

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И  
ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕ-  
ДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕН-  
НОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВА-  
ТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕ-  
ГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
"МУРМАНСКИЙ ГОСУДАР-  
СТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИ-  
ВЕРСИТЕТ"**

**КАФЕДРА ЭОС**

**ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И  
ЭЛЕКТРОНИКА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБО-  
ТЫ СТУДЕНТОВ**

**И ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ  
РАБОТ**

студентов очной (и заочной) формы обу-  
чения

к рабочей программе по дисциплине  
Б1.В.13 «Электротехника и электрони-  
ка»,

входящей в состав ОПОП по направле-  
нию подготовки/специальности  
15.03.02 «Технологические машины и  
оборудование»

Составитель –Капустин Анатолий  
Николаевич,  
Доцент кафедры ЭОС Мурманского  
государственного технического  
университета

Методические указания рассмотре-  
ны и одобрены кафедрой ЭОС 28  
февраля 2019 г, протокол №

Рецензент – Власов Анатолий Бори-  
сович,  
доктор технических наук, профес-  
сор кафедры ЭОС,  
профессор кафедры ЭОС Мурман-  
ского государственного техническо-  
го университет

© Мурманский государственный  
технический университет, 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>1.ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....</b>	<b>3</b>
1.1.Требования ФГОС ВО к обязательному минимуму содержания ОПП по специальности 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» по дисциплине Б1.В.18 «Электротехника и электроника».....	
1.2.Цели и задачи изучения дисциплины .....	
1.3Требования к уровню подготовки специалиста в рамках данной дисциплины	
1.4Связь с другими дисциплинами.....	
<b>2.ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН .....</b>	<b>5</b>
<b>3.СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>6</b>
Основная.....	
Дополнительная.....	
Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины .....	
<b>4.ТЕМАТИЧЕСКИЕ ПЛАНЫ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ ОБУЧАЮЩИХСЯ</b>	<b>7</b>
4.1. Электротехника. Значение в науке и производстве	
7	
4.2. Электрические цепи постоянного тока.	
8	
4.3 Цепи переменного тока.	
9	
4.4. Резонанс токов и резонанс напряжений	
11	
4.5. Трёхфазные цепи	
4.6. Нелинейные цепи.	
4.7. Магнитные цепи	
12	
4.8. Трансформаторы.	
13	
4.9. Элементная база современных электронных устройств. Источники вторичного питания. Основы цифровой электроники. Микропроцессорные средства.	
14	
<b>5.Методические указания к выполнению контрольных работ</b>	<b>24</b>
<b>5.1 Контрольные задания для студентов очной формы обучения</b>	<b>25</b>
<b>5.2 Контрольные задания для студентов заочной формы обучения</b>	<b>26</b>

<b>6. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Примерный перечень лабораторных работ</b>	<b>26</b>
<b>7.ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА»</b>	<b>27</b>

## **1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к рабочей программе по дисциплине Б1.В.18 «Электротехника и электроника»

, входящей в состав ОПОП по направлению подготовки/специальности 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» 2019 года начала подготовки, утвержденной Ученым советом ФГБОУ ВО «МГТУ» 28.02 2019 г., протокол №7 и соответствуют требованиям Учебного плана данного направления подготовки (специальности) и Рабочей программе учебной дисциплины.

**Требования ФГОС ВО к обязательному минимуму содержания ОПО подготовки специалиста по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»** Дисциплина «Электротехника и электроника»

входит в перечень профессиональных дисциплин базовой части учебного плана специальности **15.03.02 «Технологические машины и оборудование»**

**Цели и задачи изучения дисциплины.** Целью дисциплины "Электротехника и электроника" является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и рабочим учебным планом специальности **15.03.02 «Технологические машины и оборудование»** .

Задачи изложения и изучения дисциплины – дать необходимые знания по общей электротехнике и электронике, позволяющие освоить специальные дисциплины и успешно эксплуатировать электрооборудование, электроизмерительные средства, импульсную и цифровую технику по кругу обязанностей .

**Требования к уровню подготовки специалиста в рамках данной дисциплины**

**Процесс изучения дисциплины «Электротехника и электроника» направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»**

Задачи изучения дисциплины:

формирование:

- знаний методов анализа свойств различных приборов;
- знаний начальных методов расчета приборов законов электротехники;
- знаний инженерных методов анализа устройств электротехники, электроники и схемотехники;

- умений выполнять экспериментальные исследования устройств и определять их электрофизические параметры и характеристики;
- умений решать практические задачи по расчету и анализу устройств;
- умений по использованию справочной литературе.

Бакалавр должен:

знать:

- назначение, структуру и принципы построения приборов, используемых в электротехнике и электронике,
- назначение, состав, принцип действия, конструктивные особенности, параметры и характеристики, элементов электротехники и электроники, обеспечивающих работоспособность всех аналоговых и цифровых устройств.

уметь:

- использовать полученные знания при выполнении инженерных расчетов и решении практических задач.

В результате изучения дисциплины выпускник должен:

знать:

- требования в части электротехники и электроники;
- функциональные свойства приборов электротехники и электроники, их основные параметры, принцип действия, конструктивные и эксплуатационные характеристики, области применения.

уметь:

определить оптимальный состав схем в зависимости от конструкции и назначения приборов и конструкций, а также провести начальный анализ их основных характеристик.

владеть:

навыками анализа технического состояния, начального ремонта и восстановления технических характеристик приборов электротехники и электроники.

**3. Требования к уровню подготовки специалиста в рамках данной дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины "Электротехника и электроника" направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки **15.03.02 «Технологические машины и оборудование» направленность « Пищевая инженерия малых предприятий »**

Таблица 1. - Результаты обучения

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1	<p>ОК-7 Владением достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером.</p> <p>Способен применять естественнонаучные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования профессиональной деятельности</p>	Компетенция реализуется частично	<p>ОК-7.1 Знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования</p> <p>ОК-7.2. Уметь решать стандартные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования</p> <p>ОК-7.3. Владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности</p>
	<p>ПК-1 -Знанием основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации, умением использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии.</p> <p>-Владение математической и естественнонаучной культурой как частью профессиональной и общечеловеческой культуры.</p> <p>Способен участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов</p>	Компетенция реализуется частично	<p>ПК-1.1. Знать: методы настройки, наладки программно-аппаратных комплексов</p> <p>ПК-1.2 Уметь анализировать техническую документацию, производить настройку, наладку и тестирование программно-аппаратных комплексов</p> <p>ПК-1.3 Владеть навыками проверки работоспособности программно-аппаратных комплексов</p>

	<p>ПК-2 Способен анализировать, рассчитывать и моделировать электрические и магнитные цепи, электротехнические и электронные устройства, электроизмерительные приборы для решения профессиональных задач.</p>	<p>Компетенция реализуется частично</p>	<p>ПК-2.1 Знать: Основные законы электротехники ПК-2.2 Уметь моделировать технические объекты и технологические процессы ПК-2.3 Владеть способами обработки и анализа результатов</p>
--	---	---	---

**В результате изучения дисциплины специалист должен:**

**знать:**

В результате изучения дисциплины выпускник должен:

знать:

- требования в части электротехники и электроники;
- функциональные свойства приборов электротехники и электроники, их основные параметры, принцип действия, конструктивные и эксплуатационные характеристики, области применения.

уметь:

определить оптимальный состав схем в зависимости от конструкции и назначения приборов и конструкций, а также провести начальный анализ их основных характеристик.

владеть:

навыками анализа технического состояния, начального ремонта и восстановления технических характеристик приборов электротехники и электроники.

**3. Требования к уровню подготовки специалиста в рамках данной дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины "Электротехника и электроника" направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС

**ВО по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» направленность «Пищевая инженерия малых предприятий»**





	ланс мощностей. Методы расчёта цепей постоянного тока.												
3.	<b>Модуль 3</b> Цепи переменного тока. Однофазный синусоидальный ток и его параметры. Потребители в цепях переменного тока (активные, реактивные). Активное, индуктивное и ёмкостное сопротивления				7							-	10
4.	<b>Модуль 4.</b> Закон Ома в комплексной форме. Последовательное и параллельное соединение реактивных элементов. Векторные диаграммы. Треугольники напряжений, сопротивлений и проводимостей.				7								10
5.	<b>Модуль 5</b> Закон Кирхгофа в комплексной форме. Мощности в цепях синусоидального тока. Коэффициент мощности и пути его повышения. Символический метод расчёта.				4								10

<b>6.</b>	<b>Модуль 6</b> Резонанс токов и резонанс напряжений.				4							-	15
<b>7.</b>	<b>Модуль 7</b> Трёхфазные цепи. Соединение фаз генератора звездой и треугольником. Соединение фаз приёмников звездой и треугольником. Мощности трёхфазных цепей. Измерение. Коэффициент мощности.				4								15
<b>8.</b>	<b>Модуль 8</b> Электрические цепи с нелинейными элементами. Графоаналитический метод расчёта НЭЦ.				2								12
<b>9.</b>	<b>Модуль 9</b> Магнитные цепи. Магнитное поле. Закон полного тока, законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей. Диамагнетика, магнито-твёрдые и магнитомягкие материалы. Петля гистерезиса. Анализ магнитной цепи. Потери в стали. Трансформаторы.				4								12

<b>10.</b>	<b>Модуль 10</b> Элементная база современных электронных устройств.				5								3
<b>11.</b>	<b>Модуль 11</b> Основы цифровой электроники: логические элементы, триггеры, регистры, сумматоры, компараторы, шифраторы и дешифраторы.				7								3
	<b>Итого</b>				57								98

### 3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная литература

1. Касаткин, А. С. Электротехника : учеб. для вузов / А. С. Касаткин, М. В. Немцов. - 9-е изд., стер. - Москва : Academia, 2005. - 538, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (69- абонемент; 3-чит.зал)
2. Иванов, И. И. Электротехника : учебник для вузов / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. С. Равдоник. - Изд. 3-е, стер. ; 2-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2005, 2003. - 496 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература).. (126шт.-абонемент; 75шт.-книгохранилище; 7шт.-чит.зал).
3. Гусев, В. Г. Электроника и микропроцессорная техника : учебник для вузов / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высш. шк., 2004. - 790 с. : ил. - ISBN 5-06-004271-5 : 301-68. (16шт.-абонемент; 79шт.-книгохранилище; 3шт.-чит.зал)
4. Волынский, Б. А. Электротехника : учеб. пособие для вузов / Б. А. Волынский, Е. Н. Зейн, В. Е. Шатерников. - Москва : Энергоатомиздат, 1987. - 528 с. : ил. - 50-00. (34шт.-абонемент; 5шт.-чит.зал)
5. Панфилов, В. А. Электрические измерения : учебник / В. А. Панфилов. - Москва : Academia, 2004. - 284, [1] с. - (Среднее профессиональное образова-

ние. Энергетика). - 173-00. (26шт.-абонемент; 3шт.-чит.зал)

6. Шиян, А. Ф. Электротехника и электроника : курс лекций : учеб. пособие / А. Ф. Шиян; М-во сел. хоз-ва РФ, Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т. - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2005. - 212 с. (абонемент-93 шт.; чит.зал-3шт.)

#### **Дополнительная литература**

7. Белов, Н. В. Электротехника и основы электроники : учеб. пособие для вузов / Н. В. Белов, Ю. С. Волков. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2012. - 430 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 425. - ISBN 978-5-8114-1225-9 : 1010-02. (3шт.-чит.зал)

8. Иванов, И.И. Электротехника и основы электроники : учебник для вузов / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. - Изд. 7-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2012. - 735 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). (2шт.-чит.зал)

9. Горбачев, Г. Н. Промышленная электроника: учебник для вузов / Г. Н. Горбачев, Е. Е. Чаплыгин; под ред. В. А. Лабунцова. - Москва : Энергоатомиздат, 1988. - 320 с.-(абонемент-28шт.; чит.зал-3шт.)

10. Рекус, Г.Г. Сборник задач и упражнений по электротехнике и основам электроники : учеб. пособие для вузов / Г. Г. Рекус, А. И. Белоусов. - 2-е изд., перераб. - Москва : Высш. шк., 2001. - 415 с. - ISBN 5-06-003984-6 : 59-69;50-96. (81шт.-абонемент; 5шт.- чит.зал)

11. Власов, А. Б. Задачи и методы их решения по курсу "Электротехника и электроника" : учеб. пособие по дисциплинам "Электротехника и электроника", "Общая электротехника и электроника" для курсантов и студентов техн. специальностей / А. Б. Власов, З. Н. Черкесова; Федер. агентство по рыболовству, ФГОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2016. - 135 с. : ил. - Имеется электрон. аналог 2016 г. - Библиогр.: с. 130-132. - ISBN 978-5-86185-886-1 : 152-60. (121шт.-абонемент)

12. Власов, А. Б. Лабораторный практикум "Электротехника" : по курсам "Теоретические основы электротехники", "Электротехника и электроника" / А. Б. Власов; Федер. агентство по рыболовству, ФГОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2010. - 230 с. : ил. - Имеется электрон. аналог 2010 г. - Библиогр.: с. 229-230. - 248-79. (182шт.-абонемент; 5шт.-читальный зал).

13. Власов, А. Б. Лабораторный практикум "Электроника" : по курсам "Электротехника и электроника", "Судовая электроника и силовая преобразовательная техника" / А. Б. Власов, З. Н. Черкесова; Федер. агентство по рыболовству, ФГОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2010. - 122 с. : ил. - Имеется печ. аналог 2010 г. - Библиогр.: с. 121-122. - 144-84. (142шт. – абонемент; 5шт.-читальный зал).

14. Справочник по полупроводниковым диодам, транзисторам и интегральным микросхемам. Под ред. Н.Н. Горюнова, М.: Энергия, 1972

**Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Ин-**

тернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)\*

1. Mirknig/ kom Учебники [http:// mirknig/ kom](http://mirknig/kom)

2. Электроэнергетический информационный центр:  
<http://www.elektrocentr.info/>

3. Электронная библиотечная система «Издательство Лань» [http:// e/lanbook.com](http://e/lanbook.com)

4. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»  
<http://biblioclub.ru>

5. Электронный каталог библиотеки МГТУ

#### 4. ТЕМАТИЧЕСКИЕ ПЛАНЫ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ ОБУ- ЧАЮЩИХСЯ И

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕ- НИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Тема 1.( Модуль 1)

**Назначение курса и его связь со смежными дисциплинами.**

**Значение электротехники в науке и производстве. Преимущества электроэнергии.**

После изучения темы по конспекту лекций и рекомендуемой литературе студент должен:

- **знать** цели и задачи дисциплины;
- иметь представление об истории развития электротехники;
- получить представление о роли электротехники и электроники в современном мире;
- **знать** преимущества электрической энергии;
- **уметь** правильно организовать самостоятельную работу по дисциплине.

##### **Методические рекомендации по изучению темы**

Работа над введением позволяет обобщить знания, полученные при изучении физики и математики, необходимые для изучения электротехники. После работы над конспектом студенту следует изучить по рекомендуемой литературе: цели и задачи дисциплины; ознакомиться с историей развития электротехники и электроники; получить представление о роли электротехники и электроники в промышленности, изучить различные виды энергии; изучить преимущество электрической энергии перед другими видами энергии; определиться с организацией самостоятельной работы по дисциплине; подобрать рекомендуемую литературу.

##### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое электротехника? Какую роль она играет в современном мире?

2. Привести примеры использования электрических и электронных устройств .  
 3. Для каких технических дисциплин, изучаемых в соответствии с учебным планом подготовки по избранной специальности, курс "Электротехника и электроника" является базовым?

**Рекомендуемая литература:** [1]; [2]; [3,4]; [6].

**Формы контроля:**

Письменные ответы на контрольные вопросы под № 1-3.

#### 4.2. Тема 2. Модуль 2

Электрические цепи постоянного тока. Элементы цепи. Законы Ома и Кирхгофа. Баланс мощностей. Методы расчёта цепей постоянного тока.

После освоения материала по данной теме студент должен:

- получить представление об устройстве и работе электрических цепей, об их классификации и графическом представлении;
- получить представление об источниках и потребителях электрической энергии;
- знать основные параметры, с помощью которых описывают поведение и режимы работы электрической цепи (напряжение, электрический ток, сопротивление);
- понять способы представления источников с помощью моделей идеального источника ЭДС и идеального источника тока, изучить свойства этих моделей и их применение для моделирования реальных источников;
- знать основные топологические понятия электрических цепей: электрический узел, электрическая ветвь, электрический контур;
- знать основные законы, описывающие работу электрической цепи (закон Ома, законы Кирхгофа).
- знать** алгоритм расчета ЛЭЦ с помощью законов Кирхгофа; изучить методы расчета ЛЭЦ с помощью методов контурных токов, узловых потенциалов и эквивалентного генератора.
- уметь** рассчитывать электрические цепи с применением различных методов и проверять правильность расчетов балансом мощностей.

##### . Методические рекомендации по изучению темы

В этом разделе следует изучить, осмыслить и понять материал, являющийся для всех остальных разделов основополагающим – основные методы расчета электрических цепей. Алгоритмы изучаемых методов достаточно кратки, доступны и понятны, основываются на законах Кирхгофа.

Главное место среди изучаемых методов занимает классический метод расчета электрических цепей с помощью законов Кирхгофа.

Чтобы овладеть методами расчета: методом контурных токов, методом узловых потенциалов, методом эквивалентного генератора, необходимо уметь рассчитывать цепи классическим методом, знать алгебру матриц, решать системы линейных уравнений.

Метод двух узлов (частный случай метода узловых потенциалов), метод

эквивалентной замены треугольника сопротивлений трехлучевой звездой, преобразование последовательной схемы замещения реального источника параллельной схемой – все эти методы и приемы составляют основу метода свертывания электрических цепей.

Серьезного внимания требует приобретение навыков применения уравнения баланса мощностей, позволяющего производить проверку правильности расчета электрических цепей, через закон сохранения энергии.

С учетом этого, перед тем как приступить к изучению методов расчета электрических цепей, следует освежить в памяти разделы математики. Нужно повторить действия с матрицами и методы решения систем линейных уравнений.

Для практического закрепления навыков расчета линейных электрических цепей постоянного тока необходимо самостоятельно решать тренировочные задачи на расчет цепей.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое потенциал? ЭДС? Напряжение?
2. Дайте определение электрической цепи.
3. Поясните, что такое ветвь, узел, контур электрической цепи.
4. Объясните назначение генерирующих, приемных и вспомогательных устройств электрической цепи.
5. Объясните различие между пассивным и активным приемниками энергии.
6. Опишите основные режимы работы источников энергии.
7. Напишите закон Ома для участка цепи, содержащего только пассивный приемник энергии.
8. Напишите закон Ома для участка цепи, содержащего пассивный приемник энергии и источник ЭДС.
9. Сформулируйте законы Кирхгофа и напишите их математические выражения.
10. Дайте определение разветвленной и неразветвленной электрических цепей
11. Опишите порядок расчета разветвленной электрической цепи с использованием законов Кирхгофа.
12. Опишите порядок расчета электрической цепи с использованием метода контурных токов.
13. Запишите формулу для межузлового напряжения электрической цепи, имеющей два узла и несколько параллельных ветвей с пассивными приемниками энергии и реальными источниками ЭДС.
14. Опишите порядок расчета электрической цепи с использованием метода двух узлов.
15. Опишите порядок расчета электрической цепи с использованием метода эквивалентного генератора.
16. Напишите уравнение баланса мощностей для разветвленной электрической цепи, состоящей из источника ЭДС и нескольких пассивных элементов.
17. В электрической цепи работают несколько источников ЭДС. Часть из них

работает в режиме источника энергии, а остальные в режиме приемника энергии. По какому признаку определяется режим работы источника ЭДС?

**Рекомендуемая литература:** [1];[2; [3,4]; [6]; [11].

**Формы контроля:**

1. Решить задание 1.1 по варианту (две последние цифры зачетной книжки) из уч.пособия. [11].

2. Письменные ответы на вопросы № 1-17.

### 4.3. Тема 3.( Модуль 3,4,5,) Однофазный синусоидальный ток.

В результате изучения темы студент **должен:**

- **знать** основные понятия и определения переменных токов; получение синусоидального переменного тока; мгновенные, амплитудные, действующие и средние значения электрических величин переменного тока; графическое и аналитическое выражение мгновенных значений; векторные диаграммы; изображение мгновенных значений синусоидальных величин комплексными числами; сложение, вычитание, деление и умножение заданных величин в комплексной форме;

- **знать** активные и реактивные потребители электрической энергии в цепях переменного тока;

- **знать** цепь однофазного переменного тока с последовательным и параллельным соединением элементов;

- **знать** треугольники напряжений и токов, сопротивлений и проводимостей;

- **уметь** рассчитывать активную, реактивную и полную мощности;

- **знать** треугольник мощностей; понимать, что такое коэффициент мощности;

- **знать** методы улучшения коэффициента мощности;

- **знать** символический метод расчета линейных электрических цепей;

- **уметь** рассчитывать ЛЭЦ с применением закона Ома и законов Кирхгофа, методов контурных токов, узловых потенциалов и двух узлов;

- **уметь** строить векторные диаграммы;

- **уметь** изображать синусоидальные токи и напряжения с помощью волновых диаграмм.

#### Методические рекомендации по изучению темы

Предполагается, что студенты знают значения терминов: амплитуда, фаза, частота, период, тригонометрические функции и операции с ними, основы теории функций комплексного переменного и векторной алгебры, явление электромагнитной индукции, методы решения дифференциальных уравнений 1-го и 2-го порядка с постоянными коэффициентами, основные методы расчета линейных электрических цепей постоянного тока.

В современных электротехнических устройствах наиболее широко используют гармонические или синусоидальные токи и напряжения. Необходимо



знать, что законы Кирхгофа и Ома справедливы для мгновенных значений синусоидальных электрических величин и все основные соотношения, установленные при исследовании линейных цепей постоянного тока, можно использовать для цепей переменного синусоидального тока (т.е.  $\sum i = 0$ ;  $\sum u = 0$ ;  $P = i^2 R =$  и т.д.).

Очень важно усвоить, что синусоидальную величину можно изобразить тригонометрической функцией, графиком, с помощью вектора на комплексной плоскости.

При синусоидальных воздействиях расчет электрических цепей проводится с помощью метода комплексных переменных, то и сопротивления всей цепи и отдельных ее участков также выражаются комплексными числами. Необходимо уметь записывать выражения для комплексного сопротивления

После работы над конспектом студенту следует изучить по рекомендуемой литературе: получение ЭДС синусоидальной формы; виды потребителей электрической энергии в ЛЭЦ переменного синусоидального тока (активные и реактивные), их условные обозначения в электрических схемах; представление синусоидальных величин с помощью векторов на комплексной плоскости; законы Ома и Кирхгофа для ЛЭЦ переменного тока; векторные диаграммы токов и напряжений; мощности (активную, реактивную и полную); символический метод расчета; метод контурных токов, узловых потенциалов и двух узлов.

В процессе изучения темы студент выполняет подготовку к лабораторной работе.

Для закрепления теоретических знаний по данной теме студент выполняет две лабораторные работы:

ЛР. Исследование неразветвленных RL и RC цепей переменного тока [12].

ЛР. Исследование разветвленных RL и RC цепей переменного тока [12].

В процессе самостоятельной работы, перед выполнением лабораторной работы следует ознакомиться с методическими указаниями [12].

**Рекомендуемая литература:** [1]; [2]; [3,4];[6];[11];[12].

### Вопросы для самопроверки

1. Перечислите электротехнические устройства переменного тока, применяемые в технике.
2. Перечислите преимущества использования в технике переменного тока по сравнению с постоянным током.
3. Получение ЭДС синусоидальной формы в промышленных электромашинных генераторах.
4. Что называется амплитудой, периодом, частотой и фазой синусоидально изменяющейся величины?
5. Дайте определения действующего значения периодического синусоидального тока.
6. Как определяется среднее значение периодического синусоидального тока?
7. Напишите выражения, связывающие между собой действующее, амплитуд-

ное и среднее значения синусоидального тока.

8. Что такое мгновенное значение синусоидальной величины? Запишите выражение для мгновенного значения синусоидального напряжения с амплитудой  $U_m$  и начальной фазой  $\Psi_U$ .

9. Назовите известные способы представления синусоидальной величины.

10. Напишите выражение для полного комплексного сопротивления электрической цепи, состоящей из последовательно соединенных резистивного, емкостного и индуктивного элементов.

11. Напишите законы Ома, Кирхгофа в комплексной форме и через действующие значения.

12. По цепи с последовательным соединением элементов  $R$ ,  $L$ ,  $C$  протекает синусоидальный ток  $i = I_m \sin \omega t$ . Постройте качественно векторные диаграммы напряжений при следующих соотношениях между параметрами элементов цепи:  $X_L > X_C$ ;  $X_L = X_C$ ;  $X_L < X_C$ .

13. Напишите выражение входной комплексной проводимости для электрической цепи, состоящей из параллельно соединенных резистивного, емкостного и индуктивного элементов.

14. Постройте качественно векторные диаграммы токов при приложении ко входу цепи, состоящей из параллельно соединенных элементов  $R$ ,  $L$ ,  $C$ , синусоидального напряжения  $U = U_m \sin \omega t$  при следующих соотношениях между параметрами элементов цепи:  $B_L > B_C$ ;  $B_L = B_C$ ;  $B_L < B_C$ .

15. Дайте определения и напишите выражения для нахождения активной, реактивной и полной мощности. В каких единицах она измеряется?

16. Что такое коэффициент мощности, его экономическое значение? Перечислите методы улучшения коэффициента мощности.

**Формы контроля:** 1. Письменные ответы на контрольные вопросы.

2. Выполнение и защита лабораторных работ.

#### 4.4. Тема 4. (Модуль 6).

##### **Резонансы напряжений и токов в цепях переменного тока**

После изучения темы студент должен:

- **знать** условия возникновения резонанса напряжений и резонанса токов;
- **знать** признаки резонансов, иметь представление о входном сопротивлении контура при резонансе и добротности контура;
- иметь представление о применении резонансов на практике.

При изучении этой темы необходимо уяснить, что явление резонанса может наступить в электрических двухполюсниках, состоящих из соединенных между собой конденсаторов, катушек индуктивности и резисторов. Общим условием наступления резонанса в электрическом двухполюснике является совпадение по фазе тока и напряжения на его входе вне зависимости от способа соединения его реактивных элементов. Настройка цепи в резонанс осу-

ществляется либо изменением параметров элементов двухполюсника, либо изменением частоты питающего его напряжения.

Соотношение между параметрами элементов двухполюсника в момент резонанса (условие резонанса) определяется приравнением к нулю мнимой части комплексного значения входного сопротивления (или проводимости) двухполюсника относительно его входных зажимов. В этом случае входное сопротивление (или проводимость) является чисто активным, а ток и напряжение на входе совпадают по фазе. В зависимости от схемы соединения элементов внутри двухполюсника получаются условия резонанса напряжения или тока.

Для закрепления теоретических знаний по данной теме студент выполняет две лабораторные работы [12]

ЛР. Исследование резонанса напряжений в ЛЭЦ переменного тока.

ЛР. Исследование резонанса токов в ЛЭЦ переменного тока.

В процессе самостоятельной работы, перед выполнением лабораторной работы следует ознакомиться с методическими указаниями. [12]

**Рекомендуемая литература:** [1]; [2]; [3,4];[6];[11];[12].

#### **Вопросы для самопроверки.**

1. Дайте определение резонанса в электрических цепях.
2. Виды резонанса.
3. В каких цепях наблюдается резонанс напряжений и условие его возникновения?
4. В каких цепях наблюдается резонанс токов и условие его возникновения?
5. Что такое добротность электрического контура? От каких параметров она зависит?
6. Приведите примеры резонансных явлений, наблюдаемых и используемых на практике.

**Формы контроля:** 1. Письменные ответы на контрольные вопросы: 1-5.

2. Выполнение и защита лабораторных работ.

#### **4.5. Тема 5. (Модуль 7). Трехфазные цепи**

После изучения материала данной темы студент должен:

- иметь представление о получении трехфазных ЭДС с помощью электромашиных генераторов;
- **знать** основные преимущества трехфазных систем в сравнении с однофазными;
- **знать** схемы соединения связанных трехфазных цепей и уметь их рассчитывать;
- **знать** преимущества соединения приемников звездой и треугольником;
- **уметь** рассчитать мощность трехфазной системы;
- **знать** методы измерения мощности в трехфазных цепях.

#### **Методические рекомендации по изучению темы**

При изучении материала необходимо учесть, что при подаче к трехфазному приемнику симметричной системы напряжений от трехфазного генератора переменного тока в трехфазной цепи могут иметь место два режима: симметричный и несимметричный.

При симметричном режиме напряжения на зажимах приемника образуют симметричную систему, что является результатом равенства активных и реактивных сопротивлений каждой фазы трехфазного приемника. При неравенстве этих сопротивлений имеет место несимметричный режим.

Расчет трехфазной цепи в симметричном режиме сводится к расчету одной фазы и производится аналогично расчету обычной (однофазной) цепи синусоидального переменного тока. При расчете несимметричного режима трехфазной цепи могут быть применены методы, используемые в расчете обычных цепей синусоидального переменного тока. В любых случаях трехфазная цепь может рассматриваться как разветвленная цепь с тремя источниками питания.

По теме «Трехфазные цепи» рабочей программой предусмотрено выполнение двух лабораторных работ «Исследование трехфазной системы при соединении приемников треугольником» и «Исследование трехфазной системы при соединении приемников звездой».

В процессе самостоятельной работы, перед выполнением лабораторной работы следует ознакомиться с методическими указаниями. [12].

### **Вопросы для самопроверки**

1. Начертить схему соединения потребителей звездой с нейтральным проводом, обозначить фазные и линейные токи, напряжения и написать для них соотношения при одинаковой нагрузке фаз.
2. Как рассчитать смещение нейтрали нагрузки и перекося фазных напряжений для трехфазной цепи соединенной по схеме звезда/звезда без нулевого провода?
3. Начертить схему соединения потребителей треугольником, обозначить фазные и линейные токи, напряжения и написать для них соотношения при одинаковой нагрузке фаз.
4. Как изменяется соотношение токов и напряжений по сравнению с предыдущим случаем, если нагрузка фаз будет неодинаковой?
5. Способы включения в трехфазную цепь приемников энергии.
6. Запишите соотношения между фазными и линейными напряжениями и токами трехфазной цепи при симметричной нагрузке, соединенной звездой и "треугольником".
7. Запишите выражения напряжения между нейтральными точками трехфазного приемника и источника питания.
8. Объясните назначение нейтрального провода.
9. Запишите формулы для активной, реактивной и полной мощностей трехфазной цепи. Покажите, что для симметричной нагрузки независимо от схемы соединения

$$P = \sqrt{3} UI \cos \varphi; \quad Q = UI \sin \varphi; \quad S = \sqrt{3} UI.$$

**Рекомендуемая литература:** [1]; [2]; [3,4];[6];[11];[12].

**Формы контроля:** 1. Письменные ответы на контрольные вопросы.

#### 4.6. Тема 6. Нелинейные электрические цепи.

пи.

После изучения материала студент должен:

-иметь представление о нелинейных цепях (НЦ) диодов, транзисторов и др. ;

-**знать**, что такое НЦ и уметь ее рассчитывать;

-**знать и уметь** методы расчета характеристик НЦ графическими и аналитическими методами.

##### Методические рекомендации по изучению темы

При рассмотрении НЦ цепей необходимо обратить внимание на то, что нелинейные электрические цепи имеют криволинейные вольтамперные характеристики и сопротивления нелинейных элементов с несимметричной характеристикой зависят от направления тока.

**Рекомендуемая литература:** [1]; [2]; [3,4];[6].

##### Вопросы для самопроверки

1. Что такое НЦ? Приведите примеры нелинейных элементов НЦ.
2. Сопротивление нелинейного активного элемента постоянному и переменному току.
3. Методы расчета НЦ.
4. Применение теоремы об эквивалентном генераторе к цепи базы транзистора.

**Формы контроля:** письменные ответы на контрольные вопросы.

#### 4.7. Тема 7. (Модуль 9).

##### Магнитные цепи

После изучения материала студент должен:

-иметь представление о магнитных цепях (МЦ) трансформаторов, электромагнитных аппаратов и электрических машин;

-**знать**, что такое МДС и уметь ее рассчитывать;

-иметь представление о соответствии методов расчета МЦ и НЭЦ;

-**знать и уметь** применять закон полного тока, законы Ома и Кирхгофа для МЦ (знать, что для магнитных цепей эти законы не были открыты Омом и Кирхгофом, а названы именами этих ученых по соответствию свойств магнитных и электрических цепей).

##### Методические рекомендации по изучению темы

При рассмотрении магнитных цепей необходимо обратить внимание на то, что между величинами, характеризующими магнитные и электрические цепи, существует формальная аналогия, позволяющая для расчета магнитных

цепей ввести ряд понятий и законов, аналогичных понятиям и законам электрических цепей. Применяя закон полного тока к любому замкнутому контуру, можно получить выражения, аналогичные второму закону Кирхгофа: алгебраическая сумма МДС в замкнутом контуре магнитной цепи равна алгебраической сумме магнитных напряжений в этом контуре.

По аналогии с электрическими цепями можно ввести понятие магнитного сопротивления и получить выражение, аналогичное закону Ома для электрической цепи. Однако необходимо помнить, что, несмотря на внешнее сходство этих законов, физическая природа магнитных и электрических цепей различна.

Магнитные цепи, как правило, рассчитываются на основе закона полного тока при помощи графических методов.

Перед расчетом любой магнитной цепи рекомендуется составлять эквивалентную схему, подобную электрической.

**Рекомендуемая литература:** [1]; [2]; [3,4];[6].

### Вопросы для самопроверки

1. Что такое МЦ? Приведите примеры линейных и нелинейных элементов МЦ.
2. Какой зависимостью характеризуются свойства ферромагнитных материалов? В какой форме она задается?
3. Чему практически равна магнитная проницаемость неферромагнитных материалов?
4. Начертить петлю гистерезиса ферромагнитных материалов и покажите на ней коэрцитивную силу и остаточную индукцию. Начертить основную кривую намагничивания для какого-либо ферромагнитного материала (чугун, сталь, электротехническая сталь).
5. Написать закон полного тока для магнитной цепи и объясните его физическую сущность.
6. Определите, основываясь на законе полного тока для магнитной цепи, напряженность магнитного поля в ферромагнитном кольцевом сердечнике с равномерной обмоткой, число которой равно  $w$ .
7. Что такое МЦ? Приведите примеры использования МЦ в электротехнике.
8. Как изображаются схемы МЦ?
9. Запишите аналитические выражения закона полного тока, закона Ома и законов Кирхгофа для МЦ.

**Формы контроля:** письменные ответы на контрольные вопросы.

## 4.8. Тема 8. (Модуль 9).

### Трансформаторы

В результате изучения темы студент должен:

-иметь представление о роли трансформатора в современной энергетике и электротехнике;

- знать** назначение, устройство и принцип действия трансформатора;
- понимать физические процессы в работающем трансформаторе;
- знать** способы уменьшения потерь;
- знать** основные режимы работы трансформаторов, схемы замещения, уравнения электрического состояния, векторные диаграммы для режима холостого хода и рабочего режима;
- знать** устройство и принцип действия трехфазных трансформаторов;
- знать** типы трансформаторов и их применение;
- знать** условия включения трансформаторов на параллельную работу;
- уметь** рассчитывать КПД и определять потери в сердечниках и обмотках опытным путем;
- уметь** подключать измерительные трансформаторы тока и напряжения;
- уметь** подключать к измерительным трансформаторам измерительные приборы.

### **Методические рекомендации по изучению темы**

После работы над конспектом студенту следует изучить по рекомендуемой литературе: устройство, принцип действия, потери и способы их уменьшения, КПД, схемы замещения, векторные диаграммы в различных режимах работы однофазных и трехфазных трансформаторов; условные обозначения трансформаторов на схемах; типы и области применения трансформаторов.

Рабочей программой предусмотрено выполнение и защита ЛР. «Исследование однофазного трансформатора» .

**Рекомендуемая литература:** [1]; [2]; [3,4];[6];[11];[12].

### **Вопросы для самопроверки**

Принцип действия и конструкции однофазного и трехфазного трансформаторов.

С какой целью осуществляется приведение параметров вторичной обмотки трансформатора к первичной?

Напишите уравнения электрического состояния приведенного трансформатора.

Опыт холостого хода. Схема опыта. Какие параметры трансформатора получают в результате этого опыта и где их используют? Начертить векторную диаграмму режима холостого хода.

Что называют коэффициентом трансформации?

Опыт короткого замыкания. Схема опыта. Какие параметры трансформатора получают в результате этого опыта и где их используют?

Объясните, что называется напряжением короткого замыкания; назовите его примерное значение. Напишите формулы для определения активной и реактивной составляющих напряжения короткого замыкания.

Процентное изменение выходного напряжения трансформатора от степени загрузки. Зависимость этой величины от коэффициента мощности нагрузки.

Внешняя характеристика трансформатора. Зависимость внешней характеристики трансформатора от характера нагрузки (активная, индуктивная, емкостная).

Нарисуйте векторные диаграммы трансформатора для разнохарактерной нагрузки.

11. Потери энергии (постоянные и переменные) и КПД трансформатора.

12. Запишите формулу КПД и поясните, как зависит КПД от загрузки.

13. Схемы соединений обмоток трехфазных трансформаторов.

14. Что означает группа соединения обмоток трансформатора?

15. Перечислите условия включения трансформаторов на параллельную работу.

16. Автотрансформаторы, их достоинства и недостатки по сравнению с обычным трансформатором.

17. Сварочные трансформаторы.

18. Сформулируйте цель применения измерительных трансформаторов.

**Формы контроля:** 1. Письменные ответы на вопросы.

2. Выполнение и защита лабораторной работы

#### **4.9. Тема 9.(Модуль 10,11) Элементная база современных электронных устройств**

В результате изучения темы студент должен:

- знать** электрические свойства чистых и примесных полупроводников;
- иметь представление об устройстве, работе и областях применения термо- и фоторезисторов, варисторов;
- понимать физические явления, происходящие на границе раздела двух полупроводников разного типа проводимости;
- знать** электрические свойства р-п переходов и технологии получения;
- знать** устройство, работу и область применения выпрямительных диодов, стабилитронов;
- знать** устройство и область применения свето- и фотодиодов и оптронов, солнечных батарей, варикапов;
- знать** устройство, работу и область применения биполярных и полевых транзисторов;
- знать** устройство, работу и область применения тринисторов;
- иметь представление о современных интегральных технологиях, об интегральных микросхемах;
- знать** условные обозначения электронных устройств;
- уметь** находить в справочниках необходимые полупроводниковые приборы по их заданным параметрам.

#### **Методические рекомендации по изучению темы**

В разделе "Электроника" общего курса « Общая электротехника и элект-



троника» особое внимание нужно обратить на полупроводниковые приборы, так как на них основана работа большинства электронных схем. Перед изучением этого раздела необходимо повторить из курса физики основные свойства полупроводников (тип  $n$ - и  $p$ -электропроводности, характеристики электронно-дырочного перехода) и принцип действия этих приборов.

После работы над конспектом студенту следует изучить по рекомендуемой литературе: устройство, принцип действия, условные обозначения, ВАХ и применение резисторов, полупроводниковых фото- и терморезисторов, варисторов, полупроводниковых фото- и светодиодов, биполярных и полевых транзисторов, тринисторов, интегральных микросхем.

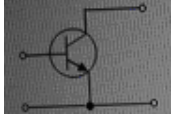
По данной теме предусмотрено выполнение и защита двух лабораторных работ: «Исследование полупроводникового диода» и «Исследование биполярного транзистора».[13].

**Рекомендуемая литература:** [1]; [2]; [3];[ 6,7,8],[9]; [13].

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Какими электрическими свойствами обладают чистые и примесные полупроводники?
2. Объяснить устройство, принцип действия и применение термо-и фоторезисторов.
3. Объяснить устройство, принцип действия и применение варисторов.
4. Что такое  $p$ - $n$  переход? Как его получают? Какими электрическими свойствами он обладает?
5. Объяснить устройство, принцип действия и применение выпрямительных диодов. АВХ выпрямительных диодов.
6. Объяснить устройство, принцип действия и применение стабилитронов. АВХ стабилитрона.
7. Объяснить устройство, принцип действия и применение фото- и светодиодов.
8. Объяснить устройство, принцип действия и применение биполярных транзисторов. Схемы включения биполярных транзисторов. Какие из них имеют наибольшее применение? Виды пробоя  $p$ - $n$  перехода?
9. Что такое  $h$ -параметры транзистора? Как их рассчитать, используя статические АВХ транзистора?
10. Объяснить устройство, принцип действия, применение и включение: а) полевых транзисторов с изолированным затвором и встроенным каналом; б) полевых транзисторов с изолированным затвором и индуцированным каналом.
11. Объяснить устройство, принцип действия, применение и включение тринисторов.
12. Что называют интегральной микросхемой (ИМС)? Как подразделяются микросхемы по конструктивно-технологическому признаку?
13. Чем отличаются полупроводниковые интегральные схемы от гибридных?

14. На рисунке приведена схема включения транзистора с общим (ей)

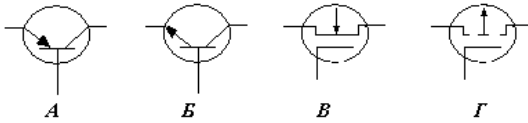
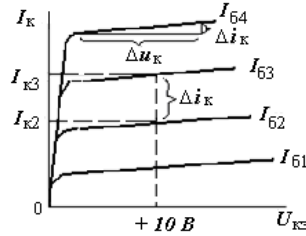
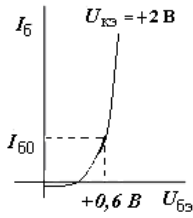


А: эмиттером; Б; базой; В: коллектором; Г: землей.

Ответ: А

15.

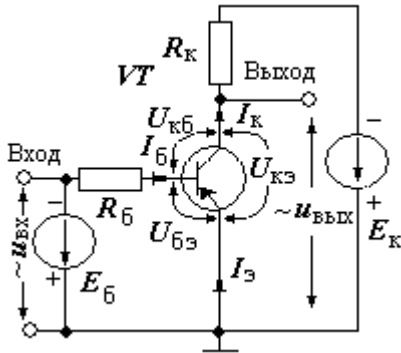
Какому из приведенных приборов соответствуют представленные характеристики?



Ответ: Б

16.

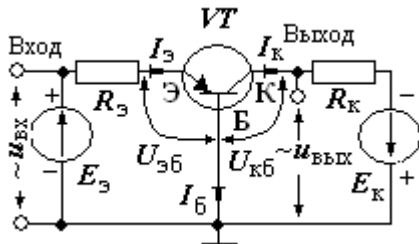
На рисунке приведена схема включения транзистора с общим (ей) ...



А: базой; Б: эмиттером; В: землей; Г: коллектором .

Ответ: Б

17. На рисунке приведена схема включения транзистора с общим (ей) ...

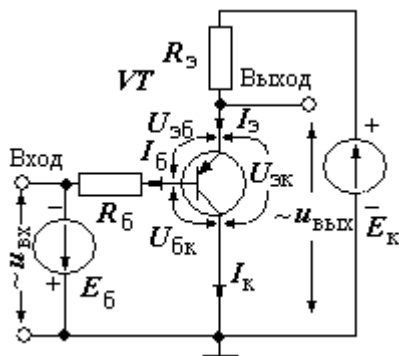


А: базой; Б: эмиттером; В: землей; Г: коллектором .

Ответ: А

Задача 16.14

18. На рисунке приведена схема включения транзистора с общим (ей) ...



А: базой; Б: эмиттером; В: землей; Г: коллектором

Ответ: Г

### Формы контроля:

1. Письменные ответы на вопросы.
2. Выполнение и защита лабораторных работ.

### Источники вторичного питания

В результате изучения темы студент **должен:**

- иметь представление об устройстве и работе современных источников вторичного питания;
- **знать** назначение и область применения выпрямителей;
- **знать** работу одно- и трехфазных выпрямителей переменного тока;
- **уметь** объяснить принцип действия выпрямителей с помощью временных диаграмм;
- **уметь** выбирать диоды для различных схем выпрямителей.
- **знать** назначение, типы, схемы и работу фильтров;
- **знать** устройство и принцип работы стабилизаторов напряжения: параметрических, компенсационных и импульсных.

### Методические рекомендации по изучению темы

После работы над конспектом студенту следует изучить по рекомендуемой литературе: структурную схему источников вторичного питания; устройство и схемы одно- и трехфазных выпрямителей переменного тока; назначение выпрямителей и принцип действия; фильтры; параметрические, компенсационные и импульсные стабилизаторы напряжения.

По данной теме предусмотрено выполнение лабораторной работы «Исследование однофазных неуправляемых выпрямителей» [13].

**Рекомендуемая литература:** [1]; [2]; [3]; [6,7]; [8],[9]; [11], [13], [15].

### Вопросы для самопроверки

1. Какие источники называют источниками вторичного питания?;
2. Объяснить устройство и принцип действия однофазных выпрямителей переменного тока, работающих на активную нагрузку:

- а) однополупериодного;  
 б) двухполупериодного;  
 с) мостового.

Как выбрать диоды для этих выпрямителей?

3. Объяснить устройство и принцип действия трехфазных выпрямителей переменного тока:

- а) однополупериодного;  
 б) мостового.

Как выбрать диоды для этих выпрямителей?

4. Для чего в схемах выпрямителей диоды соединяются между собой параллельно или последовательно?

4. Объяснить устройство и принцип действия емкостных фильтров.

5. Почему в основу сглаживающих фильтров положены реактивные элементы электрической цепи?

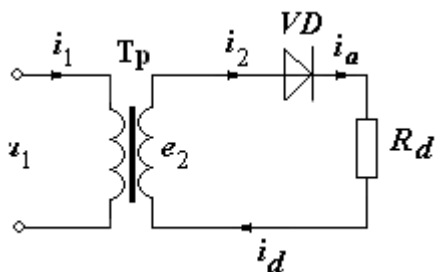
6. Для чего в схемах выпрямителей применяются сглаживающие фильтры?

6. Объяснить устройство и принцип действия параметрических, компенсационных и импульсных стабилизаторов напряжения.

7. Назовите основной параметр, характеризующий стабилизатор?

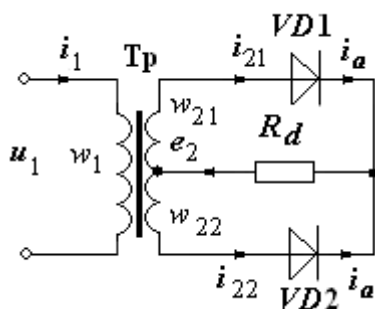
8. Где применяется транзисторный преобразователь постоянного напряжения?

9. На рисунке изображена схема выпрямителя ...



**А:** двухполупериодного мостового; **Б:** двухполупериодного с выводом средней точки обмотки трансформатора; **В:** однополупериодного; **Г:** трехфазного однополупериодного. Ответ: В.

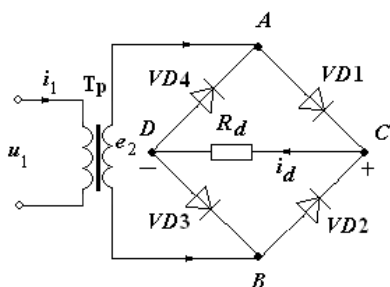
10. На рисунке изображена схема выпрямителя ...



**А:** двухполупериодного мостового; **Б:** двухполупериодного с выводом средней точки обмотки трансформатора; **В:** однополупериодного; **Г:** трех-

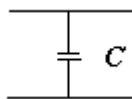
фазного однополупериодного .Ответ: Б

11. На рисунке изображена схема выпрямителя ...



А: двухполупериодного мостового; Б: двухполупериодного с выводом средней точки обмотки трансформатора; В: однополупериодного; Г: трехфазного однополупериодного. Ответ: А

12.



На рисунке изображена схема фильтра...

А: емкостного; Б: индуктивного; В: активно-емкостного; Г: активно-индуктивного. Ответ: А

13. Как включается емкостной фильтр  $C_{\phi}$ ?

А: параллельно нагрузке; Б: последовательно с нагрузкой; В: параллельно вторичной обмотке трансформатора; Г: параллельно первичной обмотке трансформатора

14. Как включается индуктивный фильтр  $L_{\phi}$ ?

А: параллельно нагрузке; Б: последовательно с нагрузкой; В: параллельно вторичной обмотке трансформатора; Г: параллельно первичной обмотке трансформатора

15.

Что называется коэффициентом пульсаций выпрямленного напряжения?

А: отношение среднего значения выпрямленного напряжения к его действующему значению; Б: отношение амплитуды основной (первой) гармоники выпрямленного напряжения к его среднему значению; В: отношение максимально допустимого обратного напряжения диода к амплитуде выпрямленного напряжения. Г: отношение среднего значения выпрямленного напряжения к действующему значению ЭДС (напряжения) вторичной обмотки трансформатора.

**Формы контроля:** 1. Письменные ответы на вопросы.

2. Выполнение и защита лабораторной работы.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

Одним из основных видов занятий по курсу "Электротехника и электроника" является выполнение контрольных заданий. При изучении курса студенты приобретают необходимые знания об основных методах расчета и физических процессах, происходящих в электрических и электронных цепях. К представленным на рецензию контрольным заданиям предъявляются следующие требования:

1. Контрольная работа должна быть аккуратно оформлена на листах формата А4 или в ученической тетради с полями 4 см.
2. Оформление каждого задания должно содержать условие задания, электрическую схему, значения параметров схемы, решение задачи и его подробное описание, с указанием методов.
3. Рисунки, графики, схемы, в том числе и заданные условием задачи, должны быть выполнены аккуратно и в удобочитаемом масштабе.
4. Вычисления должны быть сделаны с точностью до третьей значащей цифры.
5. Контрольные задания должны быть датированы и подписаны студентом. Незачтенное контрольное задание должно быть выполнено заново и прислано на повторную рецензию вместе с первоначальной работой и замечаниями рецензента. Исправления ошибок в отрецензированном тексте не допускаются. Если неправильно выполнена не вся работа, а только часть ее, то переработанный и исправленный текст следует записать после первоначального текста под заголовком «Исправление ошибок». Контрольные задания засчитываются, если решения не содержат ошибок принципиального характера и выполнены все перечисленные требования.

Работа над контрольным заданием помогает студентам проверить степень усвоения ими курса, вырабатывает у них навык четко и кратко излагать свои мысли. Для успешного достижения этой цели необходимо руководствоваться следующими правилами:

1. Начиная решение задачи, указать, какие физические законы или расчетные методы предполагается использовать при решении, привести математическую запись этих законов и методов.
2. Тщательно продумать, какие буквенные или цифровые обозначения предполагается использовать в решении. Пояснить значение каждого обозначения.
3. В ходе решения задачи не следует изменять однажды принятые направления токов и наименования узлов, сопротивлений, а также обозначения, заданные условием. При решении одной и той же задачи различными методами одну и ту же величину надлежит обозначать одним и тем же буквенным символом.
4. Расчет каждой исходной величины следует выполнить сначала в общем виде, а затем в полученную формулу подставить числовые значения и привести



фаз										
Вид схемы выпрямителя	Однополупериодный	Двухполупериодный	Мостовой	Однополупериодный	Двухполупериодный	Мостовой	Однополупериодный	Двухполупериодный	Мостовой	Однополупериодный
Число фаз в схеме	1	1	1	3	1	3	1	1	3	3
Параметры нагрузки	Предпоследняя цифра номера варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$U_d$	24	12	36	48	6	18	9	12	32	24
$I_d$	1	1	1	2	2	2	5	5	5	10

Задачи по вариантам даны в учебном пособии [11]. : А.Б.Власов, З.Н.Черкесова. Задачи и методы их решения по курсу «Электротехника и электроника». Мурманск: Изд-во МГТУ. 2016г. В учебном пособии даны методические рекомендации по выбору варианта студентом, изложены требования по оформлению и даны подробные примеры решения каждой задачи. Варианты заданий определяет преподаватель.

### **5.3. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ**

Контрольная работа содержит следующие задания по разделам программы:

1. Линейные электрические цепи постоянного тока (задача 1.1 [11]).
2. Цепи переменного электрического тока (задачи 2.1; 2.5; 2.10; 2.11 [11]).
3. Трансформаторы и электрические машины (задачи 3.1; 3.5; 3.7; 3.9; [11]).
4. Аналоговые элементы схем (задача 5.1 [11]).

Контрольные задания и примеры расчета приведены в литературе [11]:

А.Б. Власов, З.Н.Черкесова. Задачи и методы их решения по курсу «Электротехника и электроника». Учебное пособие Мурманск, МГТУ. 2016.

В учебном пособии даны методические рекомендации по выбору варианта,



изложены требования по оформлению КР и даны подробные примеры решения каждой задачи.

## **6. Методические указания к выполнению лабораторных работ**

1. До выполнения любых действий с лабораторной установкой необходимо пройти инструктаж по безопасным методам работы в лабораториях «Общей электротехники и электроники» и «Электрических машин». О проведении инструктажа должна быть сделана соответствующая запись в Журнале регистрации.

2. Перед выполнением лабораторной работы следует:

-изучить принципиальную схему лабораторной установки, найти на стенде элементы, подлежащие монтажу;

-ознакомиться с приборами и устройствами, входящими в лабораторную установку, и правилами обращения с ними;

-убедиться, что приборы и их пределы измерения соответствуют рекомендациям;

-изучить последовательность выполнения всех операций, иметь представление об ожидаемых результатах;

3. При выполнении лабораторных работ необходимо строго соблюдать правила безопасной работы с оборудованием лаборатории:

- включение электропитания стендов только с разрешения преподавателя;

-любые изменения в схемах, собранных на лабораторных стендах, производятся только после снятия с них электропитания;

-включение лабораторной установки должно производиться под наблюдением преподавателя или с разрешения преподавателя;

-отходить от лабораторной установки можно только после снятия питающего напряжения;

-перед каждым включением автотрансформатора маховик регулятора напряжения должен быть установлен на минимум;

-все электрические соединения выполнять проводниками без повреждений.

4. В процессе обучения курсанты (студенты) выполняют необходимое число лабораторных работ.

### **Примерный перечень лабораторных работ**

1. Исследование неразветвлённых RL и RC цепей переменного тока.
2. Исследование разветвлённых RL и RC цепи переменного тока.
3. Исследование резонанса напряжений в линейных электрических цепях синусоидального тока.
4. Исследование резонанса токов в линейных электрических цепях синусоидального тока.
5. Исследование трёхфазных цепей при соединении фаз приёмников звездой.
6. Исследование трёхфазных цепей при соединении фаз приёмников треугольником.
7. Исследование катушки со сталью.

8. Исследование однофазного трансформатора.
9. Исследование полупроводниковых диода и стабилитрона.
10. Исследование биполярного транзистора
11. Исследование однофазных выпрямителей.
12. Изучение принципов действия, технических характеристик и областей применения аналоговых и цифровых средств измерения и регулирования.

5. Требования к подготовке, выполнению и защите работ изложены в

5.1 Власов, А. Б. Лабораторный практикум "Электротехника" : по курсам "Теоретические основы электротехники", "Электротехника и электроника" / А. Б. Власов; Федер. агентство по рыболовству, ФГОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2010. - 230 с. : ил. - Имеется электрон. аналог 2010 г. - Библиогр.: с. 229-230. - 248-79. (182шт.-абонемент; 5шт.-читальный зал).

5.2 Власов, А. Б. Лабораторный практикум "Электроника" : по курсам "Электротехника и электроника", "Судовая электроника и силовая преобразовательная техника" / А. Б. Власов, З. Н. Черкесова; Федер. агентство по рыболовству, ФГОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2010. - 122 с. : ил. - Имеется печ. аналог 2010 г. - Библиогр.: с. 121-122. - 144-84. (142шт. – абонемент; 5шт.-читальный зал).

## **7. Вопросы для подготовки к зачету**

по дисциплине "Электротехника и электроника"

1. Линейные электрические цепи постоянного тока: источники и потребители электрической энергии, электрическая цепь, электрический узел, электрический контур.

2. Закон Ома и законы Кирхгофа для ЛЭЦ постоянного тока.

3. Баланс мощности в ЛЭЦ постоянного тока. Расчет и измерение мощности.

4. Синусоидальный ток. Основные величины, характеризующие синусоидальные токи (амплитуда, частота, угловая частота, начальная фаза).

5. Формы представления синусоидальной функции (Э.Д.С., напряжение и ток): аналитическая, графическая, в виде вектора на комплексной плоскости и символическая. Действия с синусоидальными функциями при помощи векторов.

6. Действующее, среднее и амплитудное значения синусоидального тока, напряжения и Э.Д.С.

7. Закон Ома и законы Кирхгофа для ЛЭЦ переменного тока.

8. Активное, индуктивное и емкостное сопротивления в цепи синусоидального тока. Напряжение и ток на этих элементах. Волновые и векторные диаграммы.

9. Последовательное соединение R, L, C элементов. Векторная диаграмма, треугольник сопротивлений.

10. Параллельное соединение R, L, C элементов. Векторная диаграмма, треугольник проводимостей.
11. Мощности в цепях однофазного синусоидального тока (активная, реактивная и полная). Треугольник мощностей. Измерение активной мощности.
12. Коэффициент мощности и его хозяйственное значение. Способы улучшения коэффициента мощности.
13. Резонанс напряжений. Резонансные кривые. Добротность. Характеристическое сопротивление. Практическое значение резонанса.
14. Резонанс токов. Резонансные кривые. Добротность. Практическое значение резонанса.
15. Трехфазные цепи. Основные понятия трехфазной цепи переменного тока: система трехфазных ЭДС, фазные и линейные токи, фазные и линейные напряжения, симметричная и несимметричная нагрузка фаз. Достоинства. Схемы соединения.
16. Соотношения между линейными и фазными токами и напряжениями в трехфазных цепях.
17. Соединение приемников энергии звездой. Расчет 3-х фазной цепи с нейтральным проводом и в случае обрыва нейтрального провода; обрыв фазы с нейтральным и в случае обрыва нейтрального провода; короткое замыкание фазы без нейтрального провода. Векторные диаграммы и алгоритм расчета.
18. Соединение приемников энергии треугольником (общий случай; обрыв фазы; обрыв линии). Алгоритм расчета и векторные диаграммы.
19. Мощность трехфазной системы. Расчет и измерение мощности. Метод двух ваттметров.
20. Понятие нелинейной электрической цепи. Методы расчета НЭЦ постоянного тока.
21. Расчет НЭЦ постоянного тока при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов.
22. Магнитные материалы, их свойства, параметры и характеристики.
23. Законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей.
24. Катушка со сталью в цепи переменного тока. Схемы замещения. Векторные диаграммы.
25. Устройство, принцип действия и применение трансформаторов. Основные параметры трансформаторов.
26. опыты холостого хода и короткого замыкания. Параметры, определяемые в этих опытах. Схемы замещения и векторные диаграммы.
27. Работа однофазного трансформатора под нагрузкой. Внешние характеристики трансформатора и их зависимости от вида нагрузки. T-образная схема замещения трансформатора.
28. Электрические схемы замещения. Виды потерь в трансформаторе, к.п.д и их зависимости от нагрузки. Способы улучшения к.п.д.
29. Трехфазные трансформаторы. Группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов. Особенности подбора трехфазных трансформаторов для

параллельной работы.

30. Автотрансформаторы. Принципы устройства и работы. Преимущества и недостатки автотрансформаторов в сравнении с обычными трансформаторами.

31. Измерительные трансформаторы. Принципы устройства и работы.

32. Понятие об электронно-дырочном переходе и принципе работы полупроводникового диода. Разновидности полупроводниковых диодов, их назначение, условные обозначения, маркировка, параметры.

33. Транзисторы биполярные и полевые. Принцип работы, области применения, обозначения, маркировка, параметры и характеристики.

34. Неуправляемый двух электродный тиристор (динистор), трех электродный управляемый тиристор (тринистор). Определения, условные обозначения, маркировка, принцип действия, вольтамперные характеристики, области применения, способы включения и выключения, основные параметры.

35. Полупроводниковые приемники излучения (фоторезистор, фотодиод, фотоэлемент, фототранзистор). Светоизлучающие полупроводниковые приборы (светодиод). Оптроны.

36. Общее понятие усилителя как преобразователя энергии. Разновидности электронных усилителей, усилители постоянного тока, усилители переменного тока, операционные усилители. Транзисторные усилители. Основные свойства и характеристики усилителей. Основные параметры усилителей.

37. Триггеры. Принцип действия и электрическая схема симметричного триггера

R-S триггер.

38. Мультивибратор. Электрическая схема и принцип действия. Назначение. Временные диаграммы токов и напряжений на элементах схемы.

39. Основные схемы выпрямителей и их параметры. Временные диаграммы напряжений и токов. Сглаживающие фильтры. Стабилизаторы напряжения (параметрические, компенсационные).

40. Логические элементы: И, ИЛИ, НЕ, ИЛИ-НЕ и И-НЕ. Условные обозначения, таблицы истинности, электрические схемы с использованием диодно-транзисторной логики.