I_{\text{С}}$.

б) дано $U_{\text{л}} = 380 \text{ В}$, $\dot{I}_{\text{С}} = 22e^{j90^\circ} \text{ А}$, $\Psi_{\text{uA}} = 0$, определите $Z_{\text{Ф}}$, $P_{\text{Ф}}$, $Q_{\text{Ф}}$, $S_{\text{Ф}}$.

Тема 5.2 Расчет трехфазной цепи при соединении источника и приемника звездой.

Цель работы: Актуализация знаний физических процессов в электрических цепях трехфазного переменного тока и методов измерения и расчета параметров четырехпроводной трехфазной цепи.

Задание 1. Выполнение расчета тока в нейтральном проводе методом векторных диаграмм.

В четырехпроводную трехфазную сеть включена равномерная активная нагрузка, имеющая сопротивления в фазах А, В и С соответственно 20, 40 и 10 Ом. Определите токи в фазах и ток в нейтральном проводе, если действующее значение линейного напряжения $U_{\text{л}} = 380 \text{ В}$.

Задание 2. Выполнение расчета параметров трехфазной цепи при соединении звездой.

В трехфазную четырехпроводную трехфазную сеть с действующим значением линейного напряжения $U_{\text{л}} = 220 \text{ В}$ включены лампы накаливания. В каждую фазу включены параллельно по 5 ламп мощностью по 60 Вт каждая. Определите линейные токи, токи в фазах и ток в нейтральном проводе в рабочем режиме и при обрыве одного из линейных проводов. Варианты заданий даны в таблице 18.

Таблица 18 – Варианты заданий.

Вариант	Линия обрыва
1	А
2	В
3	С

Задание 3. Подготовка к лабораторной работе №12

«Исследование трехфазной цепи при соединении звездой»

Ход работы:

- 1) Внимательно прочитайте теоретический материал.
- 2) Составьте перечень вопросов преподавателю по материалу, который был непонятен.
- 3) Ответьте на вопросы:

В каждую из фаз трехфазной цепи включены параллельно по три лампы, причем: в фазе А – лампы мощностью по 60 Вт каждая; в фазе В – мощностью по 40 Вт каждая; в фазе С – одна лампа мощностью 100Вт, две лампы мощностью по 40 Вт.

- а) Является ли нагрузка трехфазной цепи симметричной? Поясните.
- б) Определите величину тока в нейтральном проводе, если $U_{\Phi} = 220\text{В}$.

Рекомендуемая литература:

- 1) Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по учебной дисциплине «Электротехника» для студентов специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) (базовая подготовка), с.56 - 62.

Тема 5.3 Расчет трехфазной цепи при соединении источника и приемника треугольником.

Цель работы: Актуализация знаний физических процессов в электрических цепях трехфазного переменного тока и методов измерения и расчета параметров трехпроводной трехфазной цепи.

**Задание 1. Выполнение расчета параметров трехфазных цепей
при соединении треугольником по вариантам.**

К трехфазной сети с действующим значением линейного напряжения $U_{\text{л}} = 220$ В подключена по схеме «треугольник» несимметричная активная нагрузка. Мощности, потребляемые каждой фазой, указаны в таблице 19. Определите действующие значения фазных и линейных токов, постройте векторную диаграмму токов и напряжений.

Таблица 19 – Мощность фаз.

Варианты	Мощности фаз, Вт		
	P_{AB}	P_{BC}	P_{CA}
1	660	1100	220
2	110	1100	550
3	330	825	1430
4	1760	660	825
5	396	990	1210
6	275	528	440

**Задание 2. Выполнение расчета мощности трехфазной цепи
при симметричной и несимметричной нагрузках фаз.**

1) В трехфазную сеть включена равномерная индуктивная нагрузка, соединенная по схеме «треугольник». Коэффициент мощности нагрузки $\cos \varphi = 0,85$, а потребляемая активная мощность $P = 1,44$ кВт. Определите линейный ток и ток в фазе, активное и индуктивное сопротивления, полную и реактивную мощности, потребляемые нагрузкой, если действующее напряжение в фазе $U_{\text{ф}} = 380$ В при частоте $f = 50$ Гц.

2) Приемник электрической энергии соединен по схеме «треугольник», подключен к трехфазной сети с действующим значением линейного напряжения $U_{\text{л}} = 220$ В при частоте $f = 50$ Гц. В фазу АВ включен конденсатор емкостью $C = 116$ мкФ, в фазу ВС – резистор с сопротивлением $R = 27,5$ Ом, в фазу СА – катушка с индуктивностью $L = 87,5$ мГн. Определите действующие значения фазных и линейных токов, полную, активную и реактивную мощности цепи. Постройте векторную диаграмму токов и напряжений.

Задание 3. Подготовка к лабораторной работе №13

«Исследование трехфазной цепи при соединении треугольником»

Ход работы:

- 1) Внимательно прочитайте теоретический материал.
- 2) Составьте перечень вопросов преподавателю по материалу, который был непонятен.
- 3) Ответьте на вопросы.
 1. Под каким напряжением окажутся фазы АВ и СА при обрыве линейного провода А, если $U_{\text{Л}} = 380 \text{ В}$, в случае симметричной и несимметричной нагрузке фаз?
 - а) $R_{\text{AB}} = R_{\text{CA}}$
 - б) $R_{\text{AB}} = 2R_{\text{CA}}$
 - в) $R_{\text{AB}} = 4R_{\text{CA}}$

Рекомендуемая литература:

- 1) Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по учебной дисциплине «Электротехника» для студентов специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) (базовая подготовка), с.62 - 68.

Тема 5.4 Расчет трехфазных цепей в комплексных величинах.

Цель работы: Получение навыков расчета комплексных параметров трехфазной цепи.

Задание 1. Выполнение расчета комплексных параметров трехфазной цепи при различных режимах работы.

Определите комплексы фазных токов и токов нейтральном проводе при несимметричной нагрузке фаз, если действительное напряжение фазы равно 220В. Схема трехфазной цепи представлена на рисунке 27, варианты заданий – в таблице 20.

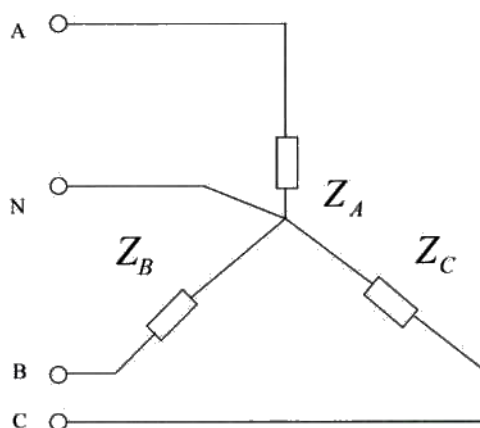


Рисунок 27 – Схема трехфазной цепи.

Таблица 20 – Варианты заданий.

№ Варианта	Сопротивления					
	Z_A		Z_B		Z_C	
	R, Ом	X, Ом	R, Ом	X, Ом	R, Ом	X, Ом
1	—	$X_C = 125$	30	$X_L = 82.7$	160	$X_L = 120$
2	60	$X_C = 80$	—	$X_C = 55$	62,8	—
3	25	$X_L = 46$	196	$X_L = 100$	75	$X_C = 80.5$
4	75	—	69	$X_C = 40.5$	—	$X_C = 40$
5	50	—	30	$X_L = 82.5$	—	$X_C = 55$
6	100	$X_L = 100$	60	$X_C = 80$	75	—

Задание 2. Подготовка к контрольной работе

Ход работы:

- 1) Повторите пройденный материал.
- 2) Выполните задания варианта 0.

Вариант 0

Задание 1

Дайте определения фазного и линейного токов. Приведите соотношения между фазными и линейными токами при соединениях «звезда» и «треугольник».

Задание 2

Нарисуйте схему соединения обмоток генератора треугольником, обозначьте все зажимы. Объясните способ соединения.

Задание 3

Фазное напряжение на клеммах симметричной трехфазной цепи $U_{\phi} = 220\text{В}$. Нагрузка соединена по схеме звезда, полное сопротивление одной фазы $Z_{\phi} = 40\text{ Ом}$, коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,75$. Определить полную S , активную P и реактивную Q мощности, потребляемые цепью.

Задание 4

Линейное напряжение на зажимах четырехпроводной трехфазной цепи $U_L = 127\text{ В}$. Нагрузка фаз активная, несимметричная: $R_A = 10\text{ Ом}$, $R_B = 40\text{ Ом}$, $R_C = 20\text{ Ом}$. Найти фазные токи I_A , I_B , I_C , ток в нейтральном проводе I_N .

Рекомендуемая литература:

- 1) Методические рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы по дисциплине «Электротехника» для студентов специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) (базовая подготовка), с.58-64.
- 2) Конспекты студента по дисциплине «Электротехника»

Тема 5.5 Вращающееся магнитное поле, создаваемое трехфазным током.

Цель работы: Закрепление знаний о сущности физических процессов при возникновении вращающегося магнитного поля.

Задание 1. Подготовка к контролю знаний.

Ход работы:

- 1) Повторите пройденный материал.
- 2) Ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

1. Как получить вращающееся магнитное поле двухфазным током?
2. Что является необходимым и достаточным условием получения вращающегося магнитного поля в электрической машине?

3. Дайте обоснование возможности получения вращающегося магнитного поля?
4. Каково направление вращения магнитного поля?

Раздел 6. Электрические цепи при периодических несинусоидальных токах и напряжениях.

Тема 6.1 Несинусоидальные периодические ЭДС, напряжения и токи в электрических цепях.

Цель работы: Закрепление знаний о сущности физических процессов, протекающих в электрических цепях при возникновении несинусоидальных эдс, напряжений и токов.

Задание 1. Подготовка к контролю знаний.

Ход работы:

- 1) Повторите пройденный материал.
- 2) Ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

- 1) Где применяются периодические несинусоидальные токи и напряжения.
- 2) Причины возникновения высших гармоник в сетях переменного тока?
- 3) Расскажите об отрицательном воздействии высших гармоник на оборудование.
- 4) Что представляет собой прибор «Анализатор гармоник»?

Тема 6.2 Математическое описание несинусоидальных периодических сигналов.

Цель работы: Освоение методики описания несинусоидальных периодических сигналов.

Задание 1. Подготовка к контролю знаний

Ход работы:

- 1) Повторите пройденный материал.
- 2) Ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

- 1) Что называют «рядом Фурье»?

- 2) Запишите ряд Фурье.
- 3) Приведите пример электрических сигналов, описываемых функцией, симметричной относительно оси ординат.
- 4) Приведите пример электрических сигналов, описываемых функцией, симметричной относительно начала координат? Дайте аналитическую запись такой функции.
- 5) График какой функции, разложенной в ряд Фурье, содержит только косинусоиды с нечетным номером? Нарисуйте график.

Тема 6.3. Линейные цепи при периодических несинусоидальных ЭДС.

Цель работы: Развитие умений расчета линейных цепей при периодических несинусоидальных токах и напряжениях.

Задание 1. Выполните анализ линейных цепей при периодических несинусоидальных токах и напряжениях, решение задач по образцу

Катушка с активным сопротивлением $R = 18 \text{ Ом}$ и индуктивностью $L = 0,0383 \text{ Гн}$ соединена последовательно с конденсатором $C = 88,5 \text{ мкФ}$. На зажимах цепи действует напряжение $u = 200 + 300 \sin 314t + 150 \sin 3 \cdot 314t$. Найдите выражение для мгновенного значения тока в цепи.

Тема 6.4 Нелинейные цепи при периодических синусоидальных токах и напряжениях.

Цель: Закрепление знаний о сущности физических процессов, протекающих в электрических цепях и методов измерения и расчета параметров.

Задание 1. Подготовка к контролю знаний

Ход работы

- 1) Повторите пройденный материал.
- 2) Ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

- 1) Перечислите нелинейные реактивные элементы.
- 2) Перечислите инерционные элементы с нелинейными сопротивлениями
- 3) Где применяются активные и реактивные элементы?
- 4) Какие вы знаете безинерционные нелинейные элементы?
- 5) Какие режимы нелинейных цепей создаются специально?
- 6) В чем заключается вредный эффект нелинейности?
- 7) Какие свойства реализуют элементы с несимметричными характеристиками?

Задание 2. Подготовьтесь к лабораторной работе №14 «Исследование характера потерь мощности в катушке с ферромагнитным сердечником».

Ход работы

1. Внимательно прочитайте теоретический материал.
2. Составьте перечень вопросов преподавателю по материалу, который был непонятен.
3. Ответьте на вопрос: «Как влияет вид ферромагнетника на величину потерь?»

Рекомендуемая литература:

- 1) Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по учебной дисциплине «Электротехника» для студентов специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) (базовая подготовка), с.68 - 72.

Раздел 7 Переходные процессы в электрических цепях

Тема 7.1 Основные сведения о переходных процессах.

Цель работы: Закрепление знаний о сущности физических процессов, протекающих в электрических цепях.

Задание 1. Подготовьтесь к контролю знаний

Ход работы

- 1) Повторите пройденный материал.
- 2) Ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

- 1) Какие режимы называют установившимися?
- 2) Какие режимы называют переходными?
- 3) Что называют «коммутацией»?
- 4) Причины трудностей при экспериментальном изучении переходных процессов?
- 5) Сформулируйте закон коммутации для индуктивности.
- 6) Сформулируйте закон коммутации для емкости.
- 7) Расскажите о составляющих переходных процессов.
- 8) Название временной характеристики переходных процессов? Как ее рассчитать?

Тема 7.2 Анализ переходных процессов в катушке индуктивности и конденсаторе.

Цель работы: Закрепление знаний физических процессов в электрических цепях переменного тока и методов измерения и расчета параметров; развитие умений выполнять расчет переходных процессов в активно – емкостной цепи; анализировать основные параметры электрических схем при различных режимах работы.

Задание 1. Выполнение расчета переходных процессов в активно - емкостной цепи

Электрическую цепь с активным сопротивлением R и емкостью C (рисунок 28) подключили к источнику с ЭДС $E = \text{const}$. Выполните графики переходных процессов: $u_R(t)$, $u_C(t)$, $i(t)$. Варианты расчетных заданий даны в таблице 21.

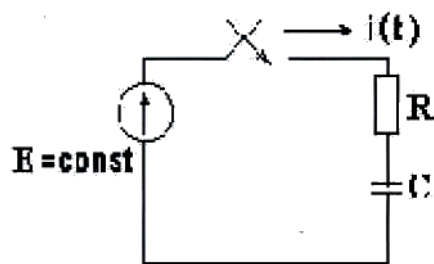


Рисунок 28 – Электрическая цепь.

Таблица 21 – Варианты расчетных заданий.

Параметры	Вариант №					
	1	2	3	4	5	6
Е, В	100	100	80	80	50	50
Р, кОм	5	10	4	8	4	10
С, мкФ	2	2	0,2	0,1	2	0,1

Задание 2. Подготовьтесь к лабораторной работе №15 «Исследование переходных процессов в активно – емкостной цепи»

Ход работы:

1. Внимательно прочитайте теоретический материал.
2. Составьте перечень вопросов преподавателю по материалу, который был непонятен.
3. Ответьте на вопрос: «Как изменится постоянная времени переходного процесса при разрядке конденсатора, если сопротивление увеличить в 2 раза?»

Рекомендуемая литература:

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по учебной дисциплине «Электротехника» для студентов специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) (базовая подготовка), с.72 - 83.

Задание 3. Анализ переходных процессов в катушке при изменении параметров электрической цепи.

Катушка с сопротивлением R и индуктивностью L соединена параллельно с резистором R_p и подключена к источнику постоянного напряжения U . Выполните графики тока в цепи $i(t)$ при отключении цепи от источника напряжения U . Варианты параметров цепи приведены в таблице 22.

Таблица 22 - Параметры цепи с катушкой индуктивности.

Параметр, единица измерения	Вариант			
	1	2	3	4
U , В	100	150	100	100
L , Гн	0.1	0.1	0.1	0.2
R_k , Ом	10	10	10	10
R_p , Ом	0	0	10	0

Проанализируйте характер изменения графика тока $i(t)$ в зависимости от характера изменения параметров цепи. Сделайте вывод.

Раздел 8 Однородные линии

Тема 8.2 Режимы работы длинной линии без потерь

Цель работы: Расширение и закрепление знаний о сущности физических процессов, протекающих в электрических цепях, методах расчета параметров.

Задание. Осуществите поиск информации в Интернете, подготовьте реферат «Длинные линии».

Ход работы

- 1) Выполните поиск информации в Интернете.
- 2) Оформите реферат. При оформлении воспользуйтесь приложением Д.

Рекомендуемая литература.

Основные источники:

1. Лоторейчук, Е. А. Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс]: учебник/ Е. А. Лоторейчук. - М.: ИД «ФОРУМ», 2019. - 317 с. - (Профессиональное образование). – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/992810>
2. Немцов М.В., Электротехника и электроника [текст]: учебник / М.В. Немцов, М.Л. Немцова.- 1-е изд.- М.: Академия, 2018. — 480с.
3. Синдеев, Ю.Г. Электротехника с основами электроники [Текст] : учеб. пособие для СПО / Ю. Г. Синдеев. - Ростов н/Д.: Феникс, 2018. - 407 с.: ил
4. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по учебной дисциплине «Электротехника» для студентов специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) (базовая подготовка) [Текст] / В.В. Лыкова; ЮУрГТК. - Челябинск: РИО, 2019. - 85с.

Дополнительные источники:

5. Гальперин М.В. Электротехника и электроника [Электронный ресурс]. Учебник. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. — 480 с. <http://znanium.com/catalog/product/1008791>
6. Ситников, А. В. Основы электротехники [Электронный ресурс] : учебник/ А. В. Ситников. - М. : НИЦ ИНФА-М, 2017. - 288 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/929965>
7. Славинский А.К., Туревский И.С.. Электротехника с основами электроники [Электронный ресурс]: учебное пособие - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 448 с.- Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/989315>

Интернет-ресурсы:

<https://www.window.edu.ru>

<https://www.electrolibrary.info>

<https://www.1elec.ru>

<https://www.1el.ru>

<https://www.electric-find.com>

<https://www.kgau.ru>

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

Измеряемая величина		Базовое выражение	Единица измерения	
Наименование	Обозначение		Наименование	Обозначение
Заряд электрический	q	—	кулон	Кл
Сила тока: постоянного переменного	I i	q/t $i = \Delta q / \Delta t$	ампер	А
Плотность тока	j	$j = I/S$	ампер на квадратный метр	А/м ²
Потенциал	φ	—	вольт	В
Напряжение электрическое: постоянного тока переменного тока: мгновенное максимальное действующее	U u U_m U	$U = \varphi_1 - \varphi_2$ $u = U_m \sin \omega t$ $0,707 U_m$	вольт	В
Электродвижущая сила: мгновенная максимальная действующая	e E_m E	$e = -\Delta \Phi / \Delta t$	вольт	В
Сопротивление электрическое: активное реактивное полное	R X Z	$R = \rho l / S$ $X_L - X_C$ $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$	ом	Ом

Измеряемая величина		Базовое выражение	Единица измерения	
Наименование	Обозначение		Наименование	Обозначение
Проводимость: активная реактивная полная	g b y	$g = R/Z^2$ $b = X/Z^2$ $y = \sqrt{g^2 + b^2}$	сименс	См
Сопротивление электрическое удельное	ρ	—	ом-метр	Ом·м
Мощность: активная реактивная полная	P Q S	$P = UI \cos \varphi$ $Q = UI \sin \varphi$ $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$	ватт вар вольт-ампер	Вт вар В·А
Угол сдвига фаз между напряжением и током	φ	—	градус	°
Коэффициент мощности	$\cos \varphi$	$\cos \varphi = P/S$	—	—
Емкость	C	$C = q/U = \varepsilon_a S/d$	фарад	Ф
Электрическая постоянная	ε_0	$\varepsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{-12}$	фарад на метр	Ф/м
Диэлектрическая проницаемость: абсолютная относительная	ε_a ε	$\varepsilon_a = \varepsilon_0 \varepsilon$ —	фарад на метр —	Ф/м —
Емкостное сопротивление	X_C	$X_C = 1/(\omega C)$	ом	Ом
Индуктивность	L	$L = \Psi/I = \mu_a w^2 S/l$	генри	Гн
Магнитная постоянная	μ_0	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$	генри на метр	Гн/м
Магнитная проницаемость: абсолютная относительная	μ_a μ	$\mu_a = \mu_0 \mu$ —	генри на метр —	Гн/м —

Измеряемая величина		Базовое выражение	Единица измерения	
Наименование	Обозначение		Наименование	Обозначение
Индуктивное сопротивление	X_L	$X_L = \omega L$	ом	Ом
Индукция магнитная	B	$B = \Phi / S$	тесла	Тл
Напряженность магнитная	H	$H = B / \mu_a$	ампер на метр	А/м
Намагничивающая (магнитодвижущая) сила	F_M	$F_M = Iw$	ампер	А
Число витков	w	—	—	—
Магнитный поток	Φ	Iw / R_M	вебер	Вб
Потокосцепление	Ψ	Φw	вебер	Вб
Напряжение магнитное	U_M	$U_M = Hl$	ампер	А
Сопротивление магнитное	R_M	$R_M = l / (\mu_a S)$	генри в минус первой степени	Гн ⁻¹
Коэффициент трансформации	k_{21}	$k_{21} = w_2 / w_1$	—	—
Сила электромагнитная	$F_{эм}$	$F_{эм} = c_M BI$	ньютон	Н
Частота колебаний:	угловая	$\omega = 2\pi f$	радиан в секунду	рад/с
	циклическая	$1/T$	герц	Гц
Период	T	—	секунда	с
Число пар полюсов	p	—	—	—
Синхронная скорость	n_1	$60 f / p$	обороты в минуту	об/мин
Скольжение	S	$(n_1 - n) / n_1$	—	—

ОБОЗНАЧЕНИЯ КРАТНЫХ И ДОЛЬНЫХ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ

Мно- житель	При- ставка	Обозначения		Мно- житель	При- ставка	Обозначения	
		русские	латинские, греческие			русские	латинские, греческие
10^{12}	тера	Т	T	10^{-1}	деци	Д	d
10^9	гига	Г	G	10^{-2}	санти	с	c
10^6	мега	М	M	10^{-3}	милли	м	m
10^3	кило	к	k	10^{-6}	микро	мк	μ
10^2	гекто	г	h	10^{-9}	нано	н	n
10^1	дека	да	da	10^{-12}	пико	п	p

**СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
ПРОНИЦАЕМОСТИ ϵ_R ОСНОВНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ
МАТЕРИАЛОВ.**

Материал	ϵ	Материал	ϵ
Воздух	1	Текстолит	7
Масло трансформаторное	2,2	Стекло	8
Бумага	3,5	Шифер	10
Слюда	5	Спирт	33
Фарфор	6	Вода	81

**УДЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ
И ТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ
СОПРОТИВЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ
МАТЕРИАЛОВ**

Материал проводника	Удельное электрическое сопротивление ρ , Ом·мм ² /м	Температурный коэффициент сопротивления α , 1/°С
Серебро	0,016	0,004
Медь	0,0175	0,004
Алюминий	0,029	0,004
Вольфрам	0,056	0,005
Платина	0,1	0,004
Сталь	0,12	0,006
Манганин	0,42	0,000006
Константан	0,48	0,00004
Нихром	1,1	0,0001
Фехраль	1,4	0,0002

Подготовка рефератов

Реферат (от лат. *refereo* ‘сообщаю’) – краткое изложение в письменном виде или в форме публичного доклада содержания научного труда (трудов), литературы по теме.

Это самостоятельная научно – исследовательская работа студента, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы; приводит различные точки зрения, а так же собственные взгляды на неё. Содержание реферата должно быть логичным; изложение материала носить проблемно – тематический характер. Тематика рефератов определяется преподавателем, но в определении темы инициативу может проявить и студент.

Прежде чем выбрать тему для реферата, автору необходимо выяснить свой интерес, определить, над какой проблемой он хотел бы поработать, более глубоко её изучить.

Этапы работы над рефератом:

1 Выбор темы:

- не беритесь за тему, которую вам навязывают, когда к ней, что называется, не лежит душа. В большинстве случаев хорошо получается только та работа, к которой испытываешь интерес

- предпочтительно, чтобы окончательная формулировка темы была чёткой и достаточно краткой. В ней не должно быть длиннот, придаточных предложений. Хорошо, если в названии будет указан ракурс вашего подхода к теме.

- не считайте, что тема должна полностью определять все содержание и строение дисциплины. Как правило, в процессе написания выявляются новые нюансы вопроса, порой возникают довольно продуктивные отвлечения от основной темы, и сама формулировка проблемы часто конкретизируется и немного меняется. Лучше подкорректировать тему под уже написанный текст, чем переписывать текст до тех пор пока он, наконец, идеально совпадёт с

выбранной вами темой. Поэтому формулируйте тему так, чтобы была возможность всё – таки её подкорректировать

- если тема уже утвержден, а вам вдруг она показалась уже не интересной, слишком простой или, наоборот, слишком трудной, не просите заменить её. Раз так получилось, с большей вероятностью можно предположить, что как только тему сменят, она опять вам разонравится. Старайтесь доводить начатое до конца. Однако если написанная работа никак не клеится и вы уверены, что это из – за темы, - попробуйте её сменить.

2 Подбор источников по теме (как правило, при разработке реферата используется не менее 8 – 10 различных источников):

- студенты самостоятельно подбирают литературу, необходимую при написания реферата. Для этого они должны научиться работать с каталогами

- составление библиографии

3 Обработка и систематизация информации

Рекомендации по обработке текста источников литературы даны выше

4 Разработка плана реферата

Структура реферата должна быть следующей:

- титульный лист

- оглавление (в нём последовательно излагаются названия пунктов реферата, указываются страницы, с которых начинается каждый пункт).

- введение (формулируется суть исследуемой проблемы, обосновывается выбор темы, определяется её значимость и актуальность, указывается цель задачи реферата, даётся характеристика используемой литературы)

- основная часть (каждый раздел её, доказательно раскрывая отдельную проблему или одну из её сторон, логически является продолжением предыдущего; в основной части могут быть предоставлены таблицы, графики, схемы)

- заключение (подводятся итоги или даётся обобщённый вывод по теме реферата, предлагаются рекомендации)

- список литературы

5 Написание реферата:

- *рубрикация текста.*

Под рубрикацией текста понимается его членение на логически самостоятельные составные части.

Если введение и заключение обычно бывают цельными, то основная часть, в свою очередь, подвергается более дробной рубрикации на главы и параграфы. Она осуществляется посредством нумерации и заголовков.

Каждый заголовок должен строго соответствовать содержанию следующего за ним текста.

Название глав и параграфов не следует делать ни слишком многословными, длинными, ни чересчур краткими. Длинные заголовки, занимающие несколько строк, выглядят громоздкими и с трудом воспринимаются. Тем более, что названия глав и параграфов набираются более крупными буквами. Слишком краткое название теряет всякую конкретность и воспринимается как общее. В заголовок не следует включать узкоспециальные термины, сокращения, аббревиатуру, формулы.

Помимо выделения частей текста, имеющих названия и номера, существует более дробная рубрикация без использования номеров и названий. Это деление текста на абзацы, то есть периодическое логически обусловленное отделение фрагментов написанного друг от друга с отступом вправо в начале первой строчки фрагмента. Абзацы позволяют сделать излагаемые мысли более рельефными, облегчают восприятие текста при чтении и его осмысление.

Желательно, чтобы объём абзацев был средним. Редкость отступов делает текст монотонным, а чрезмерная частота мешает сосредоточиться читателю на мысли автора.

Между абзацами непременно должна существовать логическая связь, объединяющая их в цельное повествование.

- *стилистика текста*

Очень важно не только то, как вы раскроете тему, но и язык, стиль, общая манера подачи содержания.

Научный текст красив, когда он максимально точен и лаконичен. Используемые в нём средства выражения прежде всего должны отличаться точностью, смысловой ясностью. Ключевые слова научного текста – это не просто слова, а понятия. Когда вы пишете, пользуйтесь понятийным аппаратом, то есть установленной системой терминов, значение и смысл которых должен быть для вас не расплывчатым, а чётким и ясным. Необходимость следить за тем, чтобы значение используемых терминов соответствовало принятому в данной дисциплине употреблению.

Вводные слова и обороты типа «итак», «таким образом» показывают, что данная часть текста служит как бы обобщением изложенного выше. Слова и обороты «следовательно», «отсюда следует, что...» свидетельствуют о том, что между сказанным выше и тем, что будет сказано сейчас, существуют причинно – следственные отношения. Слова типа «вначале», «во – первых», «во – вторых», «прежде всего», «наконец», «в заключении сказанного» указывают на место излагаемой мысли или факта в логической структуре текста. Слова и обороты «однако», «тем не менее», «впрочем», «между тем» выражают наличие противоречия между только что сказанным и тем, что сейчас будет сказано.

Обороты типа «рассмотрим подробнее...» или «перейдём теперь к...» помогают более чёткой рубрикации текста, поскольку подчёркивают переход к новой невыделенной особой рубрикой части изложения.

Показателем культуры речи является высокий процент в тексте сложносочинённых и сложноподчинённых предложений. Сплошной поток простых предложений производит впечатление примитивности и смысловой бедности изложения. Однако следует избегать слишком длинных, запутанных и громоздких сложных предложений, читая которые, к концу забываешь, о чём говорилось в начале.

В тексте не должно быть многословия, смыслового дублирования, тавтологий. Его не стоит загромождать витиеватыми канцелярскими

оборотами, ненужными повторами. Никогда не употребляйте слов и терминов, точное значение которых вам не известно.

- цитаты и ссылки

Необходимым элементом написания работы является цитирование. Цитаты в умеренных количествах украшают текст и создают впечатление основательности: вы подкрепляете и иллюстрируете свои мысли высказываниями авторитетных учёных, выдержками из документов и т.д. Однако цитирование тоже требует определённых навыков, поскольку на цитируемый источник надо грамотно оформить ссылку. Отсутствие ссылки представляет собой нарушение авторских прав, а неправильно оформленная ссылка рассматривается как серьёзная ошибка. Умение правильно, с соблюдением чувства меры, к месту цитировать источник – один из самых необходимых навыков при выполнении рефератов и докладов, т.к. обилие цитат может произвести впечатление несамостоятельности всей работы в целом.

Наиболее распространённая форма цитаты – *прямая*.

Например: «Язык, - отмечал А.П. Чехов, - должен быть прост и изящен».

Если вы цитируете источник, обязательно нужно на него сослаться. В студенческих работах обычно это делается с помощью *подстраничных сносок*, хотя вообще практикуется в составлении примечаний.

Сноски помещаются внизу той страницы, на которой было осуществлено цитирование, под текстом. В конце цитаты ставится арабская цифра, обозначающая порядковый номер сноски на данной странице. Далее вы называете издание, на которое ссылаетесь, в таком порядке: фамилия и инициалы автора, точка, полное заглавие книги, точка, тире, краткие выходные данные – как было описано применительно к библиографическому списку, точка, тире, номер страницы, где расположено цитируемое высказывание.

Например: «В России, как и на западе, социологические исследования правовых явлений с самого начала осуществлялись преимущественно силами

юристов в рамках юридической науки и были направлены на приращение научного знания о праве»¹.

¹Лопалева В.В. Социология права. – М.: Норма, 2006. – С.18.

Если вам нужно сослаться на статью, опубликованную в журнале, это будет выглядеть так:

Например: Симкин Л. Правосудие и власть // Новый мир. 2005. №7 С.17.

- сокращения в тексте

В текстах принята единая система сокращений, которой необходимо следовать и при написании работы. Обязательно нужно сокращать слова «век», «год» при указании конкретных дат и просто хронологических границ описываемых явлений и событий. Когда эти слова употребляются в единственном числе, при сокращении оставляется только первая буква: 1967г., XX в. Если речь идёт о нескольких датах или веках, или о периоде, длившемся с какого – то года по какой – то на протяжении нескольких веков, первая буква слова «век» или «год» удваивается: 1902 – 1917 гг., X – XIV вв.

Выражение «до нашей эры» сокращается только так: «до н.э.»; «нашей эры» - «н.э.».

Сложные термины, названия организаций, учреждений, политических партий сокращаются с помощью установленных аббревиатур, которые состояются из первых букв каждого слова, входящего в название. Так, вместо слов «высшее учебное заведение» принято писать «вуз»

(обратите внимание на то, что в данном случае все буквы аббревиатуры – строчные). Название учебных и академических учреждений тоже сокращаются по первым буквам: Российская Академия наук – РАН. Аббревиатуры названий общеизвестных политических партий, например, ЛДПР не объясняются, если же речь идёт об организации или партии, которую знают не все, при первом использовании аббревиатуры её названия следует в скобках или в сноске объяснять её значение. В академическом тексте можно пользоваться и

аббревиатурами собственного сочинения, сокращая таким образом, часто встречающихся в работе сложные составные термины. При первом употреблении такой аббревиатуры необходимо в скобках или в сноске дать её объяснение.

В конце предложения (но не в середине!) принято иногда пользоваться установленными сокращениями некоторых слов и оборотов, например: «и др.» (и другие), «и т.п.» (и тому подобное), «и т.д.» (и так далее), «и пр.» (и прочее). Оборот «то есть» сокращается по первым буквам: «т.е.». Внутри предложения такие сокращения не допускаются.

Некоторые виды сокращений допускаются и требуются только в ссылках, тогда как в самом тексте их не должно быть. Это «см.» (смотри), «ср.» (сравни), «напр.» (например), «акад.» (академик), «проф.» (профессор).

Названия единиц измерения при числовых показателях сокращаются строго установленным образом: оставляется строчная буква названия единицы измерения, точка после неё не ставится: 3л (три литра), 5м (пять метров), 7т (семь тонн), 4 см (четыре сантиметра).

Порядковые числительные – «первый», «пятых», «двести восьмой» пишутся словами, а не цифрами. Если порядковое числительное входит в состав сложного слова, оно записывается цифрой, а рядом через дефис пишется вторая часть слова, например: «девятипроцентный раствор» записывается как «9 – процентный раствор».

Однозначные количественные числительные в тексте пишутся словами: «в течение шести лет», «сроком до пяти месяцев». Многозначные количественные числительные записываются цифрами: «115 лет», «320 человек». В тех случаях, когда числительным начинается новый абзац, оно записывается словами. Если рядом с числом стоит сокращённое название единицы измерения, числительное пишется цифрой независимо от того, однозначное оно или многозначное.

Количественные числительные в падежах кроме именительного, если записываются цифрами,

требуют добавления через дефис падежного окончания: «в 17-ти», «до 15-ти». Если за числительным следует относящееся к нему существительное, то падежное окончание не пишется: «в 12 шагах», а не в «12-ти шагах».

Порядковые числительные, когда они записываются арабскими цифрами, требуют падежных окончаний, которые должны состоять:

- Из одной буквы в тех случаях, когда перед окончанием числительного стоит одна или две согласные или «й»: «5-я группа», а не «5-ая», «в 70-х годах», а не «в 70-ых»;
- Из двух букв, если числительное оканчивается на согласную и гласную: «2-го», а не «2-ого» или «2-о».

Если порядковое числительное следует за существительным, к которому относится, то оно пишется цифрой без падежного окончания: «в параграфе 1», «на рис. 9».

Порядковые числительные, записываются римскими цифрами, никогда не имеют падежных окончаний, например, «в XX веке», а не «в XX-ом веке», «III съезд РСДРП», а не «III-й съезд» и т.п.

Правила выполнения внеаудиторной самостоятельной работы студентов по подготовке рефератов

При выборе темы реферата старайтесь руководствоваться:

- вашими возможностями и научными интересами
- глубиной знания по выбранному направлению
- желанием выполнить работу теоретического, практического или опытно – экспериментального характера
- возможностью преемственности реферата с выпускной квалификационной работой

Объём реферата может колебаться в пределах 5 – 15 печатных страниц; все приложения к работе не входят в её объём.

Реферат должен быть выполнен грамотно, с соблюдением культуры изложения.

Обязательно должны иметься ссылки на используемую литературу.

Должна быть соблюдена последовательность написания библиографического аппарата.

Требования к оформлению внеаудиторной самостоятельной работы студентов по подготовке рефератов

Реферат должен быть отпечатан на компьютере. Текст реферата должен быть отпечатан на бумаге стандартом А4 с оставлением полей по стандарту: верхнее и нижнее поля по 2,5 см., слева - 3 см., справа – 1 см.

Заглавия (название глав, параграфов) следует печатать жирным шрифтом (16), текст – обычным шрифтом (14) и интервалом между строк 1,5.

В тексте должны быть четко выделены абзацы. В абзаце отступление красной строки должно составлять 1,25 см., т.е. 5 знаков (печатается с 6-го знака).

Работа должна иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами. Номер страницы ставится в правом нижнем углу без точки на конце.

Нумерация страниц документа (включая страницы, занятые иллюстрациями и таблицами) и приложений, входящих в состав этого документа, должна быть сквозной, первой страницей является титульный лист (Приложение 3).

На втором листе документа помещают содержание, включающее номера и наименование разделов и подразделов с указанием номеров листов (страниц). Слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа (части) и обозначаться арабскими цифрами без точки, записанными с абзацевого отступа. Раздел рекомендуется начинать с нового листа (страницы). «Введение» и «Заключение» не нумеруются.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится.

Разделы и подразделы должны иметь заголовки, кратко и четко отражающие содержание разделов и подразделов. Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов по слогам в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояния между заголовком и текстом при выполнении документа машинописным способом должно быть равно 3-4 интервалам. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 2 интервала.

В текстовый документ можно помещать иллюстрации (эскизы, диаграммы, фотографии и т.п.).

Все иллюстрации называют рисунками и нумеруют арабскими цифрами сквозной нумерацией по всему документу.

Иллюстрации можно располагать как по тексту, так и на отдельных листах. Иллюстрации на отдельных листах можно сводить в приложение, которое брошюруют отдельно или помещают в конце документа.

Иллюстрация при необходимости может иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Наименование и подрисуночный текст должны быть по возможности краткими, четкими и должны пояснять сущность иллюстрации без обращения к основному тексту. Слово «Рисунок» и наименование помещают после подрисуночного текста (Рисунок 2 -Структура кадров).

Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

РЕФЕРАТ

Тема _____

Дисциплина _____

Специальность _____

Студент (ка) _____

Группа _____

Преподаватель _____

Дата _____

Оценка _____

2019 г.

Выполнение схем

Схемы в зависимости от элементов и связей между ними подразделяют на следующие виды, обозначенные буквами: электрические - Э, гидравлические - Г, пневматические - П.

По основному назначению, схемы подразделяют на типы, обозначенные цифрами: структурные -1, функциональные - 2, принципиальные (полные) - 3, соединений (монтажные) - 4, подключения - 5, общие - 6, расположения - 7, объединенные -0.

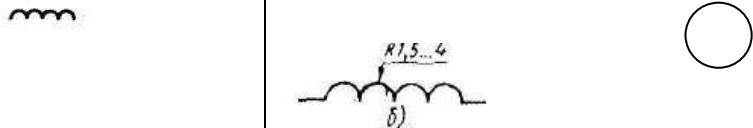

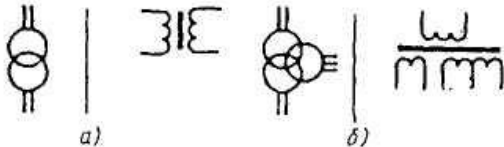
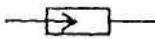

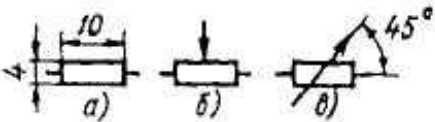
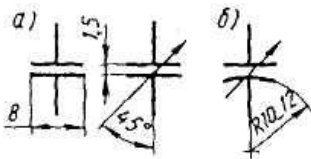
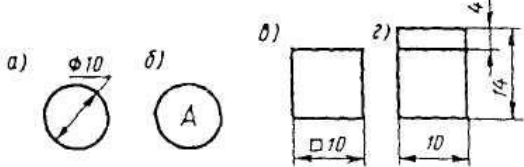
Код схемы состоит из букв, определяющий вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы, например: Э3 - схема электрическая принципиальная; Э4 - схема электрическая соединений.




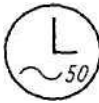
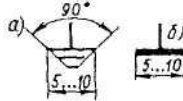
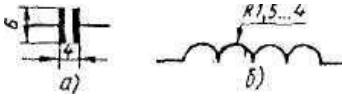
1. Правила выполнения внеаудиторной самостоятельной работы студентов по выполнению схем

При выполнении схем действительное пространственное расположение составных частей изделия не учитывают или учитывают приближенно. Расположение условных графических обозначений на схеме определяется удобством чтения схемы и должно обеспечивать наилучшее представление о структуре изделия и взаимосвязи его составных частей. Поэтому для построения рисунка схемы должны соблюдаться следующие условия: элементы, совместно выполняющие определенные функции, должны быть сгруппированы и расположены соответственно развитию процесса слева направо; расположение элементов внутри функциональных групп должно обеспечивать наиболее простую конфигурацию цепей (с минимальным количеством изломов и пересечений линий связи); дополнительные и вспомогательные цепи (элементы и связи между ними) должны быть выведены из полосы, занятой основными цепями.

Таблица 1 Обозначения, графические условные в электрических схемах

Наименование	Обозначение
ГОСТ 2.721—74. Обозначения общего применения	
<p>Поток электромагнитной энергии, сигнал электрический:</p> <p>а — в одном направлении (например, вправо);</p> <p>б — в обоих направлениях не одновременно;</p> <p>в — в обоих направлениях одновременно</p>	
Линия механической связи.	
<p>Разветвление линий механической связи:</p> <p>а — под углом 90°;</p> <p>б — под углом 45°</p>	
<p>Пересечение линий механической связи:</p> <p>а — под углом 90°;</p> <p>б — под углом 45°</p>	
Регулирование линейное. Общее обозначение	
<p>Приводы:</p> <p>а — электромагнитный;</p> <p>б — электромашинный</p>	
<p>Машина электрическая:</p> <p>а — общее обозначение;</p> <p>б — внутри окружности допускается указывать следующие данные: род машины (генератор — Г, двигатель — М, сельсин — Сс и др.), род тока, число фаз или вид соединения обмоток. Например, генератор трехфазный.</p>	
ГОСТ 2.723—68. Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители	
Обмотка трансформатора,	<p>Форма I</p> <p>Форма II</p>

автотрансформатора, дросселя и магнитного усилителя	
Сердечник (магнитопровод): а — ферромагнитный; б — ферромагнитный с воздушным зазором; в — магнитодиэлектрический	
Трансформатор однофазный ферромагнитным сердечником: а — двухобмоточный; б — трехобмоточный	
ГОСТ 2.727—68 (СТ СЭВ 862-78). Разрядники, предохранители	
Разрядник. Общее обозначение	
Предохранитель плавкий. Общее обозначение	
ГОСТ 2.728-74 (СТ СЭВ 863-78 и СТ СЭВ 864-78) Резисторы, конденсаторы	
Резистор: а — постоянный; б, в — переменный	
Конденсатор: а — постоянной емкости б — переменной емкости	
ГОСТ 2.729—68. Приборы электроизмерительные	
Прибор измерительный: а, б — показывающий; в — регистрирующий; г — интегрирующий Примечания: 1. Для указания назначения прибора в его обозначение вписывают буквенные обозначения единиц измерения	

или измеряемых величин, например: амперметр — А, вольтметр — V, омметр — Ω и др.	
2. Для изображения комбинированных измерительных приборов используют сочетания соответствующих обозначений.	
Гальванометр	
Осциллограф	
Термопара	
Часы синхронные на 50 Гц	
ГОСТ 2.747—68. Размеры условных графических обозначений	
Заземление (а) и корпус (б)	
Конденсатор (а), катушка индуктивности, обмотка (б)	
ГОСТ 2.750—68. Род тока и напряжения, виды соединения обмоток	
Ток: а — постоянный; б — переменный	а) — б) \sim

Резисторы

Резистор – элемент цепи, в котором происходит преобразование электрической энергии в тепловую $P = U \cdot I$. Резистор имеет сопротивление, которое измеряется в омах, килоомах или мегаомах. Любое сопротивление имеет неточность изготовления. Существуют десять классов точности изготовления резисторов: $\pm 0,02\%$, $\pm 0,1\%$, $\pm 0,25\%$, $\pm 0,5\%$, $\pm 1\%$, $\pm 2\%$, $\pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 20\%$, $\pm 30\%$.

Промышленность выпускает резисторы с номиналами от 1 Ом до 10 000 Мом.

Значения сопротивлений резисторов определяются рядами номинальных значений: E3, E6, E12, E24, E48, E96, E192. Число после E указывает значение номинала сопротивления для десятичного порядка (таблица 1).

Таблица 1 – Номиналы резисторов.

Ряд	Значения номинала												
± 20% ряд E 6	1;	1,5;		2,2;		3,3;		4,7;		6,8;			
± 10% рядE12	1;	1,2;	1,5;	1,8;	2,2;	2,7;	3,3;	3,9;	4,7;	5,6;	6,8;	8,2;	
± 5% ряд E24	1; 1,1; 1,2; 1,3; 1,5; 1,6; 1,8; 2; 2,2; 2,4; 2,7; 3; 3,3; 3,6; 3,9; 4,3; 4,7; 5,4; 5,6; 6,2; 6,8; 7,5; 8,2; 9,1												

Номинал сопротивления получается умножением числа из выбранного ряда на 10^n , где $n = 1, 2, \dots$.

Конденсаторы

В технике конденсатором называют устройство, состоящее из двух металлических пластин, разделенных диэлектриком, обладающее определенной емкостью и предназначенное для включения в электрическую цепь.

Промышленность выпускает конденсаторы различной емкости: от 1 пикофарады до тысяч микрофард на различные напряжения. Номинальные значения емкостей конденсаторов определяются рядами номинальных значений: E3, E6, E12, E24, E48, E96, E192. Число после E указывает значение емкости для десятичного порядка (таблица 1).

Таблица 1 - Номинал емкости [Ф].

Ряд	Значения номинала
E3	1; 2,2; 4,7
E6	1; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7; 6,8;
E12	1; 1,2; 1,5; 1,8; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7; 5,6; 6,8; 8,2

Номинал емкости получается умножением числа из выбранного ряда на 10^{-n} , где $n = 1, 2, \dots$

Для получения расчетных значений емкости конденсатора применяют различные способы соединения.

Рекомендации по созданию презентации

Правила шрифтового оформления:

- Шрифты с засечками читаются легче, чем гротески (шрифты без засечек);
- Для основного текста не рекомендуется использовать прописные буквы.
- Шрифтовой контраст можно создать посредством: размера шрифта, толщины шрифта, начертания, формы, направления и цвета.
- Правила выбора цветовой гаммы.
- Цветовая гамма должна состоять не более чем из двух-трех цветов.
- Существуют не сочетаемые комбинации цветов.
- Черный цвет имеет негативный (мрачный) подтекст.
- Белый текст на черном фоне читается плохо (инверсия плохо читается).

Правила общей композиции:

- На полосе не должно быть больше семи значимых объектов, так как человек не в состоянии запомнить за один раз более семи пунктов чего-либо.
- Логотип на полосе должен располагаться справа внизу (слева наверху и т. д.).
- Логотип должен быть простой и лаконичной формы.
- Дизайн должен быть простым, а текст — коротким.
- Изображения домашних животных, детей, женщин и т.д. являются положительными образами.
- Крупные объекты в составе любой композиции смотрятся довольно неважно. Аршинные буквы в заголовках, кнопки навигации высотой в 40 пикселей,

верстка в одну колонку шириной в 600 точек, разделитель одного цвета, растянутый на весь экран — все это придает дизайну непрофессиональный вид.

Рекомендации по дизайну презентации:

Чтобы презентация хорошо воспринималась слушателями и не вызывала отрицательных эмоций (подсознательных или вполне осознанных), необходимо соблюдать правила ее оформления.

Презентация предполагает сочетание информации различных типов: текста, графических изображений, музыкальных и звуковых эффектов, анимации и видеофрагментов. Поэтому необходимо учитывать специфику комбинирования фрагментов информации различных типов. Кроме того, оформление и демонстрация каждого из перечисленных типов информации также подчиняется определенным правилам. Так, например, для текстовой информации важен выбор шрифта, для графической — яркость и насыщенность цвета, для наилучшего их совместного восприятия необходимо оптимальное взаиморасположение на слайде.

Рассмотрим рекомендации по оформлению и представлению на экране материалов различного вида.

Оформление текстовой информации:

- размер шрифта: 24–54 пункта (заголовки), 18–36 пунктов (обычный текст);
- цвет шрифта и цвет фона должны контрастировать (текст должен хорошо читаться), но не резать глаза;
- тип шрифта: для основного текста гладкий шрифт без засечек (Arial, Tahoma, Verdana), для заголовка можно использовать декоративный шрифт, если он хорошо читаем;

-курсив, подчеркивание, жирный шрифт, прописные буквы рекомендуется использовать только для смыслового выделения фрагмента текста.

Оформление графической информации:

-рисунки, фотографии, диаграммы призваны дополнить текстовую информацию или передать ее в более наглядном виде;

-желательно избегать в презентации рисунков, не несущих смысловой нагрузки, если они не являются частью стилового оформления;

-цвет графических изображений не должен резко контрастировать с общим стиливым оформлением слайда;

-иллюстрации рекомендуется сопровождать пояснительным текстом;

-если графическое изображение используется в качестве фона, то текст на этом фоне должен быть хорошо читаем.

Анимация

Анимационные эффекты используются для привлечения внимания слушателей или для демонстрации динамики развития какого-либо процесса. В этих случаях использование анимации оправдано, но не стоит чрезмерно насыщать презентацию такими эффектами, иначе это вызовет негативную реакцию аудитории.

Звук:

-звуковое сопровождение должно отражать суть или подчеркивать особенность темы слайда, презентации;

-необходимо выбрать оптимальную громкость, чтобы звук был слышен всем слушателям, но не был оглушительным;

-если это фоновая музыка, то она должна не отвлекать внимание слушателей и не заглушать слова докладчика. Чтобы все материалы слайда воспринимались

целостно, и не возникало диссонанса между отдельными его фрагментами, необходимо учитывать общие правила оформления презентации.

Единое стилевое оформление:

- стиль может включать: определенный шрифт (гарнитура и цвет), цвет фона или фоновый рисунок, декоративный элемент небольшого размера и др.;
- не рекомендуется использовать в стилевом оформлении презентации более 3 цветов и более 3 типов шрифта;
- оформление слайда не должно отвлекать внимание слушателей от его содержательной части;
- все слайды презентации должны быть выдержаны в одном стиле.

Содержание и расположение информационных блоков на слайде:

- информационных блоков не должно быть слишком много (3-6);
- рекомендуемый размер одного информационного блока — не более 1/2 размера слайда;
- желательно присутствие на странице блоков с разнотипной информацией (текст, графики, диаграммы, таблицы, рисунки), дополняющей друг друга;
- ключевые слова в информационном блоке необходимо выделить;
- информационные блоки лучше располагать горизонтально, связанные по смыслу блоки — слева направо;
- наиболее важную информацию следует поместить в центр слайда;
- логика предъявления информации на слайдах и в презентации должна соответствовать логике ее изложения.

Помимо правильного расположения текстовых блоков, нужно не забывать и об их содержании — тексте. В нем ни в коем случае не должно

содержаться орфографических ошибок. Также следует учитывать общие правила оформления текста.

После создания презентации и ее оформления, необходимо отрепетировать ее показ и свое выступление, проверить, как будет выглядеть презентация в целом (на экране компьютера или проекционном экране), насколько скоро и адекватно она воспринимается из разных мест аудитории, при разном освещении, шумовом сопровождении, в обстановке, максимально приближенной к реальным условиям выступления.

Правила компьютерного набора текста

При компьютерном наборе текста необходимо соблюдать определенные правила. Это позволит получить тексты, близкие по оформлению к оригинал-макетам, используемым при издании книг. Кроме того, правильно оформленные и структурированные тексты легче перенести с одной платформы на другую (т.е. прочитать в другой операционной системе) или опубликовать в глобальной сети Internet.

Общие правила оформления текста:

-Точка в конце заголовка и подзаголовках, выключенных отдельной строкой, не ставится. Если заголовок состоит из нескольких предложений, то точка не ставится после последнего из них. Порядковый номер всех видов заголовков, набираемый в одной строке с текстом, должен быть отделен пробелом независимо от того, есть ли после номера точка.

-Точка не ставится в конце подрисуночной подписи, в заголовке таблицы и внутри нее. При отделении десятичных долей от целых чисел лучше ставить запятую (0,158), а не точку (0.158).

-Перед знаком препинания пробел не ставится (исключение составляют открывающиеся парные знаки, например, скобки, кавычки). После знака

препинания пробел обязателен (если этот знак не стоит в конце абзаца). Тире выделяется пробелами с двух сторон. Дефис пробелами не выделяется.

-Числительные порядковые и количественные выражаются в простом тексте словами (обычно, однозначные при наличии сокращенных наименований), цифрами (многозначные и при наличии сокращенных обозначений) и смешанным способом (после десятков тысяч часто применяются выражения типа 25 тыс.), числительные в косвенных падежах набирают с так называемыми наращениями (6-го). В наборе встречаются арабские и римские цифры.

-Индексы и показатели между собой и от предшествующих и последующих элементов набора не должны быть разделены пробелом (H_2O , m^3/c)

-Нельзя набирать в разных строках фамилии и инициалы, к ним относящиеся, а также отделять один инициал от другого.

-Не следует оставлять в конце строки предлоги и союзы (из одной-трех букв), начинающие предложение, а также однобуквенные союзы и предлоги в середине предложений.

-Последняя строка в абзаце не должна быть слишком короткой. Надо стараться избегать оставления в строке или переноса двух букв. Текст концевой строки должен быть в 1,5-2 раза больше размера абзацного отступа, т.е. содержать не менее 5-7 букв. Если этого не получается, необходимо вогнать остаток текста в предыдущие строки или выгнать из них часть текста. Это правило не относится к концевым строкам в математических рассуждениях, когда текст может быть совсем коротким, например "и", "или" и т.п.

-Знаки процента (%) применяют только с относящимися к ним числами, от которых они не отделяются.

-Знаки градуса ($^{\circ}$), минуты ($'$), секунды ($''$) от предыдущих чисел не должны быть отделены пробелом, а от последующих чисел должны быть отделены пробелом ($10^{\circ} 15'$).

-Формулы в текстовых строках набора научно-технических текстов должны быть отделены от текста на пробел или на двойной пробел. Формулы, следующие в текстовой строке одна за другой, должны быть отделены друг от друга удвоенными пробелами.

-Знаки номера (№) и параграфа (§) применяют только с относящимися к ним числами и отделяются пробелом от них и от остального текста с двух сторон. Сдвоенные знаки набираются вплотную друг к другу. Если к знаку относится несколько чисел, то между собой они отделяются пробелами. Нельзя в разных строках набирать знаки и относящиеся к ним цифры.

-В русском языке различают следующие виды сокращений: буквенная аббревиатура — сокращенное слово, составленное из первых букв слов, входящих в полное название (СССР, НДР, РФ, вуз); сложносокращенные слова, составленные из частей сокращенных слов (колхоз) или усеченных и полных слов (Моссовет), и графические сокращения по начальным буквам (г. — год), по частям слов (см. — смотри), по характерным буквам (млрд — миллиард), а также по начальным и конечным буквам (ф-ка — фабрика). Кроме того, в текстах применяют буквенные обозначения единиц физических величин. Все буквенные аббревиатуры набирают прямым шрифтом без точек и без разбивки между буквами, сложносокращенные слова и графические сокращения набирают как обычный текст. В выделенных шрифтами текстах все эти сокращения набирают тем же, выделительным шрифтом.

Специфические требования при компьютерном наборе текста:

-При наборе текста одного абзаца клавиша «Перевод строки» («Enter») нажимается только в конце этого абзаца.

-Между словами нужно ставить ровно один пробел. Равномерное распределение слов в строке текстовым процессором выполняется автоматически. Абзацный отступ (красную строку) устанавливать с помощью пробелов запрещено; для этого используются возможности текстового

процессора (например, можно использовать бегунки на горизонтальной полосе прокрутки или табулятор). Знак неразрывный пробел (Вставка → Символ, вкладка Специальные знаки или комбинация клавиш CTRL+SHIFT+пробел) препятствует символам, между которыми он поставлен, располагаться на разных строках, и сохраняется фиксированным при любом выравнивании абзаца (не может увеличиваться, в отличие от обычного пробела). Выделением называют особое оформление отдельных слов или частей текста, которое подчеркивает их значение. Все виды выделений делят на три группы:

- Шрифтовые выделения, выполняемые путем замены характера или начертания шрифта, — набор курсивом, полужирным, жирным, полужирным курсивом, прописными или капительными буквами, шрифтами другого кегля или даже другой гарнитуры;

- Комбинированные выделения, выполняемые одновременно двумя способами, например, набор полужирным вразрядку, набор полужирным шрифтом увеличенного кегля с выключкой в «красную строку» и дополнительными отбивками, набор курсивом с заключением текста в рамку и т. п.

- Шрифтовые выделения (курсивом, полужирным, жирным) должны быть выполнены шрифтами той же гарнитуры и кегля, что и основной текст. Знаки препинания, следующие за выделенной частью текста, должны быть набраны шрифтом основного текста.

- В текстовом наборе абзацные отступы должны быть строго одинаковыми во всем документе, независимо от кегля набора отдельных частей текста.

- Знак тире, или длинное тире, может быть набрано с помощью одновременного нажатия комбинации клавиш CTRL+SHIFT+серый минус (серый минус располагается на цифровой клавиатуре, справа) или Вставка → Символ, вкладка Специальные знаки.

Правила оформления презентации:

Правило № 1: Обратите внимание на качество картинок. Картинки должны быть крупными, четкими. Не пытайтесь растягивать мелкие картинки через весь слайд: это приведет к ее пикселизации и значительному ухудшению качества. На одном слайде — не более трех картинок, чтобы не рассеивать внимание и не перегружать зрение. Картинка должна нести смысловую нагрузку, а не просто занимать место на слайде.

Правило № 2. Не перегружайте презентацию текстом. Максимально сжатые тезисы, не более трех на одном слайде. Текст не должен повторять то, что говорят, возможно, лишь краткое изложение сути сказанного.

Правило № 3. Оформление текста. Текст должен быть четким, достаточно крупным, не сливаться с фоном.

Правило № 4. Настройка анимации. Порой составитель презентации, как будто играя в интересную игру, перегружает презентацию анимационными эффектами. Это отвлекает и бывает очень тяжело для глаз. Используйте минимум эффектов, берите только самые простые. Особенно утомляют такие эффекты как вылет, вращение, собирание из элементов, увеличение, изменение шрифта или цвета.

Правило № 5. Смена слайдов. Здесь тоже обращаем внимание, как сменяются слайды. Лучше не использовать здесь эффекты анимации совсем. Когда слайды сменяются, наезжая друг на друга или собираясь из отдельных полос, начинает просто рябить в глазах. Берегите свое зрение и зрения ваших слушателей.

Рекомендации к подготовке мультимедиа-презентаций и докладов

1. Доклад-это сообщение по заданной теме, с целью внести знания из дополнительной литературы, систематизировать материал, проиллюстрировать примерами, развивать навыки самостоятельной работы с научной литературой.
2. Тема доклада должна быть согласованна с преподавателем и соответствовать теме занятия.

3. Оформление доклада-презентации должно соответствовать «Методическим рекомендациям по содержанию и оформлению презентации» для студентов колледжа.
4. Необходимо соблюдать регламент, оговоренный при получении задания.
5. Используемые иллюстрации должны быть достаточными, но не чрезмерными.
6. Работа студента над докладом-презентацией включает отработку навыков ораторства.
7. Студент в ходе работы по презентации доклада, отрабатывает умение ориентироваться в материале и отвечать на дополнительные вопросы слушателей.
8. Студент в ходе работы по презентации доклада, отрабатывает умение самостоятельно обобщить материал и сделать выводы в заключении.
9. Докладом также может стать презентация реферата студента, соответствующая теме занятия.
10. Студент обязан подготовить и выступить с докладом в строго отведенное время преподавателем, и в срок.

Методические указания по использованию информационных технологий

При использовании интернет-ресурсов студентам следует учитывать следующие рекомендации:

- необходимо критически относиться к информации
- следует научиться обрабатывать большие объемы информации, представленные в источниках, уметь видеть сильные и слабые стороны, выделять из представленного материала наиболее существенную часть