МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

для студентов по организации самостоятельной работы по дисциплине ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Направление подготовки	09.03.02 Информационные системы и
Профиль	технологии Прикладное программирование в информационных системах
Квалификация выпускника - бакалавр	ттфортиционный опотольни
	РАЗРАБОТАНО:
	И.о. зав. кафедрой физики,
	электротехники и электроники
	Пигулев Р.В.
	«»2016 г.
	Доцент кафедры физики,
	электротехники и электроники
	Ларионов Ю.А.
	«» 2016 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
ПЛАН-ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ.	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИ	ЧЕСКОГО
МАТЕРИАЛА7	
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ С ЛИТЕРАТУРО	ОЙ7
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ	Ī
КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	8
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ВЫПОЛНЕНИЯ ДО	МАШНЕЙ
РАБОТЫ, ПРИМЕРНЫЙ КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ.	28
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОНСПЕКТИР	ОВАНИЮ
ПЕРВОИСТОЧНИКОВ	37
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	42

ВВЕДЕНИЕ

Современные стандарты подготовки бакалавров предусматривают значительный объем внеаудиторной работы. Освоение программы курса предполагает получение как теоретических знаний по электротехнике, так и формирование навыков практической работы. Поэтому самостоятельная работа в рамках курса ориентирована как на теоретический, так и на практический аспект.

Самостоятельная работа студентов — это выполнение теоретических и практических заданий студентами по усвоению изучаемой дисциплины «Электротехника и электроника».

Специалист в области информационных технологий, как в процессе проектирования оборудования, так и в процессе его эксплуатации должен знать основные принципы работы электротехнических схем. Это позволит грамотно и эффективно использовать электроэнергетических установки, выбирать оптимальные и экономически обоснованные режимы их работы, избегать возникновения нештатных и аварийных ситуаций при эксплуатации подобного оборудования.

В настоящее время идет активное развитие электротехнической отрасли, появляются новое сложное оборудование. Поэтому инженер должен уметь его использовать как при проектировании электроэнергетического оборудования, так и в процессе эксплуатации.

Используя теоретические знания и пользуясь настоящими методическими указаниями, студент может самостоятельно выполнить домашнюю работу, усвоить методы расчета электрических цепей, что поспособствует более глубокому усвоению дисциплины «Электротехника и электроника».

Целью самостоятельной работы является закрепление и углубление знаний, полученных студентами на лекциях, подготовке к текущим лабораторным и практическим занятиям, промежуточным формам контроля знаний и к итоговому контролю.

Дидактические цели самостоятельных занятий:

- формирование профессиональных умений;
- формирование умений и навыков самостоятельного умственного труда;
- мотивирование регулярной целенаправленной работы по освоению специальности;
 - развитие самостоятельности мышления;
- формирование убежденности, волевых черт характера, способности к самоорганизации;
 - овладение технологическим учебным инструментом.

Самостоятельная работа включает те разделы курса, которые не получили достаточного освещения на лекциях по причине ограниченности лекционного времени и большого объема изучаемого материала.

Методическое обеспечение самостоятельной работы по дисциплине состоит из:

- 1) Определения учебных вопросов, которые студенты должны изучите самостоятельно;
- 2) Подбора необходимой учебной литературы, обязательной для проработки и изучения;
- 3) Поиска дополнительной научной литературы, к которой студенты могут обращаться по желанию, если у низ возникает интерес в данной теме;
- 4) Определения контрольных вопросов, позволяющих студентам самостоятельно проверить качество полученных знаний;
- 5) Организации консультаций преподавателя со студентами для разъяснения вопросов, вызвавших у обучающихся затруднения при самостоятельном освоении учебного материала.

Самостоятельная работа студента — это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;

- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение собственной информации и ее логическая переработка;
- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
 - выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
 - представление, обоснование и защита полученного решения;
 - проведение самоанализа и самоконтроля

Виды самостоятельных работ по учебной дисциплине:

- работа с понятийным аппаратом;
- поисковая работа с различными источниками;
- составление аннотированного списка литературы по проблеме;
- работаирование фрагментов исследовательской деятельности;
- анализ научных исследований по психологической проблематике;
- подготовка домашней работыпо теме.

Контроль знаний студентов включает формы текущего и итогового контроля. Текущий контроль осуществляется в процессе изучения курса и включает в себя оценку работы студентов на лабораторных и практических занятиях (собеседование, тестирование), а также подготовку домашнего задания.

Учебно-тематический план дисциплины

№	Раздел (тема) дисциплины	Реализуемые компетенции	Контакт с пр				
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа, часов
4 ce	еместр						
	Электрические цепи постоянного тока и методы их расчета.	ОПК - 1 ОПК-2	3.00	4.50	3.00		
	Электрические цепи синусоидального тока и методы их расчета.	ОПК - 1 ОПК-2	3.00	3.00	3.00		
3	Трехфазные электрические цепи.	ОПК - 1 ОПК-2	1.50	1.50	3.00		
4	Нелинейные и магнитные цепи.	ОПК - 1 ОПК-2	1.50				
5	Электрические машины.	ОПК - 1 ОПК-2	1.50	1.50	3.00		
	Основы электроники. Электрические измерения.	ОПК - 1 ОПК-2	3.00	3.00	1.50		
7	Подготовка к экзамену					1.50	
	ИТОГО за 4 семестр		13.50	13.50	13.50	1.50	40.50
	итого		13.50	13.50	13.50	1.50	40.50

ПЛАН-ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

				Обы	ем часов, в том	числе
Коды реалезуемых копетенций	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
		4 семестр				
ОПК - 1 ОПК-2	Подготовка к практическому занятию	отчет	Собеседование	2.57	0.14	2.70
ОПК - 1 ОПК-2	Самостоятельное изучение литературы	конспект	Собеседование	5.56	0.29	5.85
ОПК - 1 ОПК-2	Подготовка к лабораторной работе	отчет	Собеседование	3.42	0.18	3.60
ОПК - 1 ОПК-2	Подготовка к лекции	конспект	Собеседование	1.28	0.07	1.35
ОПК - 1 ОПК-2	Подготовка к экзамену	Экзамен	Вопросы к экзамену	25.00	1.50	27.00
			Итого за семестр	37.83	2.18	40.50
			Итого	37.83	2.18	40.50

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Комплексное изучение предлагаемой студентам учебной дисциплины «Электротехника и электроника» предполагает овладение материалами лекций, учебников, программы, творческую работу студентов в ходе проведения практических и лабораторных занятий, а также систематическое выполнение заданий для самостоятельной работы.

В ходе лекций раскрываются основные вопросы в рамках рассматриваемых тем, делаются акценты на наиболее сложные и интересные положения изучаемого материала, которые должны быть приняты студентами во внимание. Материалы лекций являются основой для подготовки студентов к лабораторным и практическим занятиям.

Работа с конспектом лекиий

Просмотрите конспект сразу после занятий. Отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.

Каждую неделю отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам и тестам.

Выполнение лабораторных и практических занятий по дисциплине «Электротехника и электроника»

На первом занятии получите у преподавателя задания по курсу, планы подготовки к практическим и лабораторным занятиям. Обзаведитесь всем необходимым методическим обеспечением.

Перед лабораторным и практическим занятиями изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с опытом других исследователей в этом направлении, подготовьте протокол проведения работы, в который занесите:

- название работы; цель работы; ход работы.

Оформление лабораторных работ часто требует наличия справочной литературы, которую необходимо иметь при себе на занятии.

Оформление отчетов должно производиться после окончания работы непосредственно на занятии, при наличии свободного времени или дома.

Для подготовки к защите отчета следует проанализировать экспериментальные результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями или эмпирическими справочными данными, обобщить результаты исследований в виде лаконичных выводов по работе.

Целью лабораторных занятий является:

- закрепление методов приложения теории к решению практических задач анализа и синтеза психологического знания;
- проверка уровня понимания студентами вопросов, рассмотренных на лекциях и по учебной литературе, степени и качества усвоения материала;
- обучение навыкам освоения методики эксперимента и работы с нормативносправочной литературой;
- восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса и оказание помощи в его усвоении.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Изучение и анализ литературных источников является обязательным видом самостоятельной работы студентов. Изучение литературы по избранной теме имеет своей задачей проследить характер постановки и решения определенной проблемы различными авторами, аргументацию их выводов и обобщений, провести анализ и систематизировать полученный материал на основе собственного осмысления с целью выяснения современного состояния вопроса.

Проработка отобранного материала обязательно должна идти с одновременным ведением записей прочитанного и своих замечаний. Запись может иметь как форму конспекта, так и выписок, а также картотеку положений, тезисов, идей, методик, что в дальнейшем облегчит классификацию и систематизацию полученного материала. Такого рода записи являются лучшим способом накопления и первичной обработки материал, одной из обязательных форм организации умственного труда.

Планом удобно пользоваться при подготовке к устному выступлению по выбранной теме. Каждый пункт плана должен раскрывать одну из сторон избранной темы, а весь план должен охватывать ее целиком.

Тезисы предполагают сжатое изложение основных положений текста в форме утверждения или отрицания. Они являются более совершенной формой записей и представляют основу для дискуссии. К тому же их легко запомнить.

Аннотация – краткое изложение содержания – дает общее представление о работе.

Резюме кратко характеризует выводы, главные итоги произведения.

Конспект является наиболее распространенной формой ведения записей. Основную ткань конспекта составляют тезисы, дополненные доказательствами и рассуждениями. Конспект может быть текстуальным, свободным или тематическим. Текстуальный представляет собой цитатник с сохранение логики работы и структуры текста. Свободный конспект основан на изложении материала в том порядке, который боле удобен автору. В этом смысле конспект представляет собирание воедино мыслей, разбросанных по всей книге. Тематический конспект может быть составлен по нескольким источникам, где за основу берется тема, интерпретируемая по-разному.

Экономию времени дает использование при записях различного рода сокращений, аббревиатуры и т.д. многие используют для регистрации исследуемых тем систему карточек. Преимущество карточек в том, что тема там излагается очень сжато, и они очень удобны в использовании, т.к. их можно разложить на столе, перегруппировать и без труда найти искомую тему.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дают студенту возможность оперативной оценки своей подготовленности по данной теме и определения готовности к изучению следующей темы. Контрольные вопросы направлены на то, чтобы студент мог проверить понимание понятийного аппарата учебной дисциплины, смог воспроизвести фактический материал, раскрыть причинно-следственные, временные связи, а так же мог выделять главное, сравнивать, доказывать, конкретизировать, обобщать и систематизировать знания.

Самостоятельное занятие 1 Тема 1. Электрические цепи постоянного тока.

Цель занятия: изучить последовательность расчета электрических цепей постоянного тока с помощью законов Кирхгофа и Ома.

В результате изучения представленной темы необходимо знать:

Общие сведения об электрических целях: определение, классификация. Электрический ток его определение, направление, сила тока, плотность. Электрическая проводимость и сопротивление проводников. Зависимость сопротивления от температуры. Законом Ома для участка и полной цепи. Основные элементы электрических цепей: источники и приемники электрической энергии, их мощность и К.П.Д. назначение вспомогательных элементов цепи режиму работы электрической цепи: холостой ход, нормальный, рабочий, короткого замыкания. Закон Джоуля — Ленца. Нагрев проводов. Выбор сечения проводов в зависимости от допустимого тока. Условное обозначение на электрическую схему. Участки схем электрических цепей: ветвь, узел, контур. Потеря напряжения в линиях электропередачи. Расчет электрических цепей с помощью знаков, Ома и Кирхгофа. Понятие о расчете сложных цепей.

Студент должен знать:

- единицы измерения силы тока, потенциала, напряжения.
- закон Ома для участка и полной цепи;
- схемы включения амперметра и вольтметра в электрической цепи;
- закон Джоуля Ленца;
- первое и второе правила Кирхгофа.

уметь:

- составлять простейшие электрические схемы;
- применять законы Ома для расчета электрических цепей;
- выбирать методы расчета в зависимости от типа цепей тока;
- производить преобразование цепей с последовательным, параллельным и смешанным соединением элементов.
- составлять уравнения Кирхгофа для расчета электрических цепей;
- составлять исходные уравнения для расчетов сложной цепи постоянного тока, в том числе уравнение баланса мощностей;

Самостоятельная работа студентов.

по индивидуальным заданиям определить эквиваленты сопротивление электрической цепи со смешанным соединением элементов.

- произвести расчет электрических цепей по законам Ома и составить баланс мощностей.
- получив схему сложной электрической цепи рассчитать токи по закону Кирхгофа.

В результате изучения представленной темы необходимо знать ответы на следующие контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

- 1. Как производится расчет сложной электрической цепи постоянного тока методом непосредственного применения законов Кирхгофа?
- 2. Записать уравнения по первому и второму законам Кирхгофа для электрических схем по заданию преподавателя.
- 3. Каковы основные соотношения при последовательном и параллельном соединении потребителей постоянного тока?

Самостоятельное занятие 2

Тема 1.2. Методы расчета линейных электрических цепей постоянного тока

Цель занятия: изучить основные методы расчета электрических цепей постоянного тока.

В результате изучения представленной темы необходимо знать ответы на следующие контрольные вопросы.

- 1. Последовательность расчета методом эквивалентного генератора
- 2. Последовательность расчета методом двух узлов.
- 3. Последовательность расчета методом контурных токов
- 4. Последовательность расчета методом узловых потенциалов

Тема 2. Анализ и расчет линейных однофазных электрических цепей переменного тока

Цель занятия: изучить основные методы расчета электрических цепей синусоидального тока.

В результате изучения представленной темы необходимо знать: Параметры и формы представления переменного тока и напряжения. Активное сопротивление, индуктивность и емкость в цепи переменного тока. Временные и векторные диаграммы токов и напряжений. Использование законов Ома и правила Кирхгофа для расчета электрических цепей переменного тока. Резонанс напряжений и токов. Активная, реактивная и полная мощность в цепи переменного тока. Коэффициент мощности и его значение.

Студент должен знать:

- параметры и формы представления переменного тока;
- электрические схемы, включая напряжение;
- элементов в цепи переменного тока;
- закон Ома и правило Кирхгофа для цепей переменного тока;
- условия возникновения и особенности резонанса напряжения и тока в цепях переменного тока;
- связь между активной, реальной и полной мощностями;
- способы повышения коэффициента мощности.

уметь:

- находить параметры переменного тока и напряжения по их графической форме представления;
- рассчитать токи переменного тока;
- строить векторную диаграмму разветвленной и неразветвленной цепей переменного тока;
- определять активную, реактивную и полную мощности и коэффициент мощности в цепях переменного тока;
- строить векторные диаграммы для различных режимов электрических цепей;

Самостоятельная работа студентов.

Законспектировать пример расчета разветвленной цепи переменного тока. Описать методы повышения коэффициента мощности на электроустановках.

В результате изучения представленной темы необходимо знать ответы на следующие контрольные вопросы.

- 1. Что называют резонансом в электрических цепях?
- 2. Что называют колебательным контуром?
- 3. Какие виды резонанса вы знаете?
- 4. Условие возникновения резонанса токов.
- 5. Условие возникновения резонанса напряжения.

Тема 3. Анализ и расчет линейных трехфазных электрических цепей переменного тока

Цель занятия: изучить основные теоретические положения трехфазных электрических цепей.

В результате изучения представленной темы необходимо знать:

Общие сведения о трехфазных электрических цепях. Сведение обмоток трехфазного генератора и потребителей звездой и треугольником. Симметричная и несимметричная нагрузка. Трехпроводная и четырехпроводная линия. Роль нулевого провода. Расчет трехфазных цепей с использованием законов Ома и векторных диаграмм. Мощность трехфазной

Студент должен знать:

- принцип соединения обмоток генератора и потребителя энергии звездой и треугольником;
- что такое симметричная и несимметричная нагрузки;
- соотношение между линейным и фазными токами напряжениями при соединении звездой и треугольником (для обмоток генератора и потребителей);
- назначение нулевого провода;

уметь:

- строить векторные диаграммы токов и напряжений для симметричной и несимметричной нагрузок;
- соединять обмотки трехфазных генераторов трансформатором, потребителей звездой и треугольником;
- различать фазное и линейные величины при различных соединениях приемников электроэнергии;
- производить измерения токов и напряжений, трехфазных цепях.

Самостоятельная работа студентов.

Составить схему подсоединения однофазных и трехфазных потребителей и трехфазным цепям переменного тока.

Вычертить в конспекте векторную диаграмму трехфазной цепи со смещением нейтрали.

В результате изучения представленной темы необходимо знать ответы на следующие контрольные вопросы.

- 1. Чему равно напряжение смещения нейтрали при симметричной нагрузке?
- 2. Что означает симметричный трехфазный источник электрической энергии?
- 3. От каких факторов зависит угол сдвига фаз между фазными напряжениями и токами?
 - 4. Что означает несимметричный трехфазный источник

Тема 4. Анализ и расчет электрических цепей с нелинейными элементами и магнитных пепей.

Цель занятия: изучить основные методы анализа электрических цепей с нелинейными элементами и магнитных цепей.

В результате изучения представленной темы необходимо знать ответы на следующие контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

- 1. В чем заключается метод аналитической аппроксимации
- 2. В чем заключается метод кусочно-линейной аппроксимации
- 3. В чем заключается метод линеаризации
- 4. В чем заключаются итерационные методы расчета электрических цепей с нелинейными элементами

Самостоятельное занятие 6

Тема 5. Электромагнитные устройства, электрические машины и электрооборудование. Трансформаторы

Цель занятия: изучить принцип действия двухобмоточных трансформаторов. Назначение трансформаторов, их классификация.

Вклад Русских ученых Н.Н. Яблочкова и М.О. Доливо-Добровольского в создании и использовании трансформаторов. Однофазный трансформатор, его устройство принцип действия, условное обозначение, коэффициент трансформации. Внешняя характеристика трансформатора. Режим работы трансформатора: холостой ход, рабочее короткое замыкание. Потери энергии и К.П.Д. трансформатора. Понятие об измерительных, сварочных трансформаторах, автотрансформаторах.

Студент должен знать:

- устройство и принцип действия трансформатора;
- как определять параметры трансформаторов по паспортным данным;
- как определить потери мощности и К.П.Д. по результатам измерений;
- коэффициент трансформации по данным измерений токов и напряжений; *уметь*:
 - различать режимы работы трансформаторов;
 - регулировать выходные напряжения с помощью автотрансформатора;
 - различать трансформаторы по различным конструктивным признакам.

Самостоятельная работа студентов.

Изучить и законспектировать устройство и принцип действия сварочного трансформатора В результате изучения представленной темы необходимо знать ответы на следующие контрольные вопросы.

- 1. Что такое идеализированный трансформатор?
- 2. Что такое коэффициент загрузки трансформатора?
- 3. На какие потери мощности влияет коэффициент загрузки трансформатора?
- 4. Для чего параметры вторичной обмотки приводят к первичной обмотке?

Тема 5.2. Электромагнитные устройства, электрические машины и электрооборудование. Машины постоянного тока.

Цель занятия: изучить принцип действия машины постоянного тока.

Устройство и принцип действия электрических машин постоянного тока. Магнитная и электрическая цепь. Обратимость машин. Генераторы постоянного тока. Классификация характеристики. Генератор с независимым и параллельным воздействием. Электродвигатели параллельного, последовательного и смешанного воздействия их применение. Пуск в ход, регулирования частоты вращения электродвигателей постоянного тока.

Студент должен знать:

- устройство и принцип действия электрических машин постоянного тока;
- способы пуска электродвигателей постоянного тока.

уметь:

- определить типы и параметры машины постоянного тока по их маркировке;
- строить характеристики генераторов постоянного тока по данным измерений;
- подключить двигатель к сети, осуществлять его пуск и регулировку частоты вращения.

Самостоятельная работа студентов.

Законспектировать механические и рабочие характеристики ДПТ независимого и параллельного возбуждения.

Зарисовать схему включения двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

Описать принцип работы генератора смешанного возбуждения.

В результате изучения представленной темы необходимо знать ответы на следующие контрольные вопросы.

- 1. Какие способы используют для пуска двигателя постоянного тока?
- 2 Поясните, в чем заключается функция инвертирования и выпрямления щеточно-коллекторного узла
- 3 Какой элемент является самым слабым узлом в машине постоянного тока?
- 4 Как определяется направление вращения якоря?

Тема 5.3. Электромагнитные устройства, электрические машины и электрооборудование. Асинхронные машины. Синхронные машины.

Цель занятия: изучить принцип действия асинхронных и синхронных машин.

Электрические машины переменного тока их назначение и классификация. Устройство трехфазного асинхронного электродвигателя. Получение вращающегося магнитного поля в трехфазных электродвигателях. Принцип работы трехфазного асинхронного двигателя. Пуск в ход и регулирование скорости вращения асинхронных двигателей. Однофазный электродвигатель.

Студент должен знать:

- устройство и принцип действия асинхронных электродвигателей;
- способы их пуска в зависимости от мощности;
- почему часто вращения ротора асинхронного двигателя меньше синхронной частоты вращения;
- методы регулировки частоты вращения асинхронного двигателя; *уметь*:
 - определять: тип, параметр двигателя по его маркировки частоту вращения ротора по значению скольжения и частоте тока в сети;
 - подключать двигатель к сети и осуществлять его пуск и реверсирование;

В результате изучения представленной темы необходимо знать ответы на следующие контрольные вопросы.

- 1 Для чего используются и что собой представляют асинхронные исполнительные двигатели и тахогенераторы?
- 2. При каком значении выходной мощности наступает максимум К.П.Д. асинхронного двигателя?
- 3. От чего зависит выходная мощность на валу асинхронного двигателя?
- 4. Почему соѕф возрастает с повышением нагрузки на валу?
- 5 Поясните принцип действия асинхронного двигателя.
- 6 Что такое скольжение?
- 7 Поясните устройство и принцип действия синхронной машины.

Тема 6. Основы электроники. Элементная база современных электронных устройств. Источники вторичного электропитания.

Цель занятия: изучить принцип действия и назначение полупроводниковых приборов.

Электрофизические свойства полупроводников. Собственная И примесная проводимость. Электронно-дырочный переход его свойства. Вольтамперная И характеристика. Устройство и типы диодов, их применение. Общие сведения о полевых транзисторах. Тристоры, работа, маркировка, применение.

Студент должен знать:

- параметры полупроводниковых приборов по их характеристикам;
- принцип работы полупроводникового диода и его применение;
- принцип работы биполярного транзистора, его схемы включения и применение;
- принцип работы полевого транзистора, его отличия от биполярного;
- принцип работы и применение тиристоров.

уметь:

- определять типы проводниковых приборов по их маркировке;
- производить измерения токов и напряжений при снятии входных и выходных характеристики биполярных транзисторов.

Самостоятельная работа студентов.

Изобразить условные обозначения различных типов полупроводниковых приборов, описать кратко их работу применение (по справочнику).

В результате изучения представленной темы необходимо знать ответы на следующие контрольные вопросы.

- 1. Что называют дифференциальным сопротивлением диода? Как экспериментально определить дифференциальное сопротивление стабилитрона?
- 2. Назначение стабилитронов, их отличие от выпрямительных диодов.
- 3. Сравнить ВАХ стабилитрона и выпрямительного диода.
- 4. Что называют прямым и обратным включениями диода? Каковы их свойства?
- 5. В чем отличие идеальной ВАХ полупроводникового диода от реальной?

Тема 6.2. Электронные выпрямители и стабилизаторы.

Цель занятия:.

Выпрямители их назначение, классификация обобщенная структурная схема. Однофазные и трехфазные принципиальные схемы выпрямления, их принцип действия, соотношения между основными электрическими величинами схем. Сглаживающие фильтры, их назначение, виды. Стабилизаторы.

Студент должен знать:

- структурную схему выпрямительного устройства;
- виды схем выпрямления, их принципы работы и параметры;
- схемы стабилизаторов и их принцип работы;
- схемы сглаживающих фильтров и их назначение;

уметь:

- составлять схемы одно двухполупериодных выпрямителей;
- изображать графики выпрямительных токов и напряжений для различных типов выпрямителей;
- объяснить работу различных сглаживающих фильтров, работу электронных стабилизаторов напряжения тока.

Самостоятельная работа студентов.

По схеме выпрямления, заданной преподавателем, изобразить схему выпрямления и подобрать типы диодов по заданным параметрам схемы.

В результате изучения представленной темы необходимо знать ответы на следующие контрольные вопросы.

- 1. Как определить абсолютную погрешность?
- 2. Как определить относительную погрешность?
- 3. Какие виды погрешностей вы знаете?
- 4. Какие приборы для измерения электрических величин вам известны?

СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ТЕМАМ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью самостоятельной работы является проверка усвоения студентом соответствующих разделов дисциплины «Электротехника и электроника», самостоятельная работа содержит три задания по следующим темам дисциплины:

Задание 1 «Расчет электрической цепи постоянного тока».

Задание 2 «Расчет трехфазной цепи».

Задание 3 «Определение мощности двигателя».

ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАНИЯ И ЕГО ОБЪЕМ

Задание 1. Расчет электрической цепи постоянного тока Для электрической схемы, изображенной на рисунках 1.1–1.50 и по заданным параметрам в таблицах 1 или 2 выполнить следующее:

- 1) составить и решить систему уравнений, необходимых для определения токов по первому и второму законам Кирхгофа;
- 2) найти токи в ветвях, пользуясь методом контурных токов;
- 3) проверить правильность решения, применив метод узловых потенциалов;
- 4) определить ток в резисторе R_6 методом эквивалентного генератора;
- 5) определить показание вольтметра и составить баланс мощностей;
- 6) построить в масштабе потенциальную диаграмму для внешнего контура.

Задание 3

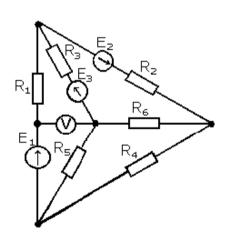


Рис. 1.1

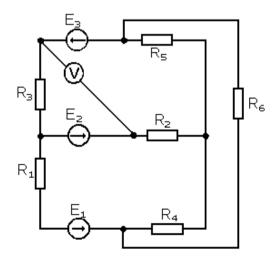
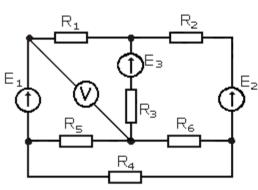


Рис. 1.2



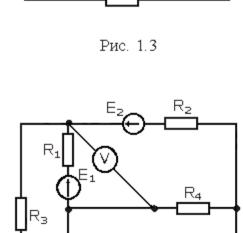


Рис. 1.5

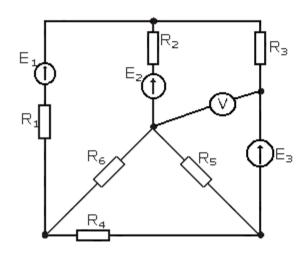


Рис. 1.7

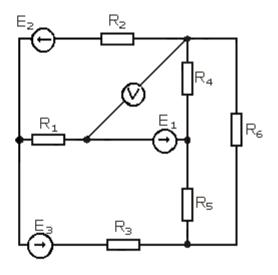


Рис. 1.4

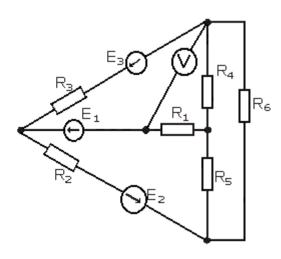


Рис. 1.6

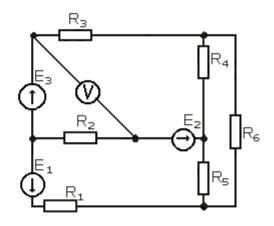


Рис. 1.8

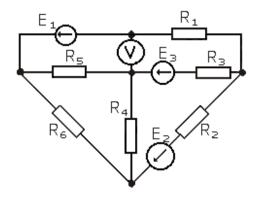


Рис. 1.9

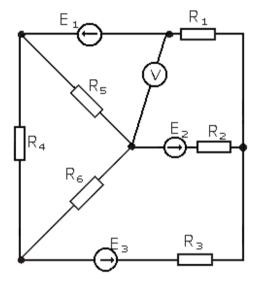


Рис. 1.11

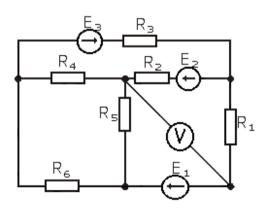


Рис. 1.13

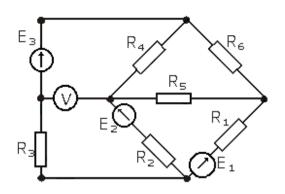


Рис. 1.10

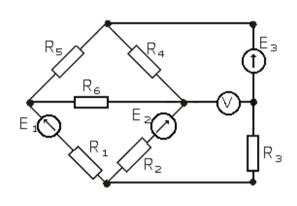


Рис. 1.12

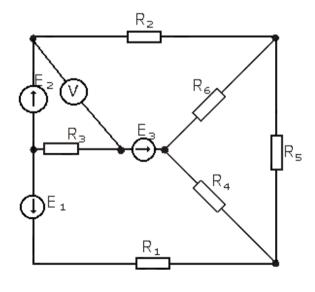


Рис. 1.14

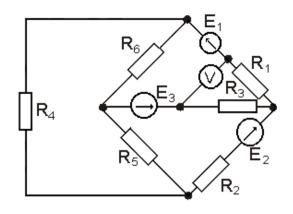


Рис. 1.15

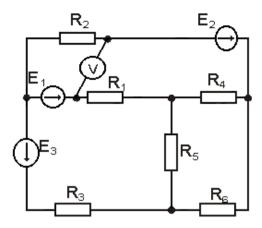


Рис. 1.16

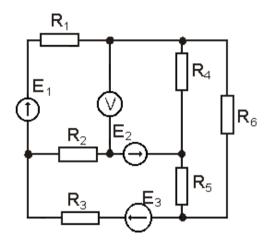


Рис. 1.17

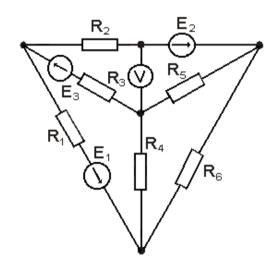


Рис. 1.18

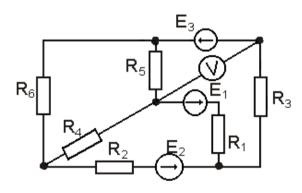


Рис. 1.19

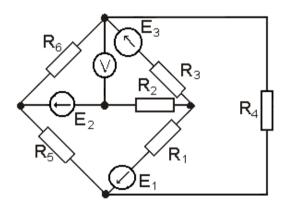


Рис. 1.20

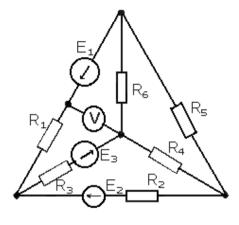
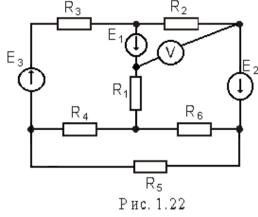


Рис. 1.21



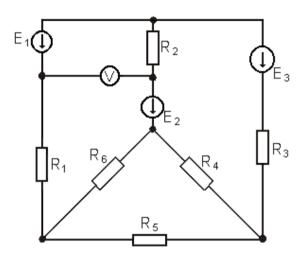


Рис. 1.23

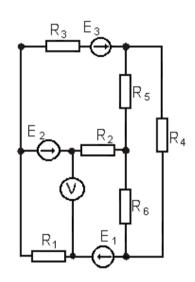


Рис. 1.24

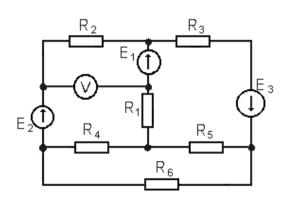


Рис. 1.25

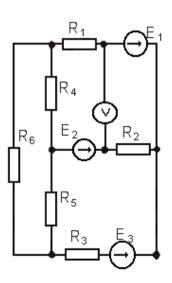


Рис. 1.26

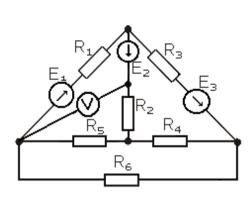


Рис. 1.27

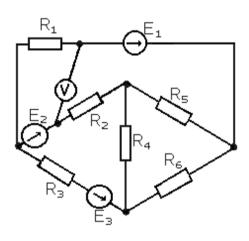


Рис. 1.29

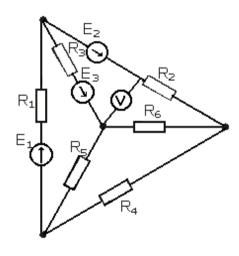


Рис. 1.31

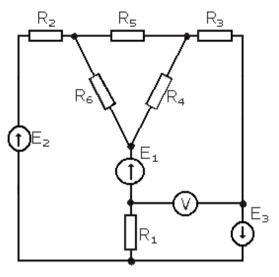
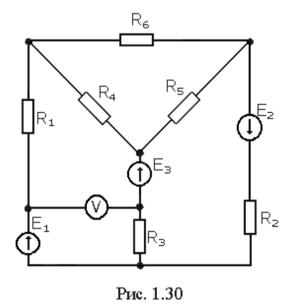


Рис. 1.28



 R_3 R_2 R_1 R_2 R_4

Рис. 1.32

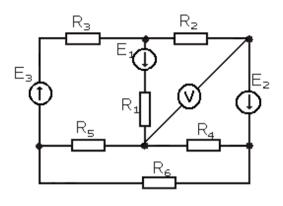


Рис. 1.33

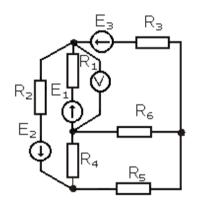


Рис. 1.35

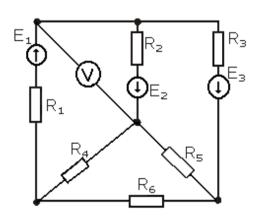


Рис. 1.37

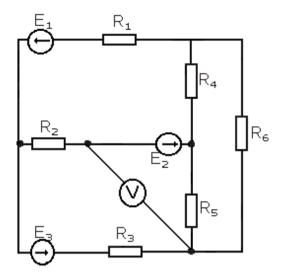


Рис. 1.34

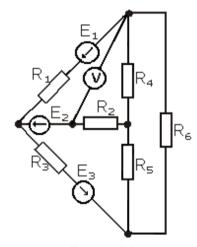


Рис. 1.36

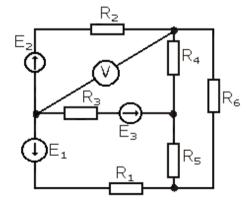


Рис. 1.38

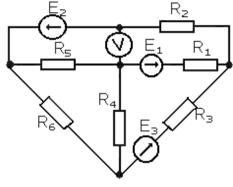


Рис. 1.39

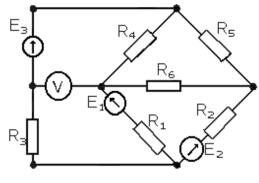


Рис. 1.40

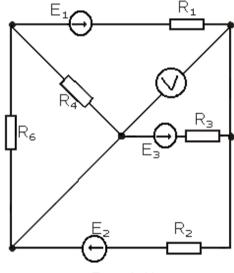


Рис. 1.41

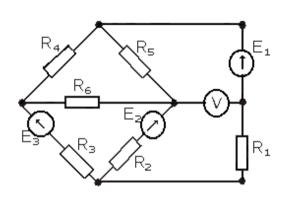


Рис. 1.42

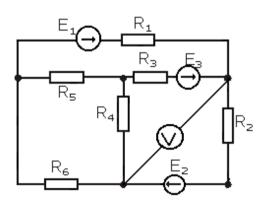
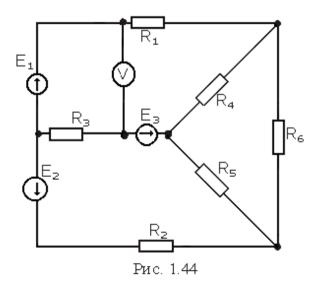


Рис. 1.43



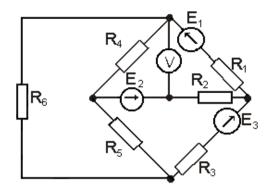


Рис. 1.45

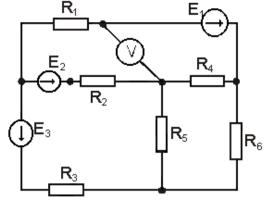


Рис. 1.46

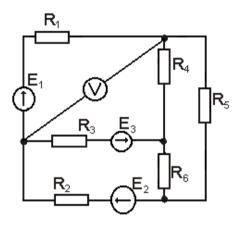


Рис. 1.47

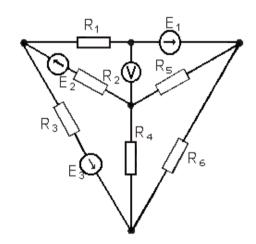


Рис. 1.48

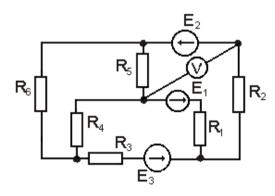


Рис. 1.49

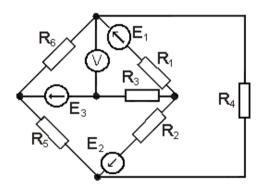


Рис. 1.50

Таблица 1.4

Но	мера									
Вариан та	Рисунк а	E_1, B	\mathbf{E}_2,\mathbf{B}	E_3 , B	R_1 , O_M	R_2 , OM	R_3 , OM	R4, Ом	R ₅ , Ом	R_6 , OM
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 31 32 33 34 35 36 36 37 37 38 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37	1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.1 1.6 1.7 1.8 1.9 1.10 1.11 1.12 1.13 1.14 1.15 1.16 1.17 1.18 1.19 1.20 1.21 1.22 1.23 1.24 1.25 1.26 1.27 1.28 1.29 1.30 1.31 1.32 1.34 1.35 1.36 1.37 1.38 1.39	22 55 36 16 14 20 5 10 6 21 4 4 16 48 12 12 8 72 12 12 9 15 54 36 3 12 30 10 5 40 8 21 40 10 10 10 10 10 10 10 10 10 1	24 18 10 5 25 22 16 6 20 4 9 24 8 12 36 6 6 12 48 30 6 63 27 9 66 30 16 32 10 25 40 25 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40	10 4 25 32 28 9 30 24 4 10 18 6 9 6 12 40 36 4 6 9 27 6 3 24 9 25 10 10 36 4 9 25 10 10 36 4 9 25 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	2 8 4 9 5 1 9 3,5 4 5 2,7 9,0 2,5 4,2 3,5 2,0 3,0 6,0 2,5 3,5 4,5 5,0 8,0 3,0 1,0 1,0 2,0 1,2 3,0 5 4 5 6 6 6 7 8 8 8 8 9 9 9 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0	1 4 8 3 2 2 4 5 6 7 10 8 6 4 5 3 2 1 1 2 2 3 3 4 4 5 6 6 6 6 3 3 1 4 5 6 6 6 6 6 7 6 7 6 7 6 7 6 7 6 7 6 7 6	8 3 3 2 8 6 3 6 4 2 4 1 6 2 1 8 1 1 2 1 3 8 1 1 2 1 3 2 3 8 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3	4 2 1 4 2 3 2 6 4 8 8 6 5 12 5 6 4 15 3 13 2 4 1 7 2 4 3 4 2 1 1 2 4 2 1 4 2 4 4 2 4 4 4 2 4 4 4 4	10 4 2 1 2 8 5 3 1 10 10 10 10 6 6 7 8 12 2 1 4 12 2 5 7 6 8 1 2 1 2 1 3 2 1 4 1 2 3 3 1 1 2 3 3 4 4 5 7 6 8 8 1 1 2 1 3 4 4 5 7 8 8 8 1 1 1 2 1 3 4 4 4 5 7 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8	6 4 7 5 6 4 3 1 3 1 2 4 5 2 9 8 6 4 2 3 3 3 2 1 3 4 5 5 2 1 6 4 7 5 6 7 6 7 7 7 8 7 8 7 8 7 8 7 8 7 8 7 8 7
40 41 42 43 44	1.40 1.41 1.42 1.43 1.44	4 4 16 48	9 24 8 12	18 6 9 6	2,7 9,0 2,5 4,2	10 8 6 4	4 1 6 2	8 6 5 12	10 10 10 6	2 4 5 2

45	1.45	12	36	12	3,5	5	1	5	6	9	
46	1.46	12	6	40	2,0	3	8	5	7	8	
47	1.47	8	6	36	3,0	2	1	6	8	6	
48	1.48	72	12	4	6,0	1	10	4	12	4	
49	1.49	12	48	6	2,5	1	4	15	2	2	
50	1.50	12	30	9	3,5	2	3	3	1	3	
51	1.51	9	6	27	4,5	2	8	13	4	3	

Задание 2. Тема: Расчет трехфазных электрических цепей.

Задание. Трехфазная нагрузка соединена звездой с нулевым проводом (рисунок 1.31) и подключена к источнику с симметричными линейными напряжениями $U_{\it Л}=380~{\rm B.}$ Значения сопротивлений фаз нагрузки выбираются согласно таблицы 1.2. Требуется:

- 1. Рассчитать линейные токи I_A , I_B , I_C .
- 2. Рассчитать активную, реактивную и полную мощности цепи.
- 3. Построить векторную диаграмму и определить ток ${\it I}_N$ в нулевом проводе.

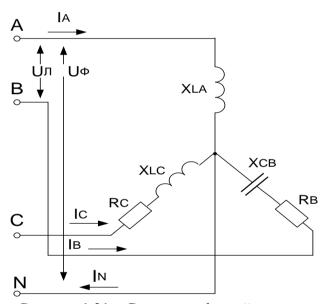


Рисунок 1.31 – Схема трехфазной цепи

Таблица 1.2 – Исходные данные к заданию

No	Сопротивление	Сопроти		Сопрот	ивление
варианта	нагрузки фазы, Ом	нагрузки (-	фазы, Ом
	A	В	}	(\mathcal{C}
	X_{LA}	R_B	X_{CB}	R_C	X_{LC}
1	21	10	8	4	8
2	12	8	7	5	12
3	16	14	6	14	5
4	18	7	5	15	6
5	34	15	15	10	16
6	22	16	13	8	16
7	28	18	11	9	18
8	10	11	18	9	7
9	25	5	22	21	9
10	8	9	14	7	13

11	11	14	8	5	7
12	27	16	8	15	15
13	30	13	18	16	8
14	15	9	16	18	7
15	24	18	5	10	21
16	9	10	6	4	16
17	26	9	20	5	15
18	17	11	9	17	6
19	28	14	22	14	7
20	20	16	8	10	9
21	13	10	9	20	12
22	40	15	10	21	17
23	24	12	7	30	9
24	30	12	8	12	17
25	27	6	19	10	15
26	16	8	20	15	9
27	20	13	25	30	12
28	25	7	31	8	20
29	10	5	4	10	7
30	25	20	14	9	16

Задание 3. Тема: Электропривод машин и механизмов.

Задание. Определить для заданного варианта расчетную мощность двигателя и выбрать по каталогу (таблица 1.3) асинхронный двигатель, предназначенный для привода механизма с циклическим графиком нагрузки в продолжительном или повторнократковременном режимах работы. Провести проверку двигателя по перегрузочной способности.

В таблице 1.4 приведены моменты M_1 , M_2 , M_3 нагрузки на валу двигателя для соответствующих участков графика нагрузки, время работы t_1 , t_2 , t_3 двигателя с заданными моментами нагрузки, время паузы t_0 , частота вращения двигателя и коэффициент, учитывающий возможное снижение напряжения сети (рисунок 1.32).

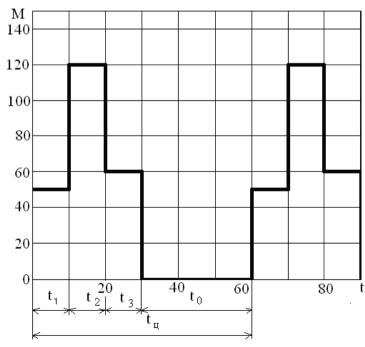


Рисунок 1.32 – Циклический график нагрузки привода механизма

Таблица 1.3 – Исходные данные для выбора асинхронного двигателя

Номер варианта	M_1 , Н·м	M_2 , $H \cdot M$	M_3 , $\mathbf{H} \cdot \mathbf{M}$	<i>t</i> ₁ , c	<i>t</i> ₂ , c	<i>t</i> ₃ , c	t_0 , c	n _{2ном} , об/мин	k_u
1	80	40	60	10	5	20	25	1410	0,95
2	120	100	95	10	10	15	55	930	0,90
3	50	20	30	10	15	10	5	915	0,85
4	150	125	145	10	20	10	60	930	0,95
5	150	130	160	10	25	20	35	1415	0,90
6	40	30	10	5	15	20	10	930	0,85
7	40	25	20	5	15	15	5	1420	0,95
8	30	15	25	5	20	10	25	950	0,90
9	20	15	10	5	10	5	60	935	0,85
10	180	140	150	5	15	15	25	1440	0,95
11	30	20	10	15	10	20	5	1440	0,90
12	30	40	60	15	5	15	5	1400	0,85
13	30	45	20	15	10	10	5	1410	0,95
14	30	50	30	15	15	10	10	940	0,90
15	200	180	170	15	20	5	60	930	0,85
16	220	230	215	10	15	10	25	940	0,95
17	20	15	25	10	10	15	5	930	0,90
18	20	45	40	10	5	10	75	950	0,85
19	25	20	15	10	15	15	60	950	0,95
20	20	25	15	10	10	5	20	1440	0,90
21	25	50	40	15	15	20	5	1400	0,85
22	25	20	L0	15	15	5	25	950	0,95
23	20	35	10	15	15	10	30	920	0,90
24	25	40	10	15	15	15	5	930	0,85
25	25	15	10	15	10	20	5	950	0,95
26	245	230	240	5	10	10	40	940	0,90
27	60	50	55	5	15	25	10	1410	0,85
28	45	10	20	5	20	10	50	950	0,95
29	45	15	10	5	10	10	75	950	0,90
30	40	20	10	5	20	5	20	1440	0,85

Таблица 1.4 – Технические данные асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором с повышенным скольжением

Т	$M_{II}^* =$	$M_{\text{max}}^* =$	~	Γ	IB = 259	%	Γ	IB = 40%	½	Π	$IB = 60^\circ$	⁄ 0	П	B = 100	%
Тип двигателя	$\frac{M_{nyck}}{M_{hom}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{max}}}$	S _{ном} %	$P_{\!\scriptscriptstyle HOM},$ кВт	$\eta,\ \%$	$\cos \varphi$	$P_{\scriptscriptstyle HOM}$, к B т	$\eta,\ \%$	$\cos \varphi$	$P_{\!\scriptscriptstyle HOM},$ кВт	$\eta,\ \%$	$\cos \varphi$	$P_{\scriptscriptstyle HOM}$, к B т	$\eta,\ \%$	$\cos \varphi$
	1	<u> </u>		Сиі	нхронна	я частот	а враще	ния 150	0 об/ми	H		<u>I</u>			1
4АС71А4У3	2,0	2,2	8,2	0,65	67,0	0,76	0,6	68,0	0,73	0,6	68,0	0,73	0,60	68,0	0,73
4АС71В4У3	2,0	2,2	8,7	0,90	68,0	0,71	0,8	68,5	0,75	0,8	68,5	0,75	0,70	69,0	0,74
4AC80A4У3	2,0	2,2	5,6	1,3	68,5	0,82	1,3	68,5	0,82	1,1	70,0	0,80	0,95	70,5	0,79
4АС80В4У3	2,0	2,2	5,5	1,9	69,5	0,83	1,7	70,0	0,82	1,5	70,5	0,80	1,3	71,0	0,79
4AC90L4У3	2,0	2,2	5,8	2,4	76,0	0,82	2,4	76,0	0,82	2,2	76,5	0,80	1,9	77,0	0,78
4AC100S4У3	2,0	2,2	4,2	3,7	76,0	0,84	3.2	76,5	0,82	2,8	77,0	0,80	2,3	77,5	0,78
4AC100L4У3	2,0	2,2	4,1	5,0	77,0	0,84	4,3	78,0	0,82	3,8	79,0	0,80	3,3	80,0	0,78
4AС112М4У3	2,0	2,2	5,6	6,7	77,5	0,85	5,6	79,0	0,83	5,0	80,0	0,81	4,2	81,0	0,78
4AC132S4У3	2,0	2,2	6,9	9,5	82,0	0,86	8,5	82,5	0,85	7,5	83,5	0,83	7,1	84,0	0,81
4AC132M4Y3	2,0	2,2	6,1	14,0	83,0	0,86	11,8	84,0	0,85	10,5	84,5	0,83	9,0	85,0	0,81
4AC160S4У3	2,0	2,2	6,1	19,0	83,5	0,86	17,0	84,5	0,86	15,0	85,5	0,85	13,0	86,0	0,84
4AC160M4Y3	2,0	2,2	5,3	23,0	86,0	0,87	20,0	87,0	0,87	18,5	87,5	0,87	17,0	88,0	0,86
4AC180S4У3	2,0	2,2	5,7	24,0	84,5	0,93	21,0	86,0	0,92	20,0	86,5	0,92	19,0	87,0	0,92
4AС180М4У3	2,0	2,2	4,4	30,0	87,0	0,92	26,5	88,5	0,91	25,0	89,0	0,91	24,0	89,5	0,91
4AC200M4Y3	2,0	2,2	5,7	35,0	87,0	0,93	31,5	87,5	0,92	28,0	88,0	0,92	26,0	88,0	0,92
4AC200L4У3	2,0	2,2	5,8	47,0	88,0	0,94	40,0	89,0	0,93	37,0	89,5	0,93	35,0	90,0	0,93
4АС225М4У3	2,0	2,2	5,8	55,0	87,0	0,93	50,0	87,5	0,92	45,0	88,0	0,92	40,0	88,5	0,92
4AC250S4y3	2,0	2,2	6,3	63,0	87,0	0,93	56,0	87,5	0,92	53,0	88,0	0,92	50,0	88,0	0,92
4AC250М4У3	2,0	2,2	6,4	71,0	86,5	0,94	63,0	87,0	0,93	60,0	87,0	0,93	56,0	87,5	0,93

Тип	$M_{\Pi}^*=$	$M_{\max}^* =$	S_{HOM}	Γ	$IB = 25^\circ$	%	Γ	IB = 40%	⁄o	П	$IB = 60^\circ$	V ₀	П	B = 100	%
двигателя	$\frac{M_{nyck}}{M_{hom}}$		%	$P_{_{\!$	η , %	$\cos \varphi$	$P_{\!\scriptscriptstyle HOM}, \ _{\!\scriptscriptstyle ext{KBT}}$	η , %	$\cos \varphi$	<i>Р_{ном}</i> , кВт	η , %	$\cos \varphi$	$P_{\!\scriptscriptstyle HOM},$ к $ m KBT}$	η , %	$\cos \varphi$
	•			Синхр	онная	час	гота вра	щения 1	000 об/1	мин					
4АС71А6У3	2,0	2,1	10,4	0,4	62,5	0,70	0,4	62,5	0,70	0,4	62,5	0,70	0,4	62,5	0,70
4АС71В6У3	2,0	2,1	10,2	0,65	65,0	0,70	0,63	65,0	0,70	0,65	65,0	0,70	0,5	63,5	0,62
4АС80А6У3	2,0	2,1	7,0	0,9	61,0	0,72	0,8	61,0	0,68	0,7	61,0	0,64	0,5	60,0	0,54
4АС80В6У3	2,0	2,1	7,8	1,3	65,5	0,75	1,2	66,5	0,73	1,1	67,5	0,71	0,8	69,0	0,61
4AC90L6У3	1,9	2,1	6,2	1,8	70,0	0,74	1,7	71,0	0,72	1,3	71,5	0,65	1,1	72,0	0,60
4AC100L6У3	1,9	2,1	5,3	2,9	74,5	0,78	2,6	75,0	0,76	2,2	76,0	0,72	1,8	76,5	0,67
4АС112М6У3	1,9	2,1	7,3	3,8	71,0	0,81	3,2	72,0	0,74	2,8	73,0	0,72	2,5	73,5	0,68
4АС112М6У3	1,9	2,1	8,5	5,0	72,5	0,83	4,2	75,0	0,79	3,8	76,5	0,78	3,2	77,5	0,73
4AC132S6У3	1,9	2,1	6,4	7,5	77,5	0,84	6,3	79,0	0,80	6,0	80,0	0,79	4,5	81,0	0,72
4АС132М6У3	1,9	2,1	5,8	10,0	77,5	0,84	8,5	80,0	0,80	7,5	80,5	0,78	6,3	81,0	0,74
4AC160S6У3	1,9	2,1	7,7	14,0	80,0	0,86	12,0	82,5	0,85	11,0	83,5	0,84	10,0	84,0	0,83
4АС160М6У3	1,9	2,1	7,8	19,0	81,5	0,86	16,0	84,0	0,85	15,0	84,5	0,84	13,0	85,5	0,83
4АС180М6У3	1,9	2,1	7,6	20,0	83,0	0,90	19,0	84,5	0,90	17,0	85,0	0,89	16,0	85,5	0,89
4АС200М6У3	1,9	2,1	7,3	25,0	82,0	0,92	22,0	83,5	0,92	20,0	84,5	0,92	18,0	85,5	0,91
4AC200L6У3	1,9	2,1	6,2	33,5	83,5	0,92	28,0	85,5	0,91	25,0	86,0	0,92	23,0	86,5	0,91
4АС225М6У3	1,9	2,1	6,9	35,0	85,5	0,92	33,5	81,0	0,91	28,0	87,5	0,91	25,0	88,0	0,90
4АС250Ѕ6У3	1,9	2,1	5,4	45,0	88,0	0,90	40,0	89,0	0,90	36,0	89,5	0,90	33,5	90,0	0,89
4АС250М6У3	1,9	2,1	3,8	53,0	88,0	0,89	45,0	86,5	0,88	40,0	89,0	0,86	36,0	89,5	0,90

ПОРЯДОК ВЫБОРА ТЕМЫ И ОСВЕЩЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

Исходные данные для расчетов заданий выдаются по многовариантным таблицам. Студент получает номер своего варианта заданий индивидуально. Предлагаемые к решению задания должны рассматриваться по мере прочтения лекционного материала. Ознакомившись с соответствующей литературой по рекомендуемому списку, студент приступает к выполнению самостоятельной работы.

СТРУКТУРА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ, ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЕЕ НАПИСАНИЮ

К оформлению самостоятельной работы предъявляются следующие требования:

- 1. Основные результаты, полученные при расчетах, оформляются в виде пояснительной записки, которая должна содержать титульный лист, исходные данные варианта. Структура самостоятельной работы должна соответствовать пунктам задания. Отдельные части должны иметь заголовки, комментарии и выводы. Записи и формулировки должны быть точными и ясными.
- 2. В ходе решения не следует изменять принятые изначально обозначения физических величин, а при численных значениях должны быть указаны единицы измерения. Графики и диаграммы рекомендуется выполнять в масштабе с указанием единиц измерения по координатным осям.
- 3. В конце пояснительной записки должен быть приведен список литературы, использованной при выполнении работы.
- 4. Пояснительная записка выполняется на листах формата А 4. Поля: верхнее и нижнее 20 мм, левое 30 мм, правое 15 мм. Листы должны быть пронумерованы. Размер шрифта 14, междустрочный интервал полуторный. Условия заданий переписываются полностью. Схемы изображаются чертежными инструментами с соблюдением ГОСТов. Перед числовыми значениями указать номер варианта. Каждый этап решения расчетных задач содержит пояснения, формулу, постановку данных, результат расчета, единицу измерения найденных величин (в системе СИ). Вывод формул и уравнений, имеющихся в литературе, в работе приводить не следует. Результаты расчета записываются с точностью до второй значащей цифры после запятой.

3 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ВЫПОЛНЕНИЯ ДОМАШНЕЙ РАБОТЫ, ПРИМЕРНЫЙ КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ

3.1 Последовательность выполнения задания 1

Первый закон Кирхгофа: алгебраическая сумма токов в узле электрической цепи равна нулю.

$$\sum I_i = 0$$
.

Второй закон Кирхгофа: алгебраическая сумма падений напряжений на элементах контура (под контуром здесь понимается замкнутая последовательность ветвей, не содержащих источников тока) равна алгебраической сумме ЭДС, действующих в этом же контуре:

$$\sum_{i=1}^n U_i = \sum_{i=1}^n E_i$$
 или $\sum_{i=1}^n I_i \cdot r_i = \sum_{i=1}^n E_i$.

Пример расчета электрической цепи (рисунок 3.1) с использованием законов Кирхгофа.

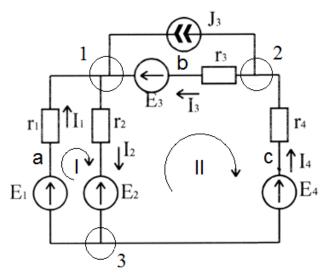


Рисунок 3.1 – Схема электрической цепи

- 1. Определим количество узлов y и ветвей b электрической цепи. Так, в данной цепи имеется три узла, обозначенных цифрами 1, 2 и 3, всего y=3. Ветви находятся между узлами и в представленной схеме их пять b=5.
- 2. Выберем произвольно положительные направления искомых токов I_1 , I_2 , I_3 , I_4 ветвей и обозначим их на схеме.
- 3. Определим количество уравнений по первому закону Кирхгофа, равное количеству узлов без единицы: 3-1=2. Запишем для произвольно выбранных узлов требуемое количество уравнений по первому закону Кирхгофа. В алгебраической сумме следует учесть и токи источников тока.

1 узел:
$$I_1 - I_2 + I_3 + J_3 = 0$$
 , 2 узел: $I_4 - I_3 - J_3 = 0$.

4. Определим количество уравнений по второму закону Кирхгофа, равное числу ветвей без источников тока (5-1) минус два уравнения, составленные по первому закону Кирхгофа, т.е. (5-1)-2=2. Запишем уравнения по 2-му закону Кирхгофа для независимых контуров, не содержащих источников тока:

I контур:
$$I_1 \cdot r_1 + I_2 \cdot r_2 = E_1 - E_2$$
,

II контур:
$$-I_2 \cdot r_2 - I_3 \cdot r_3 - I_4 \cdot r_4 = E_2 - E_3 - E_4$$
.

5. Объединим уравнения, составленные по первому и второму законам Кирхгофа в систему уравнений.

$$\begin{cases} I_1 - I_2 + I_3 + J_3 = 0, \\ I_4 - I_3 - J_3 = 0, \\ I_1 \cdot r_1 + I_2 \cdot r_2 = E_1 - E_2, \\ -I_2 \cdot r_2 - I_3 \cdot r_3 - I_4 \cdot r_4 = E_2 - E_3 - E_4. \end{cases}$$

6. Решить полученную систему уравнений можно, если в ней четыре неизвестные. Чаще всего в задачах требуется определить токи (т.е. для данной схемы I_1 , I_2 , I_3 , I_4), тогда все остальные элементы должны быть известными. Возможны и другие варианты.

Пример расчета электрической цепи (рисунок 3.2) методом контурных токов. В этой цепи четыре узла, следовательно, по первому закону Кирхгофа необходимо записать 4-1=3 уравнения. Рассматриваемая схема содержит семь ветвей, две из которых с источниками тока, следовательно, по второму закону Кирхгофа количество уравнений равно: 7-2-3=2.

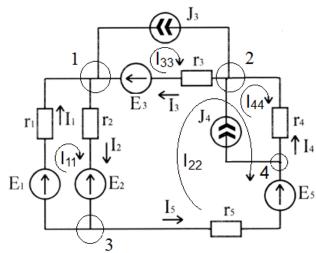


Рисунок 3.2 Схема электрической цепи для расчета по методу контурных токов

Для заданной схемы направления обхода контурных токов I_{11} , I_{22} , I_{33} , I_{44} взяты по часовой стрелке, причем $I_{33} = -J_3$, т.к. обход контура не совпадает с направлением тока источника тока; $I_{44} = J_4$, т.к. обход контура совпадает с направлением тока источника тока. Таким образом, контурные токи $I_{33} = -J_3$ и $I_{44} = J_4$ считаются известными. Следовательно, остается два неизвестных контурных тока (I_{11} и I_{22}), для их нахождения используем систему из двух уравнений:

$$\begin{cases} I_{11} \cdot R_{11} - I_{22} \cdot R_{12} - I_{33} \cdot R_{13} - I_{44} \cdot R_{14} = E_{11}, \\ -I_{11} \cdot R_{21} + I_{22} \cdot R_{22} - I_{33} \cdot R_{23} + I_{44} \cdot R_{24} = E_{22}. \end{cases}$$

где R_{mm} — собственное сопротивление контура m (сумма сопротивлений всех ветвей, входящих в контур m). В нашем случае $R_{11}=r_1+r_2$; $R_{22}=r_2+r_3+r_4+r_5$. В системе уравнений у собственных сопротивлений контуров по главной диагонали матрицы будут всегда стоять знаки «плюс». Количество строк в системе определяется количеством

уравнений по второму закону Кирхгофа, а количество столбцов равно сумме числа уравнений по второму закону Кирхгофа и числа источников тока.

 R_{ml} — общее сопротивление контуров m и l, берется со знаком «плюс», если направления контурных токов в данной ветви совпадают, в обратном случае — берется знак «минус». В рассматриваемой схеме общим сопротивлением между контурами 1 и 2, а, следовательно, 2 и 1, является r_2 . Направление контурных токов в данной ветви не совпадают, следовательно, сопротивление $R_{12} = R_{21} = r_2$ войдет в уравнение со знаком «минус». Сопротивления между контурами 1 и 3, а также 1 и 4 равны нулю, следовательно, $R_{13} = 0$ и $R_{14} = 0$. Сопротивление между контурами 2 и 3 $R_{23} = r_3$. Направление контурных токов в данной ветви не совпадают, следовательно, сопротивление R_{23} войдет в уравнение со знаком «минус». Сопротивление между контурами 2 и 4 $R_{24} = r_4$. Направление контурных токов в данной ветви совпадают, следовательно, сопротивление R_{24} войдет в уравнение со знаком «плюс».

 E_{mm} — алгебраическая сумма ЭДС, входящих в контур m. Для данной схемы $E_{11}=E_1-E_2,\ E_{22}=E_2-E_3-E_5$.

Таким образом, в новых обозначениях система уравнений примет следующий вид:

$$\begin{cases} I_{11} \cdot (r_1 + r_2) - I_{22} \cdot r_2 = E_1 - E_2, \\ -I_{11} \cdot r_2 + I_{22} \cdot (r_2 + r_3 + r_4 + r_5) - I_{33} \cdot r_3 + I_{44} \cdot r_4 = E_2 - E_3 - E_5. \end{cases}$$

Решив эту систему относительно I_{11} и I_{22} , считая $I_{33} = -J_3$ и $I_{44} = J_4$ известными, найдем токи в ветвях электрической цепи через контурные токи:

$$\begin{split} I_1 = I_{11}; \ I_2 = I_{11} - I_{22}; \ I_3 = I_{33} - I_{22}; \\ I_4 = -I_{44} - I_{22}; \ I_5 = -I_{22}. \end{split}$$

Пример расчета электрической цепи (рисунок 3.3) методом узловых потенциалов.

Представленная схема содержит 8 ветвей, 2 из которых содержат источники тока, следовательно, количество уравнений по второму закону Кирхгофа равно: 8-2-3=3 уравнения. В заданной цепи четыре узла, следовательно, по первому закону Кирхгофа необходимо записать 4-1=3 уравнения, причем имеется ветвь, содержащая только идеальный источник ЭДС E_5 . В этом случае узел, от которого отходит источник ЭДС E_5 , пронумеруем цифрой 4 и примем его за опорный, потенциал которого равен нулю φ_4 = 0. Обозначим заземление $\stackrel{\perp}{=}$ у φ_4 на расчетной схеме. Потенциал узла, в который входит источник ЭДС E_5 , будет известным и равным величине ЭДС источника φ_3 = E_5 .

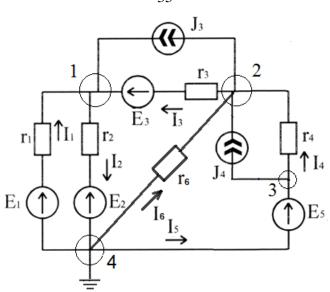


Рисунок 3.3 – Схема электрической цепи для расчета по методу узловых потенциалов

Таким образом, остается два неизвестных потенциала φ_1 и φ_2 , для их нахождения используем систему из двух уравнений:

$$\begin{cases} \varphi_1 \cdot g_{11} - \varphi_2 \cdot g_{12} - \varphi_3 \cdot g_{13} = J_{11}, \\ -\varphi_1 \cdot g_{21} + \varphi_2 \cdot g_{22} - \varphi_3 \cdot g_{23} = J_{22}. \end{cases}$$

где g_{SS} — собственная проводимость узла S (сумма проводимостей ветвей, присоединенных к узлу S). В данном случае $g_{11}=\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}+\frac{1}{r_3}$; $g_{22}=\frac{1}{r_3}+\frac{1}{r_4}+\frac{1}{r_6}$. В

системе уравнений у собственных проводимостей узлов по главной диагонали матрицы будут всегда стоять знаки «плюс».

 g_{SN} — сумма проводимостей ветвей, соединяющих узел S с узлом N, всегда в системе уравнений берется со знаком «минус». В нашем случае сумма проводимостей ветвей

между узлами 1 и 2, а, следовательно, 2 и 1, является $g_{12} = g_{21} = \frac{1}{r_3}$. Сумма

проводимостей ветвей между узлами 1 и 3, равна нулю, следовательно $g_{13} = 0$. Сумма

проводимостей ветвей между узлами 2 и 3 $g_{23} = \frac{1}{r_4}$.

 $J_{SS} = \sum_S E \cdot g + \sum_S J$, где $\sum_S E \cdot g$ — алгебраическая сумма произведений ЭДС ветвей,

примыкающих к узлу S, на их проводимости; при этом со знаком «плюс» берутся те произведения, в ветвях которых ЭДС действуют в направлении узла S, и со знаком «минус», — в направлении от узла S;

 $\sum_S J$ — алгебраическая сумма источников тока, присоединенных к узлу S, знак перед J

определяется согласно правилу, указанному выше. В данном случае $J_{11}=\frac{E_1}{r_1}+\frac{E_2}{r_2}+\frac{E_3}{r_3}+J_3,\; J_{22}=-\frac{E_3}{r_3}-J_3+J_4\,.$

Таким образом, в новых обозначениях система уравнений примет следующий вид

$$\begin{cases} \varphi_{1} \cdot \left(\frac{1}{r_{1}} + \frac{1}{r_{2}} + \frac{1}{r_{3}}\right) - \varphi_{2} \cdot \frac{1}{r_{3}} = \frac{E_{1}}{r_{1}} + \frac{E_{2}}{r_{2}} + \frac{E_{3}}{r_{3}} + J_{3}, \\ -\varphi_{1} \cdot \frac{1}{r_{3}} + \varphi_{2} \cdot \left(\frac{1}{r_{3}} + \frac{1}{r_{4}} + \frac{1}{r_{6}}\right) - \varphi_{3} \cdot \frac{1}{r_{4}} = -\frac{E_{3}}{r_{3}} - J_{3} + J_{4}. \end{cases}$$

Решив полученную систему относительно φ_1 и φ_2 , считая известным $\varphi_3 = E_5$, найдем токи в ветвях электрической цепи.

Токи в ветвях электрической цепи определяются по закону Ома через полученные потенциалы:

$$\begin{split} I_1 &= \frac{\varphi_4 - \varphi_1 + E_1}{r_1} \, ; \, I_2 = \frac{\varphi_1 - \varphi_4 - E_2}{r_2} \, ; \, I_3 = \frac{\varphi_2 - \varphi_1 + E_3}{r_3} \, ; \\ I_4 &= \frac{\varphi_3 - \varphi_2}{r_4} \, ; \, I_5 = I_4 + J_4 = \frac{\varphi_3 - \varphi_2}{r_4} + J_4 \, ; \, I_6 = \frac{\varphi_4 - \varphi_2}{r_6} \, . \end{split}$$

Баланс мощностей в электрической цепи.

Общая мощность источников электрической энергии для электрической цепи (рисунок 3.1) определяется следующим образом:

$$P_{\text{MCT}} = E_1 \cdot I_1 - E_2 \cdot I_2 + E_3 \cdot I_3 + E_4 \cdot I_4 + U_{12} \cdot J_3.$$

Знак «минус» у мощности источника ЭДС $P_{E_2}=-E_2\cdot I_2$, ставится потому, что направление тока I_2 противоположно направлению ЭДС E_2 . Если направление источника ЭДС и тока через него не совпадает, то данный источник ЭДС потребляет электрическую энергию, а не производит ее. Мощность источника тока $P_{J_3}=U_{12}\cdot J_3=\left(\varphi_1-\varphi_2\right)\cdot J_3$, т.к. у источника тока J_3 потенциал φ_1 больше, чем φ_2 . Как определять потенциалы электрической цепи (напряжение на участке цепи), будет рассмотрено ниже в примере построения потенциальной диаграммы.

Общая мощность потребителей электрической энергии для электрической цепи (рисунок 3.1) определяется следующим образом:

$$P_{\text{norp}} = I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2 + I_3^2 \cdot R_3 + I_4^2 \cdot R_4.$$

В результате расчетов общая мощность источников электрической энергии $P_{\rm ист}$ должна оказаться равна общей мощности потребителей электрической энергии $P_{\rm потр}$ для рассматриваемой электрической цепи $P_{\rm ист} = P_{\rm потр}$. Если равенство не получается, значит, имеются ошибки в расчетах, которые требуется устранить.

Построение потенциальной диаграммы для внешнего контура электрической цепи, представленной на рисунке 3.1. Внешний контур состоит из элементов E_1 , r_1 , E_3 , r_3 , r_4 , E_4 . Перечень элементов производился от наибольшего по названию узла, в данном случае это узел 3, по часовой стрелке. Из рисунка видно, что при выборе контура следует избегать ветвей с источником тока, т.к. его сопротивление равно бесконечности, и определить падение напряжения на нем по закону Ома не удастся. Обозначим на электрической схеме точки при переходе от одного элемента к другому. Так, между элементами E_1 и r_1 получим точку a, между E_3 и e_3 — точку e_4 между e_4 и e_4 обозначим точку e_4 . Используя закон Ома, определим потенциалы всех указанных во внешнем контуре точек. Для этого условно заземлим потенциал точки 3, тогда e_4 станет равен нулю. При этом токораспределение в цепи не изменится, т.к. схема не изменилась.

Тогда потенциалы обозначенных в схеме точек при известных токах определятся следующим образом: $\varphi_3=0;$ $\varphi_a=\varphi_3+E_1;$ $\varphi_1=\varphi_a-I_1\cdot r_1;$ $\varphi_b=\varphi_1-E_3;$ $\varphi_2=\varphi_b+I_3\cdot r_3;$ $\varphi_c=\varphi_2+I_4\cdot r_4;$ $\varphi_3=\varphi_c-E_4=0.$

Знак «плюс» в формуле $\varphi_a = \varphi_3 + E_1$ ставится потому, что ЭДС E_1 повышает потенциал при переходе от потенциала φ_3 к φ_a . Знак «минус» в формуле $\varphi_1 = \varphi_a - I_1 \cdot r_1$ ставится потому, что ток течет от большего потенциала φ_a к меньшему φ_1 . Чтобы определить меньший потенциал φ_1 необходимо от большего φ_a вычесть падение напряжения $U_1 = I_1 \cdot r_1$ на резисторе r_1 . Знак «минус» в формуле $\varphi_b = \varphi_1 - E_3$ ставится потому, что ЭДС E_3 понижает потенциал при переходе от потенциала φ_1 к φ_b . Знак «плюс» в формуле $\varphi_2 = \varphi_b + I_3 \cdot r_3$ ставится потому, что ток течет от большего потенциала φ_2 к меньшему φ_b . Чтобы отыскать больший потенциал φ_2 необходимо к нему прибавить падение напряжения $U_3 = I_3 \cdot r_3$ на резисторе r_3 . Аналогичным образом ставятся знаки в других уравнениях потенциалов электрической цепи. Представленные формулы для определения потенциалов электрической цепи вытекают из закона Ома.

На основании полученных значений потенциалов точек строится потенциальная диаграмма (рисунок 3.4).

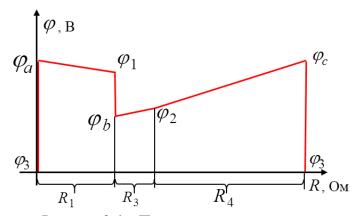


Рисунок 3.4 – Потенциальная диаграмма

Решения задания 1 рекомендуется производить в MathCad

3.2 Последовательность выполнения задания 2

При соединении обмоток трехфазного генератора звездой линейные напряжения определяются через разности фазных напряжений:

$$\dot{U}_{AB} = \dot{U}_A - \dot{U}_B; \ \dot{U}_{BC} = \dot{U}_B - \dot{U}_C; \ \dot{U}_{CA} = \dot{U}_C - \dot{U}_A.$$

Для симметричного генератора (источника) фазные напряжения:

$$\dot{U}_{A} = U_{\phi}; \ \dot{U}_{B} = U_{\phi} \cdot e^{-j \cdot \frac{2 \cdot \pi}{3}}; \ \dot{U}_{C} = U_{\phi} \cdot e^{j \cdot \frac{2 \cdot \pi}{3}},$$

линейные напряжения:

$$\dot{U}_{AB} = U_{_{\rm I\hspace{-.1em}I}} \cdot e^{j \cdot \frac{\pi}{6}} \, ; \, \dot{U}_{BC} = U_{_{\rm I\hspace{-.1em}I}} \cdot e^{-j \cdot \frac{\pi}{2}} \, ; \, \dot{U}_{CA} = U_{_{\rm I\hspace{-.1em}I}} \cdot e^{j \cdot \frac{5 \cdot \pi}{6}} \, . \label{eq:UAB}$$

Между линейными и фазными напряжениями для симметричного источника существует зависимость:

$$U_{\rm m} = \sqrt{3} \cdot U_{\rm op}$$
.

При соединении обмоток трехфазного источника треугольником линейные напряжения равны фазным

$$U_{\Pi} = U_{\Phi}$$
.

Расчет трехфазных цепей синусоидального тока.

Так как трехфазные цепи являются разновидностью цепей синусоидального тока, то для них применимы те же методы и приемы: символический метод расчета, построение векторных и топографических диаграмм.

Симметричный режим. Для симметричного приемника, соединенного звездой (рисунок 3.5 a), справедливо соотношение $\underline{Z}_A = \underline{Z}_B = \underline{Z}_C = \underline{Z}$, напряжение смещения нейтрали \dot{U}_{nN} равно нулю, а токи в фазах

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{(\underline{Z} + \underline{Z}_A)}; \qquad \dot{I}_B = \frac{\dot{U}_B}{(\underline{Z} + \underline{Z}_A)}; \qquad \dot{I}_C \frac{\dot{U}_C}{(\underline{Z} + \underline{Z}_A)},$$

где \underline{Z}_{π} — сопротивление симметричной линии на фазу. По модулю токи равны и имеют сдвиг по фазе относительно друг друга, равный 120° (рисунок 3.5 δ):

$$I_{A} = I_{B} = I_{C} = \frac{U_{\Phi}}{|\underline{Z} + \underline{Z}_{R}|}.$$

$$\begin{matrix}
A & \underline{Z}_{R} & \dot{\underline{I}}_{B} \\
B & \underline{Z}_{R} & \dot{\underline{I}}_{B}
\end{matrix}$$

$$\begin{matrix}
\dot{\underline{I}}_{B} & \underline{Z}_{B} \\
C & \underline{Z}_{R} & \dot{\underline{I}}_{C}
\end{matrix}$$

$$\begin{matrix}
\dot{\underline{I}}_{C} & \underline{N} & \dot{\underline{I}}_{B} \\
\dot{\underline{I}}_{C} & \underline{N} & \dot{\underline{I}}_{B}
\end{matrix}$$

$$\begin{matrix}
\dot{\underline{I}}_{C} & \underline{N} & \dot{\underline{I}}_{B} \\
\dot{\underline{I}}_{B} & \dot{\underline{I}}_{B} & \dot{\underline{I}}_{B}
\end{matrix}$$

Рисунок 3.5 – Схема (*a*) и векторная диаграмма (*б*) трехфазной цепи при соединении нагрузки звездой

Для симметричного приемника, соединенного треугольником (рисунок 3.6 a), справедливо соотношение $\underline{Z}_{ab} = \underline{Z}_{bc} = \underline{Z}_{ca} = \underline{Z}$. Если $\underline{Z}_{\pi} = 0$, то фазные токи приемника равны:

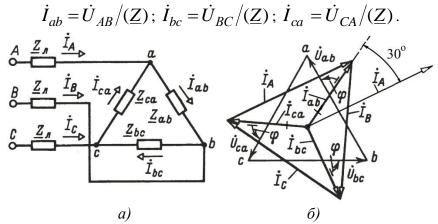


Рисунок 3.6 – Схема (*a*) и векторная диаграмма (*б*) трехфазной цепи при соединении нагрузки треугольником

По модулю токи равны и имеют сдвиг по фазе относительно друг друга, равный 120° (рисунок 3.6 б):

$$I_{ab} = I_{bc} = I_{ca} = I_{\Phi} = U_{\pi}/|\underline{Z}|$$

Линейные токи приемника определяются разностью фазных токов:

$$\dot{I}_A=\dot{I}_{ab}-\dot{I}_{ca}\,;\;\dot{I}_B=\dot{I}_{bc}-\dot{I}_{ab}\,;\;\dot{I}_C=\dot{I}_{ca}-\dot{I}_{bc}\,.$$
 Как видно из векторной диаграммы (рисунок 2.13 б),

$$\dot{I}_{A} = \sqrt{3} \cdot \dot{I}_{ab} \cdot e^{-j \cdot \frac{\pi}{6}}; \ \dot{I}_{B} = \dot{I}_{A} \cdot e^{-j \cdot \frac{2 \cdot \pi}{3}}; \ \dot{I}_{C} = \dot{I}_{A} \cdot e^{j \cdot \frac{2 \cdot \pi}{3}}.$$

 $\underline{Z}_{\scriptscriptstyle \varLambda} \neq 0$, то (после преобразования треугольника сопротивлений эквивалентную звезду) линейные токи равны:

$$\dot{I}_{A} = \frac{\dot{U}_{A}}{\underline{Z}/3 + Z_{\pi}}; \ \dot{I}_{B} = \frac{\dot{U}_{B}}{\underline{Z}/3 + Z_{\pi}}; \ \dot{I}_{C} = \frac{\dot{U}_{C}}{\underline{Z}/3 + Z_{\pi}}.$$

Фазные токи определяются через линейные:

$$\dot{I}_{ab} = \frac{\dot{I}_A}{\sqrt{3}} e^{j \cdot \frac{\pi}{6}}; \ \dot{I}_{bc} = \dot{I}_{ab} \cdot e^{-j \cdot \frac{2 \cdot \pi}{3}}; \ \dot{I}_{ca} = \dot{I}_{ab} \cdot e^{j \cdot \frac{2 \cdot \pi}{3}}.$$

Несимметричный режим.

Рассмотрим случай соединения приемника звездой с нейтральным проводом (рисунок 3.7).

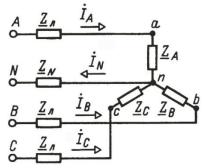


Рисунок 3.7 – Схема трехфазной цепи при соединении нагрузки звездой с нейтральным проводом

Напряжение смещения нейтрали на основании метода двух узлов:

$$\dot{U}_{nN} = \frac{\dot{U}_A \cdot \underline{Y}_A + \dot{U}_B \cdot \underline{Y}_B + \dot{U}_C \cdot \underline{Y}_C}{\underline{Y}_A + \underline{Y}_B + \underline{Y}_C + \underline{Y}_N}$$

где $\underline{Y}_A = 1/(\underline{Z}_A + \underline{Z}_\pi); \ \underline{Y}_B = 1/(\underline{Z}_B + \underline{Z}_\pi); \ \underline{Y}_C = 1/(\underline{Z}_C + \underline{Z}_\pi); \ \underline{Y}_N = 1/\underline{Z}_N$.

Линейные токи и ток в нейтральном проводе:

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A - \dot{U}_{nN}}{\underline{Z}_A + \underline{Z}_{\mathcal{I}}}; \; \dot{I}_B = \frac{\dot{U}_B - \dot{U}_{nN}}{\underline{Z}_B + \underline{Z}_{\mathcal{I}}}; \; \dot{I}_C = \frac{\dot{U}_C - \dot{U}_{nN}}{\underline{Z}_C + \underline{Z}_{\mathcal{I}}}; \; \dot{I}_N = \frac{\dot{U}_{nN}}{\underline{Z}_N}.$$

По первому закону Кирхгофа

$$\dot{I}_{N} = \dot{I}_{A} + \dot{I}_{B} + \dot{I}_{C},$$

$$\dot{I}_{A} = \dot{U}_{An} / (\underline{Z}_{A} + \underline{Z}_{J}); \ \dot{I}_{B} = \dot{U}_{Bn} / (\underline{Z}_{B} + \underline{Z}_{J}); \ \dot{I}_{C} = \dot{U}_{Cn} / (\underline{Z}_{C} + \underline{Z}_{J}).$$
 (2.25)

При соединении приемника треугольником и $\underline{Z}_{\mathcal{I}} = 0$ фазные и линейные токи:

$$\begin{split} \dot{I}_{ab} &= \dot{U}_{AB} \big/ (\underline{Z}) \, ; \; \dot{I}_{bc} = \dot{U}_{BC} \big/ (\underline{Z}) \, ; \; \dot{I}_{ca} = \dot{U}_{CA} \big/ (\underline{Z}) \, , \\ \dot{I}_{A} &= \dot{I}_{ab} - \dot{I}_{ca} \, ; \; \dot{I}_{B} = \dot{I}_{bc} - \dot{I}_{ab} \, ; \; \dot{I}_{C} = \dot{I}_{ca} - \dot{I}_{bc} \, . \end{split}$$

Если $Z_{\mathcal{I}} \neq 0$, то треугольник сопротивлений можно преобразовать в эквивалентную звезду и для этого соединения рассчитать линейные токи, как показано выше.

Фазные токи определяются по предварительно найденным фазным напряжениям приемника:

$$\begin{split} \dot{U}_{ab} = & \underline{Z'}_A \cdot \dot{I}_A - \underline{Z'}_B \cdot \dot{I}_B \,;\, \dot{U}_{bc} = \underline{Z'}_B \cdot \dot{I}_B - \underline{Z'}_C \cdot \dot{I}_C \,;\\ \dot{U}_{ca} = & \underline{Z'}_C \cdot \dot{I}_C - \underline{Z'}_A \cdot \dot{I}_A \,;\\ \dot{I}_{ab} = & \dot{U}_{ab} \big/ (\underline{Z}_{ab}) \,;\, \dot{I}_{bc} = & \dot{U}_{bc} \big/ (\underline{Z}_{bc}) \,;\, \dot{I}_{ca} = & \dot{U}_{ca} \big/ (\underline{Z}_{ca}) \,, \end{split}$$

где $\underline{Z'}_A$, $\underline{Z'}_B$, $\underline{Z'}_C$ — сопротивления лучей звезды, эквивалентной треугольнику.

3.3 Последовательность выполнения задания 3

Определение мощности двигателя.

Нормальная безаварийная работа двигателя возможна только тогда, когда его действительный режим не превышает условий номинального режима, для работы в котором электродвигатель построен на заводе. Номинальный режим характеризуется определенными параметрами: мощностью P_{HOM} , напряжением U_{HOM} , током I_{HOM} , частотой вращения n_{HOM} и рядом других. Эти величины называются номинальными и указываются в специальных каталогах или паспорте электродвигателя. Номинальный момент двигателя обычно в паспорте не указывают. Его вычисляют по номинальной мощности и номинальной частоте вращения двигателя по следующей формуле:

$$M_{HOM} = 9,55 \cdot P_{HOM} / n_{HOM}$$
 (3.1)

Все методы проверки при выборе двигателя сводятся к условию, что среднее значение мощности потерь в двигателе не должно превышать мощность потерь при максимальной нагрузке. На практике применяют методы, основанные на расчете эквивалентных значений тока, моментов, мощности.

Выбор мошности двигателя для повторно-кратковременного режима работы.

Для повторно-кратковременного режима работы электропривода, когда периоды работы чередуются с паузами, при которых двигатель отключается или работает на холостом ходу, номинальная мощность электродвигателя определяется для одного из значений относительной продолжительности включения ΠB_{CT} (15, 25, 40, 60%).

Относительная продолжительность включения двигателя

$$\Pi B\% = \frac{t_p}{t_p + t_0} \cdot 100\% = \frac{\sum_{k=1}^{n} t_k}{\sum_{k=1}^{n} t_k + t_0} \cdot 100\%,$$

где t_p , t_0 — время работы и паузы соответственно.

Если окажется, что $\Pi B\% > 60$ %, тогда двигатель выбирается как для продолжительного режима, если $\Pi B\% < 10$ % — как для кратковременного режима работы. Если же $\Pi B\%$ оказывается вне указанных границ, то рассчитывают эквивалентную мощность двигателя P_{3KB} , затем определяют по нагрузочной диаграмме значение реальной относительной продолжительности включенного состояния $\Pi B_P\%$. Найденную эквивалентную мощность P_{3KB} пересчитывают для ближайшего стандартного значения

 ΠB_{CT} % по упрощенной формуле, беря значения продолжительности включенного состояния в относительных единицах, расчетная мощность

$$P_{P} = P_{\mathcal{H}B} \sqrt{\frac{\Pi B_{P} \%}{\Pi B_{CT} \%}} \ .$$

По каталогу выбирается двигатель с номинальной мощностью $P_{\mathcal{A}BHOM} > P_P$ при используемой в расчете ΠB_{CT} %.

Если переменная нагрузка задана в виде графической зависимости M(t), для определения мощности двигателя используется метод эквивалентного момента. Эквивалентный момент на валу двигателя:

$$M_{\mathcal{H}B} = \sqrt{\frac{M_1^2 t_1 + M_2^2 t_2 + ... + M_N^2 t_N}{t_1 + t_2 + ... + t_N}},$$

где \boldsymbol{M}_k — значения момента на валу двигателя в промежутки времени t_k , N — число ступеней графика нагрузки.

Эквивалентная мощность двигателя

$$P_{2KR} = 0.105 M_{2KR} n_{2HOM}$$
.

Номинальную мощность двигателя выбирают исходя из условия

$$P_{\mathit{DB}\,HOM} \ge P_{\mathit{P}} = P_{\mathit{SKB}} \sqrt{\frac{\mathit{\Pi}B_{\mathit{P}}\%}{\mathit{\Pi}B_{\mathit{CT}}\%}}$$

где ΠB_{CT} % — стандартное значение относительной продолжительности включения, указанное в паспорте двигателя.

В соответствии с P_p для стандартной продолжительности включения ΠB_{CT} выбираем из каталога двигатель с техническими данными: $P_{\mathcal{A}B\;HOM},\;n_{HOM}$, λ_{MOM} .

Номинальный момент двигателя рассчитываем по формуле (3.1).

В течение короткого промежутка времени двигатель может развивать мощность значительно большую, чем номинальная. Мгновенная перегрузочная мощность двигателя – это наибольшая мощность на валу в течение малого промежутка времени, развиваемая двигателем без каких-либо повреждений. Мгновенные перегрузочные свойства двигателя обычно характеризуются коэффициентом перегрузки по моменту λ_{MOM} , т. е. отношением максимального кратковременно допустимого перегрузочного момента к номинальному моменту: $\lambda_{MOM} = M_{MAX}/M_{HOM}$. Для большинства двигателей $\lambda_{MOM} = 1,6...2,5$ (у специальных электродвигателей $\lambda_{MOM} = 3...4$).

Проверку двигателя по перегрузочной способности производят путем сравнения наибольшего момента нагрузки $M_{H\!E}$, определяемого по графику нагрузки, с максимальным моментом двигателя

$$M_{MAX} = \lambda_{MOM} \cdot M_{HOM}$$
.

Необходимо выполнить условие

$$M_{HE} < k_U \cdot M_{MAX}$$
.

где $k_{\scriptscriptstyle U}$ – коэффициент, учитывающий снижение напряжения сети.

Если перегрузочная способность двигателя по условию (6.23) не достаточна, то из каталога выбирается двигатель с большей мощностью.

Выбор двигателя для продолжительного режима.

Если двигатель предназначен для работы в продолжительном режиме при переменной нагрузке, эквивалентный момент на валу двигателя рассчитывается по формуле:

$$M_{\mathcal{H}B} = \sqrt{\frac{M_1^2 t_1 + M_2^2 t_2 + \dots + M_N^2 t_N}{t_1 + t_2 + \dots + t_N + k_2 t_0}},$$

где M_k — значения момента на валу двигателя в промежутки времени t_k , k_2 — коэффициент, учитывающий уменьшение теплоотдачи во время паузы. Для асинхронных двигателей $k_2=0,25$. Предварительный выбор электродвигателя производится исходя из условия $P_{\mathcal{J}BHOM}>P_{\mathcal{J}KB}$, а затем выполняется проверочный расчет по перегрузочной способности.

3.4 Последовательность выполнения задания 4

Для успешного выполнения задание 4 рекомендуется использования конспектов лекций и рекомендуемой литературы, согласно тематике вопроса.

Выполнение контрольной работы должно производиться согласно графика календарного плана (таблица 3.1). После представления контрольной работы она защищается студентом.

Таблица 3.1 – Примерных план (график) выполнения контрольной работы

	Наименование выполненного	Объем	Сроки вы	ыполнения
№	задания	выполненной работы в %	Плановый	Досрочный
1	Получение и оформление задания по варианту	5	1 неделя	-
2	Решение не менее 50% задания	40		3 неделя
3	Оформление и предоставление на проверку задания	45	10-13 неделя	9 неделя
4	Защита работы	10	14 неделя	10 неделя
ИТС	ОГО	100		

4 ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ И ОТВЕТСВЕННОСТЬ СТУДЕНТА ЗА ВЫПОЛНЕНИЕ ДОМАШНЕЙ РАБОТЫ

- 4.1 Студент допускается к защите контрольной работы, если в ней не содержится ошибок принципиального характера и соблюдены все требования, предъявляемые к оформлению.
- 4.2 Защита контрольной работы осуществляется в форме собеседования по теме работы после ее проверки преподавателем и отметки о разрешении к защите.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАПИСАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ДОМАШНЕЙ РАБОТЫ

Написание домашней работы по дисциплине «Электротехника и электроника» является одним из видов самостоятельной работы студентов по изучению предмета. Данный вид работы способствует повышению качества усвоения программного материала, углубленному пониманию наиболее сложных вопросов курса, расширению круга рассматриваемых проблем.

Критерии оценки работы

- актуальность темы исследования;
- соответствие содержания теме;
- глубина проработки материала; правильность и полнота использования источников;
- соответствие оформления работы стандартам.

По усмотрению преподавателя работаы могут быть представлены как зачетные работы по пройденным темам.

Оценкой «отлично» оценивается работы, в котором соблюдены следующие требования: полно и четко представлены основные теоретические понятия; проведен глубокий анализ по проблеме; продемонстрировано знание методологических основ изучаемой проблемы; уместно и точно использованы различные иллюстративные приемы – примеры, схемы, таблицы и т. д.; показано знание межпредметных связей; работа написана с использованием терминов современной науки, хорошим русским языком, соблюдена логическая стройность работы; соблюдены все требования к оформлению работы.

Оценкой «хорошо» оценивается работа, в котором в целом раскрыта актуальность темы; в основном представлен обзор основной литературы по данной проблеме; недостаточно использованы последние публикации по данному вопросу; выводы сформулированы недостаточно полно; собственная точка зрения отсутствует или недостаточно аргументирована; в изложении преобладает описательный характер

Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии: изложение носит исключительно описательный, компилятивный характер; библиография ограничена; изложение отличается слабой аргументацией; работа не выстроена логически; недостаточно используется научная терминология; выводы тривиальны; имеются существенные недостатки в оформлении.

Если большинство изложенных требований к работе не соблюдено, то он не засчитывается.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОНСПЕКТИРОВАНИЮ ПЕРВОИСТОЧНИКОВ

Конспектирование — процесс мысленной переработки и письменной фиксации информации, в виде краткого изложения основного содержания, смысла какого-либо текста.

Результат конспектирования — запись, позволяющая конспектирующему немедленно или через некоторый срок с нужной полнотой восстановить полученную информацию. Конспект в переводе с латыни означает «обзор». По существу его и составлять надо как обзор, содержащий основные мысли текста без подробностей и второстепенных деталей. Конспект носит индивидуализированный характер: он рассчитан на самого автора и поэтому может оказаться малопонятным для других.

Для того чтобы осуществлять этот вид работы, в каждом конкретном случае необходимо грамотно решить следующие задачи:

- 1. Сориентироваться в общей композиции текста (уметь определить вступление, основную часть, заключение).
- 2. Увидеть логико-смысловую канву сообщения, понять систему изложения автором информации в целом, а также ход развития каждой отдельной мысли.
- 3. Выявить «ключевые» мысли, т. е. основные смысловые вехи, на которые «нанизано» все содержание текста.
- 4. Определить детализирующую информацию.
- 5. Лаконично сформулировать основную информацию, не перенося на письмо все целиком и дословно.

Во всяком научном тексте содержится информация 2-х видов: основная и вспомогательная. Основной является информация, имеющая наиболее существенное значение для раскрытия содержания темы или вопроса. К ней относятся: определения научных понятий, формулировки законов, теоретических принципов и т. д. Назначение вспомогательной информации – помочь читателю лучше усвоить предлагаемый материал. К этому типу информации относятся разного рода комментарии. Основную – записываем онжом полнее, вспомогательную, как правило, опускаем. конспектирования составляет переработка основной информации в целях ее обобщения и сокращения. Обобщить – значит представить ее в более общей, схематической форме, в виде тезисов, выводов, отдельных заголовков, изложения основных результатов и т. п. Читая, мы интуитивно используем некоторые слова и фразы в качестве опорных. Такие опорные слова и фразы называются ключевыми. Ключевые слова и фразы несут основную смысловую и эмоциональную нагрузку содержания текста.

Выбор ключевых слов — это первый этап смыслового свертывания, смыслового сжатия материала.

Важными требованиями к конспекту являются наглядность и обозримость записей и такое их расположение, которое давало бы возможность уяснить логические связи и иерархию понятий.

По форме конспекты подразделяются на формализованные и графические.

1. Формализованные (все записи вносятся в заранее подготовленные таблицы).

Это удобно, во-первых, при конспектировании материалов, когда перечень характеристик описываемых предметов или явлений более или менее постоянен, вовторых, при подготовке единого конспекта по нескольким источникам. Особенно если есть необходимость сравнения отдельных данных. Разновидностью формализованного конспекта является запись, составленная в форме ответов на заранее подготовленные вопросы, обеспечивающие исчерпывающие характеристики однотипных предметов или явлений.

2. Графические (элементы конспектируемой работы располагаются в таком виде, при котором видна иерархия понятий и взаимосвязь между ними).

По каждой работе может быть не один, а несколько графических конспектов, отображающих книгу в целом и отдельные ее части. Ведение графического конспекта - наиболее совершенный способ изображения внутренней структуры книги, а сам этот процесс помогает усвоению ее содержания.

Можно выделить следующие основные типы конспектов: плановый, текстуальный, сводный, тематический.

Плановый — легко получить с помощью предварительно сделанного плана произведения, каждому вопросу плана отвечает определенная часть конспекта:

- а) вопросно-ответный (на пункты плана, выраженные в вопросительной форме, конспект дает точные ответы);
- б) схематичный плановый конспект (отражает логическую структуру и взаимосвязь отдельных положений).

Текстуальный – это конспект, созданный в основном из цитат.

Сводный конспект – сочетает выписки, цитаты, иногда тезисы; часть его текста может быть снабжена планом.

Тематический — дает более или менее исчерпывающий ответ (в зависимости из числа привлеченных источников и другого материала, например, своих же записей) на поставленный вопрос — тему: обзорный; хронологический.

Роль конспекта — чисто учебная: он помогает зафиксировать основные понятия и положения первичного текста и в нужный момент их воспроизвести, например, при написании реферата или подготовке к экзамену.

Способы конспектирования.

- Тезисы это кратко сформулированные основные мысли, положения изучаемого материала. Тезисы лаконично выражают суть читаемого, дают возможность раскрыть содержание. Приступая к освоению записи в виде тезисов, полезно в самом тексте отмечать места, наиболее четко формулирующие основную мысль, которую автор доказывает (если, конечно, это не библиотечная книга). Часто такой отбор облегчается шрифтовым выделением, сделанным в самом тексте.
- Линейно-последовательная запись текста. При конспектировании линейно последовательным способом целесообразно использование плакатно-оформительских средств, которые включают в себя следующие:
 - · сдвиг текста конспекта по горизонтали, по вертикали;
 - выделение жирным (или другим) шрифтом особо значимых слов;
 - · использование различных цветов;
 - · подчеркивание;
 - заключение в рамку главной информации.
- С*пособ «вопросов ответов»*. Он заключается в том, что, поделив страницу тетради пополам вертикальной чертой, конспектирующий в левой части страницы самостоятельно формулирует вопросы или проблемы, затронутые в данном тексте, а в правой части дает ответы на них.

Одна из модификаций способа «вопросов – ответов» - таблица, где место вопроса занимает формулировка проблемы, поднятой автором (лектором), а место ответа – решение данной проблемы. Иногда в таблице могут появиться и дополнительные графы: например, «мое мнение» и т. п.

- Схема с фрагментами способ конспектирования, позволяющий ярче выявить структуру текста, при этом фрагменты текста (опорные слова, словосочетания, пояснения всякого рода) в сочетании с графикой помогают созданию рационально лаконичного конспекта.
- *Простая схема* способ конспектирования, близкий к схеме с фрагментами, объяснений к которой конспектирующий не пишет, но должен уметь давать их устно. Этот способ требует высокой квалификации конспектирующего. В противном случае такой конспект нельзя будет использовать.
- *Параллельный способ* конспектирования. Конспект оформляется на двух листах параллельно или один лист делится вертикальной чертой пополам и записи делаются в правой и в левой части листа.

Однако лучше использовать разные способы конспектирования для записи одного и того же материала.

Комбинированный конспекти — вершина овладения рациональным конспектированием. При этом умело используются все перечисленные способы, сочетая их в одном конспекте (один из видов конспекта свободно перетекает в другой в зависимости от конспектируемого текста, от желания и умения конспектирующего). Именно при комбинированном конспекте более всего проявляется уровень подготовки и индивидуальность студента.

Принципы составления конспекта прочитанного.

- 1. Записать все выходные данные источника: автор, название, год и место издания. Если текст взят из периодического издания (газеты или журнала), то записать его название, год, месяц, номер, число, место издания.
- 2. Выделить поля слева или справа, можно с обеих сторон. Слева на полях отмечаются страницы оригинала, структурные разделы статьи или книги (названия параграфов, подзаголовки и т. п.), формулируются основные проблемы. Справа способы фиксации прочитанной информации.

Один из видов чтения — углубленное — предполагает глубокое усвоение прочитанного и часто сохранение информации в целях последующего обращения к ней. Эффективность такого чтения повышается, если прочитанное зафиксировано не только в памяти, но и на бумаге. Психологи утверждают, что записанное лучше и полнее усваивается, прочнее откладывается в памяти. Установлено, что если прочитать 1000 слов и затем записать 50, подытоживающих прочитанное, то коэффициент усвоения будет выше, чем, если прочитать 10000 слов, не записав ни одного. Кроме того, при записи прочитанного формируется навык свертывания информации. И, наконец, чередование чтения и записывания уменьшает усталость, повышает работоспособность и производительность умственного труда.

1. Резюмирование.

Резюме – краткий итог прочитанного, содержащий его оценку. Резюме характеризует основные выводы книги, главные итоги.

Выбор языковых средств для построения резюме-выводов подчинен основной задаче свертывания информации: минимум языковых средств — максимум информации. Это обычно одно — три четких, кратких, выразительных предложения, раскрывающих, по мнению автора, самую суть описываемого объекта.

2. Аннотация.

Аннотация – краткая обобщенная характеристика печатной работы (книги, статьи), включающая иногда и его оценку. Это наикратчайшее изложение содержания первичного документа, дающее общее представление о теме.

Основное ее назначение – дать некоторое представление о книге (статье, научной работе) с тем, чтобы рекомендовать ее определенному кругу читателей или воспользоваться своими записями при выполнении работы исследовательского, реферативного характера. Поэтому аннотации не требуется изложения содержания произведения, в ней лишь перечисляются вопросы, которые освещены в первоисточнике (содержание этих вопросов не раскрывается). Аннотация отвечает на вопрос: «О чем говорится в первичном тексте?», дает представление только о главной теме и перечне вопросов, затрагиваемых в тексте первоисточника.

Текст аннотации не стандартизирован. В научной литературе можно встретить различные требования к составлению аннотаций. Например, текст справочной аннотации может включать следующие сведения:

- \cdot тип и название аннотируемого документа (монография, диссертация, сборник, статья и т. п.)
 - задачи, поставленные автором аннотируемого документа
- · метод, которым пользовался автор (эксперимент, сравнительный анализ, компиляция других источников)
 - принадлежность автора к определенной научной школе или направлению
 - · структуру аннотируемого документа
 - предмет и тему произведения, основные положения и выводы автора
- · характеристику вспомогательных иллюстративных материалов, дополнений, приложений, справочного аппарата, включая указатели и библиографию.

Форма отчетности о результатах самостоятельной работы по дисциплине

- отчеты по лабораторным работам;
- отчет по домашней работе;
- конспект первоисточников;
- тест

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

- 1. Федоров, С.В. Электроника : учебник / С.В. Федоров, А.В. Бондарев ; Министерство образования и науки Российской Федерации. Оренбург : ОГУ, 2015. 218 с. : табл., граф., схем. Библиогр. в кн. ISBN 978-5-7410-1368-7 ; То же [Электронный ресурс]. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438991(22.04.2019).
- 2._Жаворонков, М. А. Электротехника и электроника : учеб. пособие / М. А. Жаворонков, А. В. Кузин. М. : Академия, 2013. 400 с. : ил. (Высшее профессиональное образование. Электротехника). Гриф: Доп. УМО. Библиогр.: с. 389. ISBN 978-5-7695-9778-7

Дополнительная литература:

- 1. Теоретические основы электротехники: учебное пособие / В.М. Дмитриев, А.В. Шутенков, В.И. Хатников и др.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). Томск: ТУСУР, 2015. Ч. 1. Установившиеся режимы в линейных электрических цепях. 189 с.: схем., ил. Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480917 (22.04.2019).
- 2. Джонс, М. Х. Электроника практический курс / М. Джонс ; пер. с англ. Е. В. Воронова, А. Л. Ларина. 2-е изд., испр. М. : Техносфера, 2013. 512 с. (Мир электроники). Прилож.: с. 478-497. Библиогр.: с. 498-499. Предм. указ.: с. 500-510. ISBN 978-5-94836-341-7

Интернет-ресурсы:

- 1 http://catalog.ncstu.ru электронные каталоги Ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО;
- 2 http://window.edu.ru информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам".