



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА  
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»**

**Котласский филиал**

**Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования**

**«Государственный университет морского и речного флота  
имени адмирала С.О. Макарова»**

**Котласский филиал ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»**

**Кафедра естественнонаучных и технических дисциплин**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор



О.В. Шергина

«16» июня 2022 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины Теоретические основы электротехники**

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

Котлас  
2022

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

В результате освоения ОПОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	Результаты освоения ОПОП (содержание компетенций)	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-3	Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей.	<b>Знать:</b> фундаментальные законы электротехники, методы расчета электрических цепей: постоянного тока, переменного тока, трехфазных систем; методы расчета нелинейных и магнитных цепей; переходные процессы в электрических цепях и системах; основы электромагнитного поля.
		<b>Уметь:</b> использовать законы электротехники и электроники для овладения основами теории и практики энергообеспечения промышленных объектов; применять знания электротехнических явлений и законов в практической деятельности;
		<b>Владеть:</b> средствами измерений электрических и магнитных величин, средствами моделирования и автоматизации электротехнологий.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теоретические основы электротехники» относится к базовой части Блока 1 и изучается по заочной форме обучения на 2 и 3 курсах.

Для изучения дисциплины студент должен:

– знать основы программирования, математического анализа и теории вероятностей, математической логики, физики;

– уметь пользоваться математическими методами анализа при решении задач и выполнении курсовых и расчетно-графических работ, сбора и обработки информации и других задач, включенных в квалификационную характеристику специальности.

Для успешного освоения дисциплины «Теоретические основы электротехники» студент должен изучить курсы «Математика», «Физика», «Информатика», иметь навыки работы на современных ПК.

Дисциплина «Теоретические основы электротехники» необходима в качестве предшествующей для дисциплин «Теория автоматического управления», «Электрооборудование береговых объектов водного

транспорта», «Компьютерная и микропроцессорная техника в электроприводах» и всех профилирующих дисциплин.

### 3. Объем дисциплины в зачетных единицах и виды учебных занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 11 з.е., 396 часа

Вид учебной работы	Форма обучения					
	Очная			Заочная		
	Всего часов	из них в семестре №		Всего часов	из них в семестре №	
Общая трудоемкость дисциплины				<b>396</b>	<b>144</b>	<b>252</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>				<b>44</b>	<b>16</b>	<b>28</b>
В том числе:						
Лекции				20	8	12
Практические занятия				8	8	
Лабораторные работы				16		16
<b>Самостоятельная работа, всего</b>				<b>352</b>	<b>128</b>	<b>224</b>
В том числе:						
Курсовая работа				18	18	
Другие виды самостоятельной работы				226	92	152
<b>Промежуточная аттестация: экзамен</b>				<b>108</b>	<b>36</b>	<b>72</b>

### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1. Содержание разделов (тем) дисциплины

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость в часах по формам обучения	
			очная	заочная
<b>Часть I (ТОЭ-1)</b>				
1.	Тема 1. Введение	Предмет, задачи и содержание дисциплины, связь с другими дисциплинами. Общие сведения о применении электротехники в кораблестроении и в судовых системах управления и энергетических установках.		1
2.	Тема 2. Линейные электрические цепи постоянного тока	Электрическая цепь. Основные определения, характеристики и параметры электрических цепей. Классификация электрических цепей. Источники электроэнергии и их характеристики. Основные законы электрических цепей.		1

		Упрощение электрических цепей путём преобразования. Методы расчета электрических цепей. Принцип и метод наложения. Теорема об эквивалентном генераторе. Передача энергии постоянного тока от источника к приёмнику. Условие передачи максимальной мощности.		
3.	Тема 3. Линейные электрические цепи синусоидального тока	Синусоидальные ЭДС, напряжения и токи, их временные диаграммы. Действующие и средние значения ЭДС, напряжений и токов. Векторные диаграммы. Электрическая цепь с активным сопротивлением, цепь с индуктивностью, цепь с ёмкостью. Электрические цепи с последовательным соединением R, L, C. Электрические цепи с параллельным соединением R, L, C. Символический метод расчета цепей синусоидального тока. Законы электрических цепей в символической форме. Комплексный (символический) метод расчета сложных электрических цепей синусоидального тока. Мгновенная, активная, реактивная и полная мощности в цепях синусоидального тока. Определение мощности в символической форме. Коэффициент мощности и методы его повышения.		1
4.	Тема 4. Пассивные двухполюсники, резонансы и частотные характеристики	Резонанс напряжений. Условия передачи максимальной активной мощности от источника к приемнику в цепях синусоидального тока. Резонанс токов. Частотные характеристики цепей с последовательным и параллельным соединениями R, L, C.		1
5.	Тема 5. Электрические цепи с взаимной индукцией	Индуктивно связанные цепи. Последовательное и параллельное соединения индуктивно связанных элементов. Явление ложной ёмкости. Расчет сложных цепей с взаимной индуктивностью. Трансформатор без стального сердечника. Схемы замещения.		1
Часть II (ТОЭ-2)				
6.	Тема 6. Трёхфазные электрические цепи	ЭДС и напряжения трёхфазного генератора. Устройство и принцип действия трёхфазного генератора. Фазные и линейные напряжения. Векторные диаграммы. Трёхфазные цепи, соединённые звездой с нулевым и без нулевого провода. Аварийные режимы. Трёхфазные электрические цепи,		1

		соединенные треугольником. Аварийные режимы. Основы расчета трехфазной цепи при наличии взаимной индукции. Расчет мощности в трехфазных электрических цепях. Методы измерения активной мощности. Получение с помощью трехфазной системы вращающегося магнитного поля. Принцип действия асинхронного и синхронного двигателей.		
7..	Тема 7. Электрические цепи при воздействии периодических несинусоидальных ЭДС и токов	Причины возникновения периодических несинусоидальных ЭДС и токов. Разложение периодических токов, напряжений и ЭДС в ряд Фурье. Действующие и средние значения периодических несинусоидальных токов, напряжений и ЭДС. Коэффициенты, характеризующие периодические несинусоидальные токи. Расчет электрических цепей при периодических несинусоидальных воздействиях. Мощность в электрических цепях при периодических несинусоидальных воздействиях. Прямая, обратная и нулевая последовательности фаз. Разложение несимметричной трехфазной системы методом симметричных составляющих. Особенности расчета трехфазных электрических цепей при гармониках, кратных трем. Расчет трехфазной электрической цепи при соединении потребителей "звездой" с нулевым и без нулевого провода с симметричной нагрузкой и при наличии гармоник, кратных трем. Фильтры напряжений нулевой, прямой и обратной последовательностей.		1
8.	Тема 8. Нелинейные цепи с источниками постоянного напряжения и тока	Особенности нелинейных цепей. Вольтамперные характеристики нелинейных сопротивлений. Статическое и динамическое сопротивления. Методы расчета нелинейных электрических цепей. Стабилизация напряжения и тока с помощью нелинейных сопротивлений.		2
9	Тема 9. Магнитные цепи постоянного тока	Назначение и классификация магнитных цепей. Магнитодвижущая сила, магнитное напряжение, магнитный поток. Основные законы магнитных цепей: закон полного тока, аналоги закона Ома и закона Кирхгофа. Расчет разветвленных и		2

		неразветвленных магнитных цепей.		
10	Тема 10. Линейные четырехполюсники и электрические фильтры	Уравнения пассивного четырехполюсника в $Y$ -, $Z$ - и $A$ - параметрах. Каскадное, последовательное и параллельное соединения четырехполюсников. Условия регулярности. Передаточные функции четырехполюсников. Амплитудно-фазовые характеристики. Характеристические параметры четырехполюсников. Фильтры. Фильтры нижних и верхних частот. Резонансные фильтры. Заграждающие фильтры.		2
<b>Часть III (ТОЭ-3)</b>				
11	Тема 11. Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях классическим методом	Законы коммутации, начальные условия. Методика расчета переходных процессов классическим методом. Переходные процессы в $RL$ , $RC$ цепях с источниками постоянного и синусоидального напряжения. Переходные процессы в неразветвленных и сложных электрических цепях $R, L, C$ . Интеграл Дюамеля. Переходная характеристика цепи. Расчет переходных процессов при произвольных входных воздействиях. Метод переменных состояний		2
12	Тема 12. Расчет переходных процессов операторным методом	Прямое преобразование Лапласа. Операторное изображение функций времени, их производных и интегралов. Законы электрических цепей в операторной форме. Переход от изображений к оригиналам. Теорема разложения. Расчет переходных процессов операторным методом.		2
13	Тема 13. Нелинейные цепи с синусоидальными источниками ЭДС	Графический анализ процессов в цепях с нелинейными элементами $R, L, C$ . Аппроксимация нелинейных характеристик и аналитический расчет нелинейных цепей. Нелинейные цепи с синусоидальными источниками ЭДС.		2
14	Тема 14. Основы теории электромагнитного поля	Свойства и уравнения электростатического поля. Уравнения Пуассона и Лапласа.		1
	Всего			20

## 4.2. Лабораторные работы

№ п/п	Номер раздела (темы) дисциплины	Наименование и содержание лабораторных работ	Трудоемкость в часах по формам обучения	
			очная	заочная

4	Тема 4. Пассивные двухполюсники, резонансы и частотные характеристики	Лабораторная работа: «Исследование резонансных режимов работы цепей переменного тока двухлучевым осциллографом»		4
6	Тема 6. Трёхфазные электрические цепи	Лабораторная работа: «Аварийные режимы работы трёхфазной цепи при соединении нагрузки звездой» Лабораторная работа: «Расчёт трёхфазных цепей»		7
8.	Тема 8. Нелинейные цепи с источниками постоянного напряжения и тока	Лабораторная работа: «Простые нелинейные цепи постоянного тока»		2
14.	Тема 14. Основы теории электромагнитного поля	Применение базовой инструментальной среды MATLAB для расчёта постоянных электрических и магнитных полей по уравнению Лапласа		3
	Всего			16

### 4.3. Практические занятия

№ п/п	Номер раздела (темы) дисциплины	Наименование и содержание практических занятий	Трудоемкость в часах	
			очная	заочная
1	Тема 2. Линейные электрические цепи постоянного тока	Практическая работа: Электрические цепи постоянного тока. Составление уравнений по законам Кирхгофа Расчет цепи методом контурных токов Расчет цепи методом узловых потенциалов Расчет цепи методом эквивалентного генератора Расчет цепи методом наложения		4
3	Тема 3. Линейные электрические цепи синусоидального тока.	Практическая работа: Электрические цепи постоянного тока. Определение средних и действующих значений токов и напряжений Построение характеристик активного сопротивления под действием синусоидальной ЭДС Векторная диаграмма для индуктивности под действием синусоидальной ЭДС Векторная диаграмма для емкости под действием синусоидальной ЭДС		4
	Всего			8

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

## 5.1. Самостоятельная работа

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Наименование работы и содержание
1	Подготовка к лабораторным и практическим работам	Изучение материалов лекций и учебно-методической литературы по теме лабораторной и практических работы
2	Курсовая работа	«Расчет переходных процессов в электрических цепях»
3	Расчётно-графическая работа	«Расчет трехфазных цепей»
4	Подготовка к экзамену	Изучение материалов учебников, учебно-методических пособий и конспектов лекций

## 5.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

№ п/п	Наименование работы, ее вид	Выходные данные	Автор(ы)
1	Модели и алгоритмы оптимизации технологических процессов на объектах водного транспорта в среде MATLAB.	Монография, Спб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2015-436 с.	Сахаров В.В., Кузьмин А.А., Чертков А.А.
2	Компьютерное моделирование переходных процессов в электрических цепях и системах.	Учеб. пособие. – СПб.: СПГУВК, 2004. – С. 164.	Королев В. И., Сахаров В. В., Шергина О. В.
3.	Теоретические основы электротехники: Методические указания к лабораторным работам для студентов технических специальностей очной формы обучения	Методическое указание к лабораторным работам.- Котласский филиал ФГОУ ВПО «СПГУВК», 2010, 167 с.	Лаптев Н.А.

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Приведен в обязательном приложении к рабочей программе

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Название	Автор	Вид издания	Место издания, год издания, кол-во страниц
<b>Основная литература</b>			
1. Теоретические основы электротехники.	Бессонов Л.А.	Учебник для	М.: Высш. шк., 2002. – 559 с.



Электрические цепи.		вузов.	
2. Сборник задач по теоретическим основам электротехники	Л.А. Бессонов, И.Г. Демидова, М.Е. Заруда и др. Под ред. Л.А. Бессонова.	Сборник примеров и задач	М.: Высш. шк., 2011. – 543 с.
3. Электротехника [Электронный учебник]	Козлова И. С.,	Учебное пособие	Саратов : Научная книга, 2019. — 159 с. — ISBN 978-5-9758-1824-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/81070.html">https://www.iprbookshop.ru/81070.html</a>
<b>Дополнительная литература</b>			
1. Теоретические основы электротехники. Ч.1. Численные методы анализа установившихся режимов в линейных электрических цепях	В. Н. Козловский, М. В. Шакурский	Учебное пособие	Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 56 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/90935.html">https://www.iprbookshop.ru/90935.html</a>
2. Теоретические основы электротехники. Ч.2. Анализ нелинейных магнитных цепей и расчёт переходных процессов в линейных электрических цепях	В. Н. Козловский, М. В. Шакурский	Учебное пособие,	Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 47 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/90936.html">https://www.iprbookshop.ru/90936.html</a>
3. Применение базовой инструментальной среды MATLAB для расчета постоянных электрических и магнитных полей по уравнению Лапласа.	Сахаров В.В., Шергина О.В., Куликов С.А.	Методические указания.	СПб.: СПГУВК, 2010 – 20с.
4. Модели и алгоритмы	Сахаров В.В.,	Монограф	СПб.: СПГУВК,

оптимизации технологических процессов на объектах водного транспорта в среде MATLAB	Кузьмин А.А., Чертков А.А.	ия	2015. – 435 с., <a href="http://edu.gumrf.ru">http://edu.gumrf.ru</a>
5. Компьютерное моделирование переходных процессов в электрических цепях и системах	В. И. Королев, В. В. Сахаров, О. В. Шергина	Учебное пособие	СПб.: СПГУВК, 2004. – 164 с

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Наименование информационного ресурса	Ссылка на информационный ресурс
1	Работы в среде MATLAB. GMP – 2. Модельно-ориентированное проектирование.. GYROBOY MATLAB PROJECT. exponenta.ru	<a href="http://vk.com/mathworks">vk.com&gt;mathworks</a>
2	Электротехнический портал для студентов ВУЗов и инженеров	<a href="http://xn----8sbnaarbiedfksmiphlmncm1d9b0i.xn--p1ai/">http://xn----8sbnaarbiedfksmiphlmncm1d9b0i.xn--p1ai/</a>
3	Образовательный портал «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»	<a href="http://edu.gumrf.ru">http://edu.gumrf.ru</a>
4.	Электронная научная библиотека, <u>IPRbooks</u>	<a href="https://www.iprbookshop.ru/">https://www.iprbookshop.ru/</a>
5	Электронная библиотека Лань	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>

## 9. Описание материально-технической базы и перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Архангельская обл., г.Котлас, ул.Заполярная, д.19 кабинет №114 «Электроника и электротехника»	Доступ в Интернет. Комплект учебной мебели (столы, стулья, доска); компьютер в сборе (системный блок (Intel Pentium 4 2,8 GHz, 2 Gb), монитор Benq FP71G ЖК, клавиатура, мышь) – 1 шт., локальная компьютерная сеть, комплект плакатов.	Microsoft Windows XP Professional (контракт №323/08 от 22.12.2008 г. ИП Кабаков Е.Л.); Kaspersky Endpoint Security (контракт №311/2015 от 14.12.2015); Libre Office (текстовый редактор Writer, редактор таблиц Calc, редактор презентаций Impress и прочее) (распространяется свободно, лицензия GNU LGPL v3+, The Document Foundation); PDF-XChange Viewer (распространяется бесплатно, Freeware, лицензия EULA V1-7.х.,

			<p>Tracker Software Products Ltd); AIMP (распространяется бесплатно, Freeware для домашнего и коммерческого использования, Artem Izmaylov); XnView (распространяется бесплатно, Freeware для частного некоммерческого или образовательного использования, XnSoft); Media Player Classic - Home Cinema (распространяется свободно, лицензия GNU GPL, MPC-HC Team); Mozilla Firefox (распространяется свободно, лицензия Mozilla Public License и GNU GPL, Mozilla Corporation); 7-zip (распространяется свободно, лицензия GNU LGPL, правообладатель Igor Pavlov)); Adobe Flash Player (распространяется свободно, лицензия ADOBE PCSLA, правообладатель Adobe Systems Inc.).</p>
2	<p>Архангельская обл., г. Котлас, ул. Заполярная, д. 19 Лаборатория № 115 Электротехническая лаборатория № 2: «Электротехника. Электротехника и электроника. Электронная техника»</p>	<p>Доступ в Интернет. Комплект учебной мебели (столы, стулья, доска); универсальные электротехнические стенды со сменными планшетами. «Комбинированные электронные измерительные приборы ФОАФ». Стенды: «Аварийные режимы работы трехфазных цепей»; «Линейные цепи при несинусоидальных источниках»; «Четырехполюсники»; Феррорезонансные явления». Электромагнитные амперметры и вольтметры, ферродинамические ваттметры, электродинамические фазометры;</p>	<p>Windows XP Professional (MSDN AA Developer Electronic Fulfillment (Договор №09/2011 от 13.12.2011)); MS Office 2007: Word, Excel, PowerPoint (Лицензия (гос. Контракт № 48-158/2007 от 11.10.2007)); Yandex Браузер (распространяется свободно, лицензия BSD License, правообладатель ООО «ЯНДЕКС»); Adobe Acrobat Reader (распространяется свободно, лицензия ADOBE PCSLA, правообладатель Adobe Systems Inc.).</p>

		переносной проектор Viewsonic PJD5232, переносной ноутбук Dell Latitude 110L; переносной экран, учебно-наглядные пособия	
3	Архангельская обл., г. Котлас, ул. Спортивная, д. 18 Кабинет № 302-а «Информатика. Информационные технологии. Статистика. Документационное обеспечение управления. Правовое обеспечение профессиональной деятельности. Теория бухгалтерского учета»	Доступ в Интернет. Комплект учебной мебели (столы, стулья, доска); Компьютеры (9 шт): процессор PhenomII X2 555 AM3 (3.2/2000/7Mb), оперативная память 4 Гб, жесткий диск 160 Гб, монитор Philips 192E2SB2. Компьютер (1 шт): процессор PhenomII X2 555 AM3 (3.2/2000/7Mb), оперативная память 4 Гб, жесткий диск 160 Гб, монитор Philips 192E2SB2, дисковод DVD-RW. переносной проектор Viewsonic PJD5232, переносной ноутбук Dell Latitude 110L; переносной экран, Коммутатор Acorn HU16D, учебно-наглядные пособия	Windows 7 Enterprise (MSDN AA Developer Electronic Fulfillment (Договор №09/2011 от 13.12.2011)); MS Office 2007: Word, Excel, PowerPoint (Лицензия (гос. Контракт № 48-158/2007 от 11.10.2007)); Yandex Браузер (распространяется свободно, лицензия BSD License, правообладатель ООО «ЯНДЕКС»); Adobe Acrobat Reader (распространяется свободно, лицензия ADOBE PCSLA, правообладатель Adobe Systems Inc.); PTC Mathcad Express (Бесплатная ограниченная, правообладатель PTC (NASDAQ: PTC)); MathWorks MATLAB ((Договор 48-158/07 от 11.11.2007; 48/128/2009 от 22.09.2009; 48/128/2009 от 22.09.2009; 319-243/15 от 07.11.2015));

## 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 10.1. Рекомендации по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям

Лекции являются одним из основных видов учебных занятий в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных материалов в систематизированном виде, а также разъяснение наиболее трудных вопросов учебной дисциплины.

При изучении дисциплины следует помнить, что лекционные занятия являются направляющими в большом объеме научного материала. Большую часть знаний студент должен набирать самостоятельно из учебников и научной литературы.

В тетради для конспектирования лекций должны быть поля, где по

ходу конспектирования делаются необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие в ходе лекций, рекомендуется делать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю.

Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к практическим занятиям, экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

### **11.1. Рекомендации по подготовке к практическим занятиям**

Для подготовки практическим и лабораторным занятиям обучающемуся необходимо заранее ознакомиться с перечнем вопросов, которые будут рассмотрены на занятии, а также со списком основной и дополнительной литературы. Необходимо помнить, что правильная полная подготовка к занятию подразумевает прочтение не только лекционного материала, но и учебной литературы. Необходимо прочитать соответствующие разделы из основной и дополнительной литературы, рекомендованной преподавателем, выделить основные понятия и процессы, их закономерности и движущие силы и взаимные связи. При подготовке к занятию не нужно заучивать учебный материал. Необходимо попытаться самостоятельно найти новые данные по теме занятия в научных и научно-популярных периодических изданиях и на авторитетных сайтах. На практических занятиях нужно выяснять у преподавателя ответы на интересующие или затруднительные вопросы, высказывать и аргументировать свое мнение.

### **11.3. Рекомендации по организации самостоятельной работы**

Самостоятельная работа включает изучение литературы, поиск информации в сети Интернет, подготовку к практическим работам, экзамену.

При подготовке к практическим занятиям необходимо ознакомиться с литературой, рекомендованной преподавателем, и конспектом лекций. Необходимо разобраться в основных понятиях. Записать возникшие вопросы и найти ответы на них на занятиях, либо разобрать их с преподавателем.

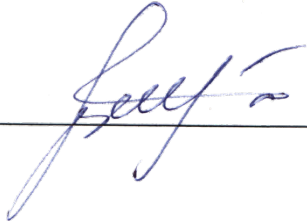
Подготовку к зачету необходимо начинать заранее. Следует проанализировать научный и методический материал учебников, учебно-методических пособий, конспекты лекций. Знать формулировки терминов и уметь их четко воспроизводить. Ответы на вопросы из примерного перечня вопросов для подготовки к экзамену лучше обдумать заранее. Ответы построить в четкой и лаконичной форме.

Составитель: ст. преподаватель Куликов И.В.

Зав. кафедрой: к.с/х н., к.т.н., доцент Шергина О.В.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры  
естественнонаучных и технических дисциплин  
и утверждена на 2022/2023 учебный год  
Протокол № 09 от «16» июня 2022 г

Зав. кафедрой: \_\_\_\_\_ / Шергина О.В./





**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА**  
**ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»**  
**Котласский филиал**  
**Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего**  
**образования**  
**«Государственный университет морского и речного флота**  
**имени адмирала С.О. Макарова»**  
**Котласский филиал ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»**  
**Кафедра естественнонаучных и технических дисциплин**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине Теоретические основы электротехники  
(Приложение к рабочей программе дисциплины)

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования: бакалавриат

Котлас  
2022

## 1. Перечень компетенций и этапы их формирования в процессе освоения дисциплины

Рабочей программой дисциплины предусмотрено формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Результаты освоения ОПОП (содержание компетенций)	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-3	Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей.	<b>Знать:</b> фундаментальные законы электротехники, методы расчета электрических цепей: постоянного тока, переменного тока, трехфазных систем; методы расчета нелинейных и магнитных цепей; переходные процессы в электрических цепях и системах; основы электромагнитного поля.
		<b>Уметь:</b> использовать законы электротехники и электроники для овладения основами теории и практики энергообеспечения промышленных объектов; применять знания электротехнических явлений и законов в практической деятельности;
		<b>Владеть:</b> средствами измерений электрических и магнитных величин, средствами моделирования и автоматизации электротехнологий.

## 2. Паспорт фонда оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1.	Введение	ОПК-3	Экзамен
2	Линейные электрические цепи постоянного тока	ОПК-3	Экзамен, РГЗ, практическая работа
3	Линейные электрические цепи синусоидального тока	ОПК-3	Экзамен, РГЗ, практическая работа
4	Пассивные двухполюсники, резонансы и частотные характеристики.	ОПК-3	Лабораторная работа, экзамен
5	Электрические цепи с взаимной индукцией.	ОПК-3	Экзамен
6	Трехфазные электрические цепи	ОПК-3	Индивидуальный устный опрос, лабораторная работа, курсовая работа, экзамен
7	Электрические цепи при воздействии	ОПК-3	Курсовая работа,



	периодических несинусоидальных ЭДС и токов.		лабораторная работа, экзамен
8	Нелинейные цепи с источниками постоянного напряжения и тока.	ОПК-3	Курсовая работа, лабораторная работа, экзамен
9	Магнитные цепи постоянного тока	ОПК-3	Экзамен
10	Линейные четырехполюсники и электрические фильтры	ОПК-3	Экзамен
11	Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях классическим методом.	ОПК-3	Тест, экзамен
12	Расчет переходных процессов операторным методом.	ОПК-3	Экзамен
13	Нелинейные цепи с синусоидальными источниками ЭДС.	ОПК-3	Экзамен
14	Основы теории электромагнитного поля.	ОПК-3	Лабораторная работа, экзамен

### 3. Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценки результата обучения по дисциплине и шкала оценки по дисциплине				Процедура оценки
	2	3	4	5	
	не зачтено	зачтено			
<b>Знать:</b> фундаментальные законы электротехники, методы расчета электрических цепей постоянного тока, переменного тока, трехфазных систем; методы расчета нелинейных и магнитных цепей; переходные процессы в электрических цепях и системах; основы электромагнит	Отсутствие знаний или фрагментарные представления об фундаментальных законах электротехники, методах расчета электрических цепей постоянного тока, переменного тока, трехфазных систем; методах расчета нелинейных и магнитных цепей; переходных процессов в	Неполные представления о фундаментальных законах электротехники, методах расчета электрических цепей постоянного тока, переменного тока, трехфазных систем; методах расчета нелинейных и магнитных цепей; переходных процессов в	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в фундаментальных законах электротехники, методах расчета электрических цепей постоянного тока, переменного тока, трехфазных систем; методах расчета нелинейных и магнитных цепей; переходных процессов в	Сформированные систематические представления о фундаментальных законах электротехники, методах расчета электрических цепей постоянного тока, переменного тока, трехфазных систем; методах расчета нелинейных и магнитных цепей; переходных процессов в	тест по темам, индивидуальный устный опрос по материалам лабораторных и практических занятий, экзамен

ного поля.	электрических цепях и системах; основах электромагнитного поля.	системах; основах электромагнитного поля	электрических цепях и системах; основах электромагнитного поля	процессов в электрических цепях и системах; основах электромагнитного поля	
<b>Уметь:</b> использовать законы электротехники и электроники для овладения основами теории и практики энергообеспечения промышленных объектов; применять знания электротехнических явлений и законов в практической деятельности	Отсутствие владения или фрагментарные умения использовать законы электротехники и электроники для овладения основами теории и практики энергообеспечения промышленных объектов; применять знания электротехнических явлений и законов в практической деятельности	В целом удовлетворительные, но не систематизированные умения использовать законы электротехники и электроники для овладения основами теории и практики энергообеспечения промышленных объектов; применять знания электротехнических явлений и законов в практической деятельности	В целом удовлетворительные, но содержащие отдельные пробелы умения использовать законы электротехники и электроники для овладения основами теории и практики энергообеспечения промышленных объектов; применять знания электротехнических явлений и законов в практической деятельности	Сформированные знания и умения использовать законы электротехники и электроники для овладения основами теории и практики энергообеспечения промышленных объектов; применять знания электротехнических явлений и законов в практической деятельности	Тесты по темам, индивидуальный устный опрос по материалам лабораторных и практических занятий, экзамен. экзамен
<b>Владеть:</b> средствами измерений электрических и магнитных величин, средствами моделирования и автоматизации электротехнологий.	Отсутствие владения или фрагментарные средства измерений электрических и магнитных величин, средствами моделирования и автоматизации электротехнологий.	В целом удовлетворительные, но не систематизированные средства измерений электрических и магнитных величин, средствами моделирования и автоматизации	В целом удовлетворительные, но содержащие отдельные пробелы владения средствами измерений электрических и магнитных величин, средствами моделирования и	Сформированные владения средствами измерений электрических и магнитных величин, средствами моделирования и автоматизации и электротехнологий.	Тесты по темам, индивидуальный устный опрос по материалам лабораторных и практических занятий, экзамен. экзамен

		и электротехнологий.	автоматизации и электротехнологий.		
--	--	----------------------	------------------------------------	--	--

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

**1. Вид текущего контроля:**

**Контрольные работы. Расчетно-графические работы**

Студенты очного и заочного отделений выполняют в процессе самостоятельного изучения курса ТОЭ – I расчеты цепей постоянного и переменного тока, согласно заданию:

**1. Расчет электрических цепей постоянного тока**

**Условия задания.**

Рассмотрим электрическую цепь, схема которой приведена на рис. 1, в которой заданы элементы цепи: источник тока  $J2=0,8A$ ; источники ЭДС  $E21=24В$ ,  $E3=30В$ ; резисторы  $R1=19,5Ом$ ,  $R2=7,5Ом$ ,  $R3=30Ом$ ,  $R41=10Ом$ ,  $R42=110Ом$ ,  $R5=16,5Ом$ ,  $R61=300Ом$ ,  $R62=900Ом$ . Необходимо определить токи ветвей цепи, рассчитать баланс мощностей источников и потребителей цепи по вариантам. Если N–номер варианта, то напряжение и два активных сопротивления следует изменить по правилу:

$$E3+N; R41+N; R61+N.$$

Другие данные, приведенные выше, не изменяются.

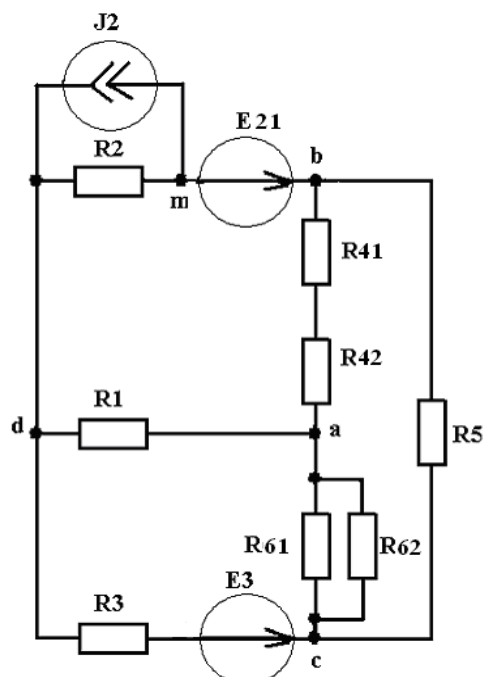


Рис. 1.

Цепь рассчитать двумя методами: по законам Кирхгофа и методом узловых потенциалов.

## 2. Расчет электрических цепей однофазного переменного тока

### Условия задания.

Рассчитаем электрическую цепь переменного тока, схема которой приведена на рис. 2. Заданы следующие ЭДС и параметры цепи: катушки с индуктивностями  $L1 = 1.27 \cdot 10^{-3} (Гн), L2 = 3.18 \cdot 10^{-3} (Гн)$ ; конденсатор  $C2 = 3.98 \cdot 10^{-6} (Ф)$ ; резистор  $R3 = 25 (Ом)$ ; источники ЭДС переменного тока  $e11 = 80.5 \cdot \cos(\omega t + 270^\circ) (В), e12 = 10 \cdot \sin(\omega t) (В), e3 = 84.6 \cdot \sin(\omega t - 30^\circ) (В)$ ; частота питающей сети  $f = 1000 (Гц)$ ; угловая частота  $\omega = 2\pi \cdot f (рад/с)$ .

Для выполнения задания по вариантам необходимо внести следующие изменения:

$e11 = 80.5 \cdot \cos(\omega t + 270^\circ - N^\circ) (В)$  и  $R3 + N$ . Остальные данные не изменяются.

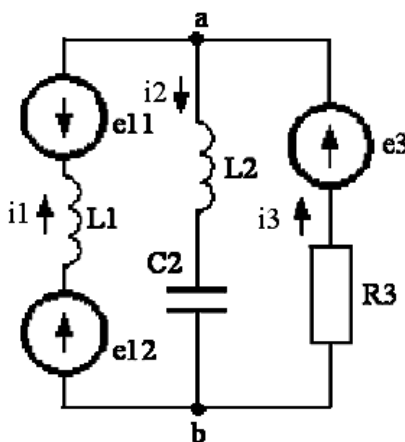


Рис. 2.

Необходимо, используя комплексный метод расчёта цепей синусоидального тока, определить комплексные значения токов ветвей цепи, рассчитать баланс мощностей источников и потребителей цепи. Расчет выполнить методом двух узлов.

### Критерии оценивания:

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа

### Показатели и шкала оценивания:

Оценка	Показатели
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Содержание ответа в целом соответствует теме задания. Продемонстрировано знание фактического материала, отсутствуют фактические ошибки.</li> <li>– Продемонстрировано уверенное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (уместность употребления, аббревиатуры, толкование и т.д.), отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Показано умелое использование категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Продемонстрировано умение аргументировано излагать собственную точку зрения. Видно уверенное владение освоенным материалом, изложение сопровождается адекватными иллюстрациями (примерами) из практики.</li> <li>– Ответ четко структурирован и выстроен в заданной логике. Части ответа логически взаимосвязаны. Отражена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы - аргументация - выводы. Объем ответа укладывается в заданные рамки при сохранении смысла.</li> <li>– Высокая степень самостоятельности, оригинальность в представлении материала: стилистические обороты, манера изложения, словарный запас. Отсутствуют стилистические и орфографические ошибки в тексте. Работа выполнена аккуратно, без помарок и исправлений</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Содержание ответа в целом соответствует теме задания. Продемонстрировано знание фактического материала, встречаются несущественные фактические ошибки.</li> <li>– Продемонстрировано владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Показано умелое использование категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Продемонстрировано умение аргументированно излагать собственную точку зрения. Изложение отчасти сопровождается адекватными иллюстрациями (примерами) из практики.</li> <li>– Ответ в достаточной степени структурирован и выстроен в заданной логике без нарушений общего смысла. Части ответа логически взаимосвязаны. Отражена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы - аргументация - выводы. Объем ответа незначительно превышает заданные рамки при сохранении смысла.</li> <li>– Достаточная степень самостоятельности, оригинальность в представлении материала. Встречаются мелкие и не искажающие смысла ошибки в стилистике, стилистические</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Содержание ответа в целом соответствует теме задания. Продемонстрировано удовлетворительное знание фактического материала, есть фактические ошибки (25-30%).</li> <li>– Продемонстрировано достаточное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, есть ошибки в употреблении и трактовке терминов, расшифровке аббревиатур. Ошибки в использовании категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Нет собственной точки зрения либо она слабо аргументирована. Примеры, приведенные в ответе в качестве практических иллюстраций, в малой степени соответствуют изложенным теоретическим аспектам.</li> <li>– Ответ плохо структурирован, нарушена заданная логика. Части ответа разорваны логически, нет связей между ними. Ошибки в представлении логической структуры проблемы (задания): постановка проблемы - аргументация - выводы. Объем ответа в существенной степени (на 25-30%) отклоняется от заданных рамок.</li> <li>– Текст ответа примерно наполовину представляет собой стандартные обороты и фразы из учебника/лекций. Обилие ошибок в стилистике, много стилистических штампов. Есть 3-5 орфографических ошибок. Работа выполнена не очень аккуратно, встречаются помарки и исправления</li> </ul>

2	<p>– Содержание ответа не соответствует теме задания или соответствует ему в очень малой степени. Продемонстрировано крайне низкое (отрывочное) знание фактического материала, много фактических ошибок - практически все факты (данные) либо искажены, либо неверны.</p> <p>– Продемонстрировано крайне слабое владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (неуместность употребления, неверные аббревиатуры, искаженное толкование и т.д.), присутствуют многочисленные ошибки в употреблении терминов. Показаны неверные ассоциативные взаимосвязи категорий и терминов дисциплины. Отсутствует аргументация изложенной точки зрения, нет собственной позиции. Отсутствуют примеры из практики либо они неадекватны.</p> <p>– Ответ представляет собой сплошной текст без структурирования, нарушена заданная логика. Части ответа не взаимосвязаны логически. Нарушена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы - аргументация - выводы. Объем ответа более чем в 2 раза меньше или превышает заданный.</p> <p>– Текст ответа представляет полную кальку текста учебника/лекций. Стилистические ошибки приводят к существенному искажению смысла. Большое число орфографических ошибок в тексте (более 10 на страницу). Работа выполнена неаккуратно, с обилием помарок и исправлений</p>
---	---

## 2. Вид текущего контроля – тестирование

### Переходные процессы в линейных электрических цепях

Студент при тестировании должен выбрать один правильный ответ из предлагаемых вариантов:

1. При замыкании ключа К (рис.1) в момент  $t=0_+$  напряжение на индуктивности  $L$  равно:

- а) нулю
- б) бесконечности
- в)  $E$
- г)  $E/2$

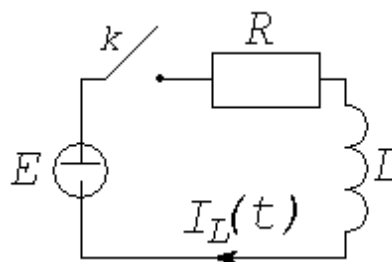


Рис. 1

2. При замыкании ключа К (рис.1) в момент  $t=0_+$  ток в цепи равен:

- а)  $E/R$
- б) бесконечности
- в)  $E/(2 \cdot R)$
- г) нулю

3. При замыкании ключа (рис.2) в момент  $t=0_+$  ток через индуктивность:

- а) равен нулю
- б) изменяется скачком
- в) изменяется по синусоидальному закону
- г) никогда не изменяется

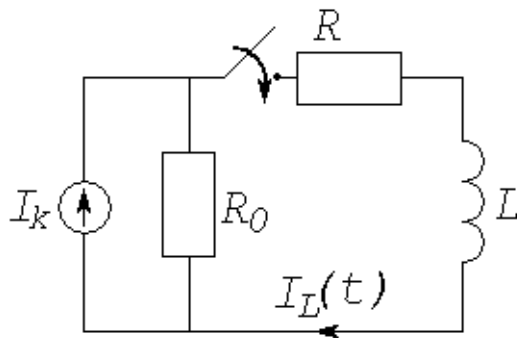


Рис. 2

4. При замыкании ключа (рис.2) в момент  $t=0_+$  ток через сопротивление  $R_0$ :

- а) равен нулю
- б) изменяется скачком
- в) изменяется по синусоидальному закону
- г) не изменяется

5. В цепи (рис.3) при замыкании ключа К в момент  $t=0_+$  напряжение на конденсаторе:

- а) равно  $E$
- б) изменяется скачком
- в) равно нулю
- г) не равно нулю

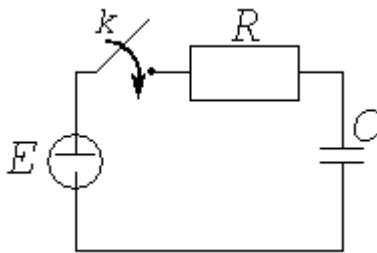


Рис. 3

6. В цепи (рис.3) при замыкании ключа К в момент  $t=0_+$  ток через конденсатор:

- а) равен нулю
- б) изменяется скачком до значения  $E/R$
- в) изменяется скачком до значения  $2 \cdot E/R$
- г) изменяется скачком до значения  $3 \cdot E/R$

7. При замкнутом ключе К по окончании переходного процесса (рис.4) ток через источник ЭДС:

- а) не равен нулю
- б) равен нулю

- в) равен  $E/(R+R_1)$
- г) максимальный

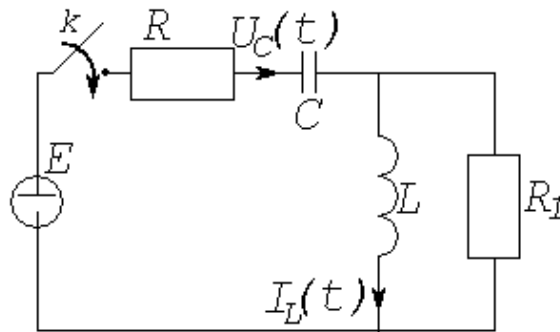


Рис. 4

8. При замкнутом ключе К по окончании переходного процесса (рис.4):

- а) напряжение на индуктивности равно  $E$
- б) напряжение на емкости равно  $E$
- в) напряжение на емкости равно напряжению на индуктивности
- г) в цепи устанавливается максимальный ток

9. При замыкании ключей  $K_1$  и  $K_2$  динамическая модель цепи (рис.5) состоит:

- а) из одного дифференциального уравнения третьего порядка
- б) из десяти дифференциальных уравнений первого порядка
- в) из четырех уравнений первого порядка
- г) из двух уравнений первого порядка

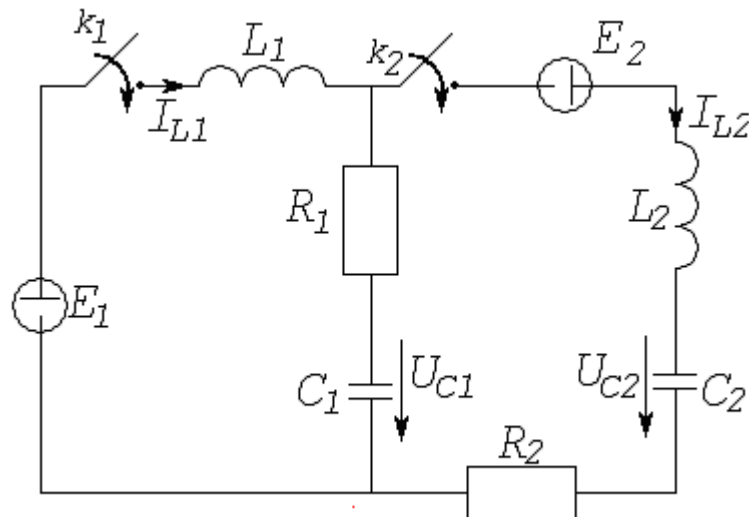


Рис. 5

10. Для расчета переходного процесса при замыкании ключей  $K_1$  и  $K_2$  необходимо определить (рис.5):

- а) начальные условия для основных переменных состояния
- б) напряжения на конденсаторах  $C_1$  и  $C_2$
- в) токи через индуктивности  $L_1$  и  $L_2$



г) ток через  $L_1$  и напряжение на  $C_2$

11. При размыкании ключа  $K$  в момент  $t=0_+$  (рис.6)

- а) ток через индуктивность  $L$  изменится скачком
- б) напряжения на конденсаторе  $C$  изменится скачком
- в) ток через индуктивность  $L$  не изменится, а напряжение изменится скачком
- г) ток через  $L$  не будет равен току через  $C$

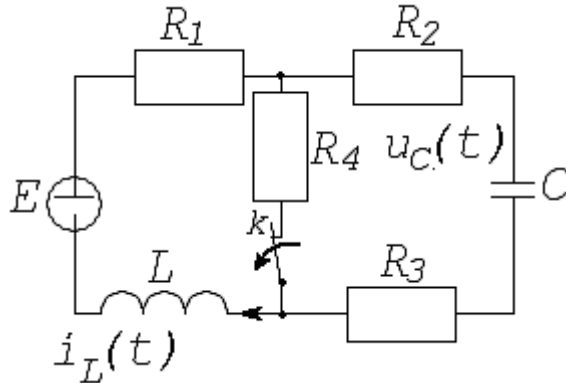


Рис. 6

12. В электрической цепи (рис.6) основными переменными состояниями являются:

- а) ток через индуктивность  $L$  и напряжение на конденсаторе  $C$
- б) напряжение на резисторе  $R_4$
- в) ток через конденсатор  $C$  и ЭДС источника питания
- г) все измеряемые переменные

13. Цепь представлена на рис.7. В установившемся режиме:

- а) ток через  $L$  равен нулю
- б) ток через  $R_2$  равен нулю
- в) напряжение на  $L$  равно нулю
- г) напряжение на  $R_2$  не равно нулю

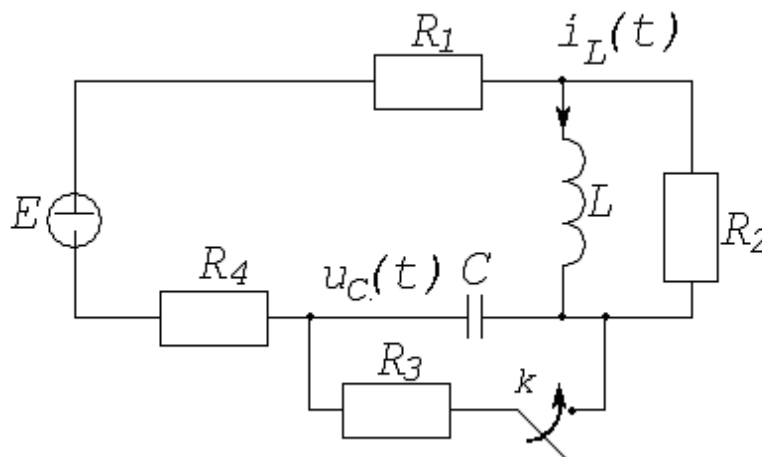


Рис. 7

14. Цепь представлена на рис.7. В установившемся режиме:

- а) напряжение на  $C$  равно ЭДС
- б) напряжение на  $C$  не равно ЭДС
- в) напряжение на  $L$  равно ЭДС
- г) напряжение на  $R_2$  равно ЭДС

15. В цепи (рис. 8) до замыкания ключа:

- а) напряжение на  $C$  равно ЭДС
- б) напряжение на  $L$  не равно ЭДС
- в) напряжения и токи в ветвях равны нулю
- г) напряжение на  $R_2$  не равно нулю

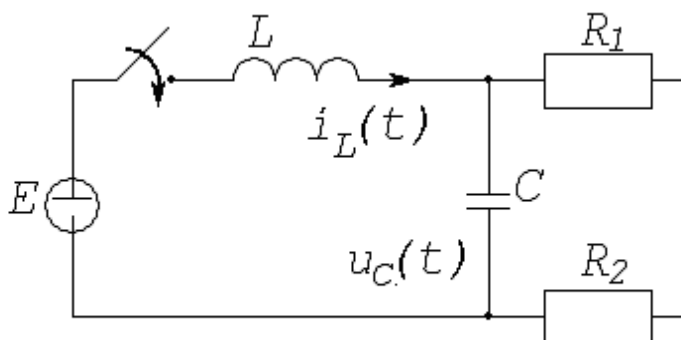


Рис. 8

16. В цепи (рис. 8) в установившемся режиме:

- а) напряжение на  $C$  равно ЭДС
- б) напряжение на  $L$  равно ЭДС
- в) напряжения и токи в ветвях равны нулю
- г) напряжение на  $R_2$  равно нулю

17. Для цепи (рис. 8) в установившемся режиме:

- а) напряжение на  $C$  равно ЭДС
- б) напряжение на  $C$  равно нулю
- в) ток через  $L$  равен нулю
- г) ток через  $R_4$  не равен нулю

18. Для цепи (рис. 8) в установившемся режиме:

- а) напряжение на  $C$  равно ЭДС
- б) напряжение на  $C$  равно нулю
- в) ток через  $L$  равен нулю
- г) ток через  $R_4$  не равен нулю

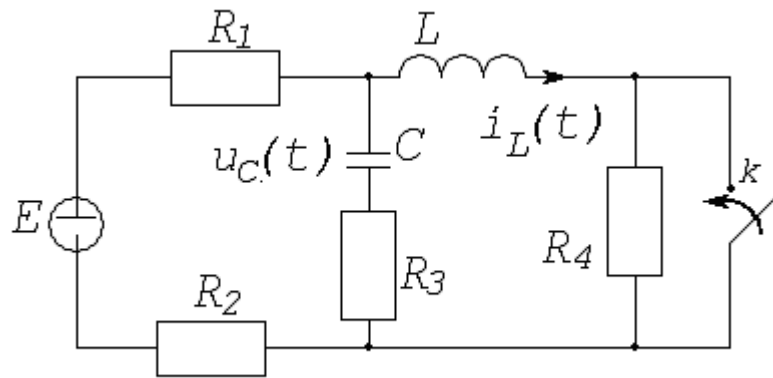


Рис. 9

19. В установившемся режиме (рис.10):

- а) напряжение на  $C$  равно ЭДС
- б) напряжение на  $C$  равно нулю
- в) ток через  $L$  равен нулю
- г) ток через  $R_2$  не равен нулю

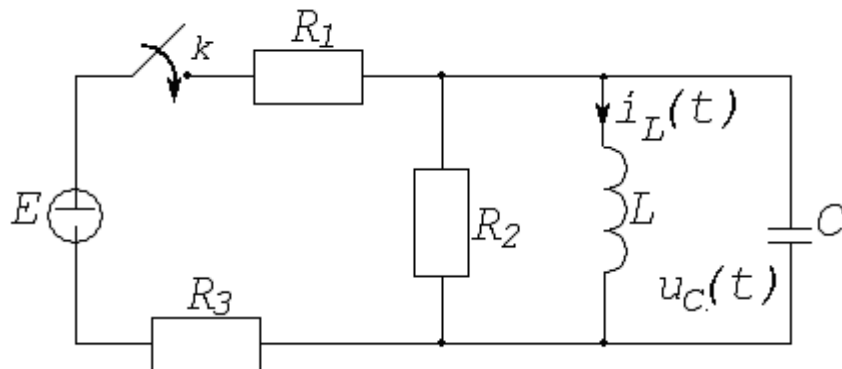


Рис. 10

20. В установившемся режиме:

- а) ток через  $L$  равен нулю
- б) напряжение на  $C$  не равно нулю
- в) ток через  $L$  не равен нулю
- г) ток в цепи отсутствует

21. В момент  $t=0_+$  в цепи (рис. 11) :

- а) ток через  $L$  изменится скачком
- б) напряжение на  $C$  изменится скачком
- в) напряжение на  $L$  изменится скачком
- г) ток через  $R_2$  не равен нулю

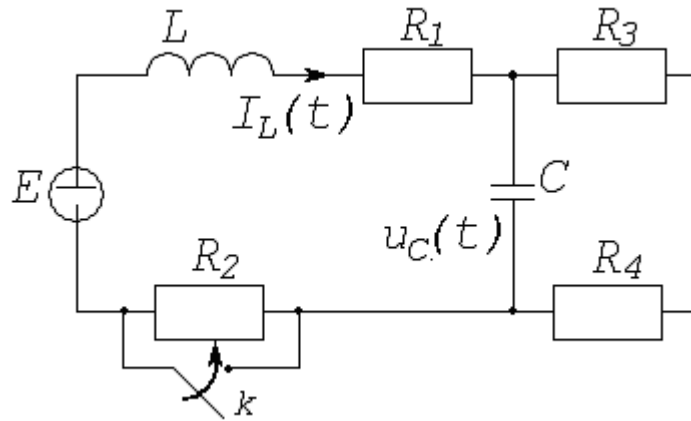


Рис. 11

22. В установившемся режиме (рис.11):

- а) ток через  $L$  равен нулю
- б) напряжение на  $C$  не равно нулю
- в) напряжение на  $L$  не равно нулю
- г) ток через  $C$  не равен нулю

23. В установившемся режиме (рис. 12):

- а) запас энергии магнитного поля индуктивной катушки уменьшается
- б) напряжение на  $C$  равно нулю
- в) напряжение на  $L$  не равно нулю
- г) ток через  $C$  не равен нулю

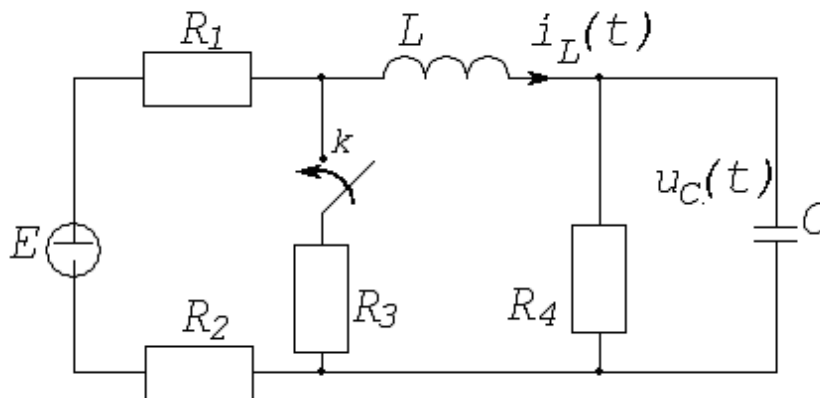


Рис. 12

24. В установившемся режиме (рис.12):

- а) ток через  $R_2$  уменьшится в сравнении с начальным током
- б) ток через  $R_2$  увеличится в сравнении с начальным током
- в) напряжение на  $L$  не равно нулю
- г) ток через  $C$  не равен нулю

25. Математическая модель цепи (рис.13) описывается дифференциальным уравнением:

- а) третьего порядка
- б) приводится к уравнению второго порядка
- в) одним уравнением первого порядка
- г) четырьмя дифференциальными уравнениями первого порядка

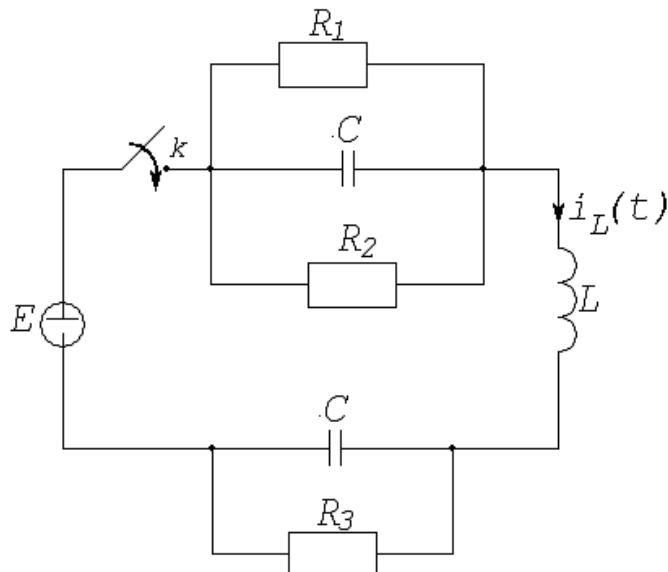


Рис. 13

26. Для математической модели цепи (рис.13) в момент замыкания ключа при  $t=0_+$  можно полагать:

- а) ток через конденсаторы равен нулю
- б) ток через индуктивность не равен нулю
- в) напряжение на индуктивности равно нулю
- г) токи через  $R_1$  и  $R_2$  не равны нулю

27. Для математической модели цепи (рис.14) в момент размыкания ключа при  $t=0_+$  можно полагать:

- а) изменятся скачком токи через и конденсатор
- б) изменится скачком напряжение на индуктивности
- в) изменится скачком ток через индуктивность
- г) скачком изменится ток через  $R_2$

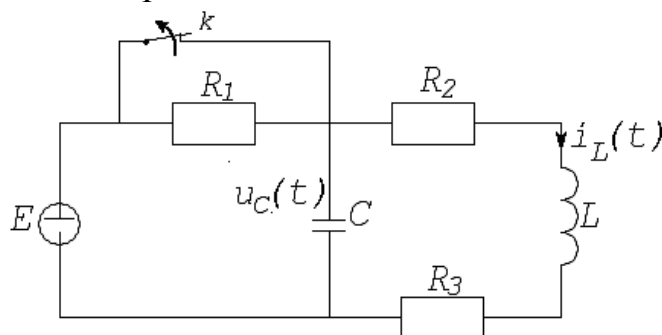


Рис. 14

28. Для математической модели цепи (рис.14) в момент размыкания ключа при  $t=0_+$  можно полагать:

- а) не изменятся скачком напряжение на конденсаторе и напряжение на индуктивности
- б) изменится скачком напряжение на индуктивности
- в) изменится скачком ток через индуктивность
- г) не изменится скачком ток через  $R_1$

29. До замыкания ключа (рис.15) напряжение на конденсаторе:

- а) равно нулю
- б) равно  $1/2 \cdot E$
- в) равно  $E$
- г) не равно  $E$

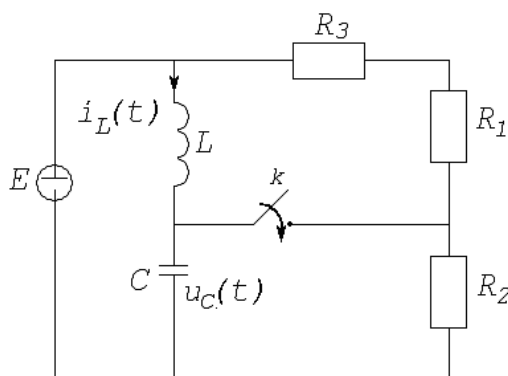


Рис. 15

30. В установившемся режиме (рис.15) ток через индуктивность:

- а) равен нулю
- б) равен  $E/R_2$
- в) равен  $E / (R_1 + R_2 + R_3)$
- г) равен  $E / (R_1 + R_3)$

### Критерии и шкала оценивания выполнения тестовых заданий

Для перевода баллов в оценку применяется универсальная шкала оценки образовательных достижений.

Если обучающийся набирает от 90 до 100% от максимально возможной суммы баллов - выставляется оценка «отлично»;  
от 80 до 89% - оценка «хорошо»,  
от 60 до 79% - оценка «удовлетворительно»,  
менее 60% - оценка «неудовлетворительно».

### 3. Вид текущего контроля – индивидуальный устный опрос

Трехфазные электрические цепи

Примерный перечень вопросов:

1. Изложить содержание и порядок выполненных расчетов трехфазной системы.
2. Пояснить порядок нумерации ваттметров при измерении мощности трехфазной системы методом “двух ваттметров” (на примере, предложенном преподавателем).
3. Объяснить, почему показания одного из ваттметров, включенных в трехфазную систему по схеме “двух ваттметров”, могут быть отрицательными?
4. Объяснить, влияет ли ошибка в нумерации ваттметров:
  - на измерение активной мощности трехфазной системы;
  - на измерение реактивной мощности трехфазной системы;
  - на измерений угла сдвига фаз трехфазной системы.
5. Какая (какие) мощность (мощности) могут быть измерены методом “двух ваттметров” при симметричной и несимметричной нагрузках трехфазной системы?
6. Для каких схем подключения трехфазной нагрузки («треугольник», «звезда» без нулевого провода, «звезда» с нулевым проводом, симметричные, несимметричные) можно использовать метод «двух ваттметров» для измерения мощности трехфазной системы?
7. Объяснить, почему при параллельном подключении к трехфазному генератору нескольких трехфазных потребителей баланс мощностей в символической форме записи (т.е.  $\widehat{S}_{\text{ГЕН}} = \widehat{S}_{\text{ПОТР.1}} + \dots + \widehat{S}_{\text{ПОТР.N}}$ ) выполняется, а при суммировании модулей этих мощностей (т.е.  $S_{\text{ГЕН}} \neq S_{\text{ПОТР.1}} + \dots + S_{\text{ПОТР.N}}$ ) равенство может быть нарушено? При каких условиях неравенство обратится в равенство?
8. Пояснить порядок построения векторной диаграммы токов и напряжений.
9. Векторные суммы каких токов, напряжений в рассматриваемой схеме равны нулю?
10. В чем состоят преимущества трехфазных систем генерирования и передачи электроэнергии?
11. Пояснить порядок нумерации ваттметров при измерении мощности трехфазной системы методом “двух ваттметров” (на примере, предложенном преподавателем).
12. Объяснить, почему показания одного из ваттметров, включенных в трехфазную систему по схеме “двух ваттметров”, могут быть отрицательными?
13. Объяснить, влияет ли ошибка в нумерации ваттметров:
  - на измерение активной мощности трехфазной системы;
  - на измерение реактивной мощности трехфазной системы;
  - на измерения угла сдвига фаз трехфазной системы.
14. Какая (какие) мощность (мощности) могут быть измерены методом “двух ваттметров” при симметричной и несимметричной нагрузках трехфазной системы?
15. Для каких схем подключения трехфазной нагрузки («треугольник», «звезда» без нулевого провода, «звезда» с нулевым проводом, симметричные,

несимметричные) можно использовать метод «двух ваттметров» для измерения мощности трехфазной системы?

**16.**Объяснить, почему при параллельном подключении к трехфазному генератору нескольких трехфазных потребителей баланс мощностей в символической форме записи (т.е.  $\widehat{S}_{\text{ГЕН}} = \widehat{S}_{\text{ПОТР.1}} + \dots + \widehat{S}_{\text{ПОТР.N}}$ ) выполняется, а при суммировании модулей этих мощностей (т.е.  $S_{\text{ГЕН}} \neq S_{\text{ПОТР.1}} + \dots + S_{\text{ПОТР.N}}$ ) равенство может быть нарушено? При каких условиях неравенство обратится в равенство?

**17.**Пояснить порядок построения векторной диаграммы токов и напряжений.

**18.**Векторные суммы каких токов, напряжений в рассматриваемой схеме равны нулю?

### Критерии оценки:

- работа выполнена без ошибок;
- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа

### Показатели и шкала оценки:

Шкала оценивания	Показатели
зачтено	– свободное владение материалом; – обучающийся дает правильные определения основных понятий
не зачтено	– обучающийся обнаруживает незнание большей части изучаемого материала и допускает большое количество существенных ошибок в формулировках определений; – беспорядочно и неуверенно излагает материал, либо не имеет о нем ни малейшего представления

## 4 . Вид текущего контроля: лабораторные работы

Лабораторные работы представлены в методических указаниях к лабораторным работам («Теоретические основы электротехники. Методические указания к лабораторным работам для студентов технических специальностей очной формы обучения» Лаптев Н.А., Котласский филиал ФГОУ ВПО «СПГУВК», 2010 – 167 с и «Применение базовой инструментальной среды MATLAB для расчёта постоянных электрических и магнитных полей по уравнению Лапласа. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Теоретические основы электротехники» Сахаров В.В., Шергина О.В., Куликов С.А. Котласский филиал ФГОУ ВПО «СПГУВК» 2010 г – 19 с).

### Критерии оценивания:

- полнота и правильность ответа;



- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа.

**Показатели и шкала оценивания:**

Шкала оценивания	Критерии
зачтено	– работа выполнена без ошибок; – свободное владение материалом; – обучающийся дает правильное определение основных понятий
не зачтено	- обучающийся обнаруживает незнание большей части изучаемого материала и допускает большое количество существенных ошибок в формулировках определений; - беспорядочно и неуверенно излагает материал

**4. Вид текущего контроля: практические работы**

Задания к практическим работам представлены в сборнике задач к практическим работам по дисциплине «Теоретические основы электротехники».

**Критерии оценивания:**

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа.

**Показатели и шкала оценивания:**

Шкала оценивания	Критерии
зачтено	– работа выполнена без ошибок; – свободное владение материалом; – обучающийся дает правильное определение основных понятий
не зачтено	- обучающийся обнаруживает незнание большей части изучаемого материала и допускает большое количество существенных ошибок в формулировках определений; - беспорядочно и неуверенно излагает материал

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Вид промежуточной аттестации – устный экзамен**

**Перечень вопросов к экзамену ТОЭ, часть 1**

1. Электрический ток, напряжение, ЭДС. Положительные направления этих величин.
2. Основные законы электрических цепей. Закон Ома, законы Кирхгофа, закон Джоуля-Ленца.
3. Источники ЭДС, тока, (идеальные, реальные) их эквивалентные схемы и взаимные преобразования.
4. Расчет электрических цепей методом эквивалентных преобразований (с примером).
5. Преобразования треугольника сопротивлений в звезду и наоборот.
6. Расчет сложных электрических цепей постоянного тока по законам Кирхгофа (с примером).
7. Расчет сложных электрических цепей постоянного тока методом контурных токов (с примером).
8. Расчет сложных электрических цепей постоянного тока методом узловых потенциалов (с примером). Метод двух узлов.
9. Расчет электрических цепей методом эквивалентного генератора (с примером).
10. Метод суперпозиции (наложения) (с примером).
11. Расчет электрических цепей на основе принципа взаимности (с примером).
12. Передача энергии постоянного тока от источника к приемнику. Условие согласования нагрузки на постоянном токе.
13. Основные характеристики переменного синусоидального тока. Частота, начальная фаза, Угол фазового сдвига. Амплитуда.
14. Изображения синусоидальных ЭДС, напряжений, токов (графическая, тригонометрическая, векторная формы представления). Угол фазового сдвига. Законы Кирхгофа в векторной форме.
15. Действующие и средние значения периодических токов, напряжений и ЭДС.
16. Символический метод расчета электрических цепей переменного синусоидального тока. Комплексы тока, напряжения, ЭДС, сопротивления и проводимости. Алгебраические и показательные формы их записи, их взаимные преобразования.
17. Активные, реактивные сопротивления и проводимости. Модули полного сопротивления, проводимости. Угол фазового сдвига.
18. Мощность в установившемся синусоидальном режиме. Расчет мощности в символической форме. Активная, реактивная и полная мощность.
19. Цепь с активным сопротивлением в установившемся гармоническом режиме.
20. Цепь с индуктивностью в установившемся гармоническом режиме.
21. Цепь с емкостью в установившемся режиме.
22. Последовательное соединение R,L,C. Треугольники напряжений, сопротивлений, мощностей.
23. Параллельное соединение R,L,C. Треугольники токов, проводимостей, мощностей.

24. Символический метод расчета сложных электрических цепей переменного тока по законам Кирхгофа (с примером).
25. Символический метод расчета сложных электрических цепей переменного тока методом узловых потенциалов (с примером).
26. Резонанс напряжений. Частотные характеристики. Условие резонанса, условие возникновения перенапряжения. Добротность контура. Векторные диаграммы.
27. Резонанс токов. Частотные характеристики. Условие резонанса. Добротность контура. Векторные диаграммы.
28. Условия передачи максимальной активной мощности от источника энергии переменного тока к пассивному двухполюснику. Способы достижения условия согласования нагрузки.
29. Двухполюсники в цепях переменного тока. Входное сопротивление. Канонические схемы. Частотные характеристики, последовательность резонансов.
30. Последовательная и параллельная эквивалентные схемы пассивных двухполюсников. Их взаимные преобразования.
31. Резонанс токов в параллельном соединении индуктивности  $L$  с активным сопротивлением  $R_1$  и емкости  $C$  с активным сопротивлением  $R_2$ .
32. Коэффициент мощности и способы его повышения.
33. ЭДС и напряжения взаимной индукции. Одноименные зажимы и их практическое определение. Согласное, встречное включения.
34. Последовательное соединение индуктивно связанных катушек. Явление ложной емкости.
35. Параллельное соединение индуктивно связанных катушек. Явление ложной емкости.
36. Расчет сложных электрических цепей с индуктивно связанными катушками по законам Кирхгофа.
37. Воздушный трансформатор. Уравнение трансформатора.
38. Схема замещения воздушного трансформатора.
39. Входное сопротивление трансформатора. Вносимое сопротивление.
40. Автотрансформатор. Уравнения автотрансформатора. Преимущества и недостатки в сравнении с трансформатором.

## **Перечень вопросов к экзамену по ТОЭ, часть II**

### **1. Трехфазные цепи**

- 1.1. Трехфазные системы Э.Д.С., напряжений и токов. Основные преимущества трехфазной системы электроснабжения. Устройство и принцип работы трехфазного генератора.
- 1.2. Расчет трехфазной системы, соединенной "звездой" с нулевым проводом и без него при симметричной и несимметричной нагрузках, с примерами.
- 1.3. Аварийные режимы в трехфазной системе, соединенной "звездой", с

нулевым и без нулевого провода. Векторные диаграммы. Примеры расчетов.

1.4. Расчет трехфазной системы, соединенной "треугольником", при симметричной и несимметричной нагрузках с примерами.

1.5. Аварийные режимы в трехфазной системе, соединенной "треугольником". Векторные диаграммы. Примеры расчетов.

1.6. Получение вращающегося магнитного поля. Применение вращающегося магнитного поля в электротехнических устройствах.

1.7. Принцип работы устройств для определения порядка следования фаз. Векторная диаграмма.

1.8. Мощность в трехфазных цепях при симметричной и несимметричной нагрузках. Измерение мощности одним и тремя ваттметрами.

1.9. Измерение мощности трехфазной цепи методом двух ваттметров.

## **2. Линейные однофазные электрические цепи при периодических несинусоидальных воздействиях**

2.1. Причины возникновения несинусоидальных Э.Д.С., напряжений и токов. Разложение периодических Э.Д.С., напряжений и токов в ряд Фурье.

Коэффициенты, характеризующие периодические Э.Д.С., напряжения и токи.

2.2. Расчет однофазных цепей при периодических несинусоидальных Э.Д.С., напряжениях и токах. Пример расчета.

2.3. Действующее и среднее значения периодических Э.Д.С., напряжений и токов. Пример расчета.

2.4. Активная, реактивная и полная мощности в электрических цепях при периодических несинусоидальных воздействиях. Пример расчета.

## **3. Несинусоидальные режимы в трехфазных электрических цепях**

3.1. Несинусоидальные режимы в трехфазных цепях. Прямая, обратная и нулевая последовательности фаз. Векторные диаграммы напряжений.

3.2. Разложение несимметричной трехфазной системы напряжений на напряжения прямой, обратной и нулевой последовательностей.

3.3. Особенности работы трехфазных цепей на гармониках кратным трем:

- недостатки соединений обмоток синхронного генератора в замкнутый и разомкнутый "треугольник";

- соединение трехфазной нагрузки "звездой" без нулевого провода;

- соединение трехфазной нагрузки "звездой" с нулевым проводом, сопротивление которого равно нулю;

- соединение трехфазной нагрузки "звездой" с нулевым проводом, сопротивление которого не равно нулю.

3.4. Устройство и принцип работы фильтра напряжений обратной последовательности.

3.5. Линейные напряжения в трехфазных цепях при наличии гармоник кратных трем.

3.6. Система нулевой последовательности. Устройство и принцип работы фильтра напряжений нулевой последовательности.

3.7. Устройство и принцип работы резонансного фильтра.

#### **4. Нелинейные цепи**

4.1. Особенности расчетов нелинейных цепей. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов.

4.2. Статическое и динамическое сопротивления нелинейных элементов. Расчет неразветвленных электрических цепей постоянного тока с одним нелинейным элементом.

4.3. Расчет сложных электрических цепей постоянного тока с одним нелинейным элементом методом эквивалентного генератора.

4.4. Графический расчет нелинейных цепей постоянного тока при последовательном, параллельном и смешанном соединении нелинейных сопротивлений.

Пример расчета.

4.5. Расчет нелинейных цепей постоянного тока методом итераций. Пример расчета.

4.6. Расчет сложных нелинейных цепей постоянного тока численным методом.

4.7. Стабилизация постоянных напряжения и тока с помощью нелинейных сопротивлений. Применение стабилизаторов напряжения и тока в электротехнических устройствах.

#### **5. Магнитные цепи**

5.1. Основные характеристики ферромагнитных материалов. Потери, обусловленные гистерезисом. Гистерезисные циклы, предельный цикл, частные циклы, кривая намагничивания. Применение магнитных цепей в электротехнических устройствах.

5.2. Основные характеристики магнитного поля. Основные законы магнитных цепей и их аналогии с законами электрических цепей.

5.3. Расчет неразветвленных магнитных цепей (прямая и обратная задачи).

5.4. Расчет разветвленных магнитных цепей (обратная и прямая задачи).

#### **6. Линейные четырехполюсники**

6.1. Основные определения и классификация четырехполюсников: активные и пассивные, линейные и нелинейные, симметричные и несимметричные, обратимые и необратимые, П - , Т - образные четырехполюсники (с примером).

6.2. Характеристические параметры четырехполюсников: входное и выходное сопротивления, характеристическое сопротивление, постоянная ослабления.

6.3. Уравнения пассивных четырехполюсников в А - параметрах (с примером).

- Уравнения связи между  $A$  - и  $Y$  - параметрами четырехполюсника.
- 6.4. Уравнения пассивного четырехполюсника в  $Y$  - параметрах (с примером).  
Уравнения связи между  $Y$  - и  $Z$  - параметрами четырехполюсника.
- 6.5. Уравнения пассивного четырехполюсника в  $Z$  - параметрах (с примером).  
Уравнения связи между  $Z$  - и  $Y$  - параметрами четырехполюсника.
- 6.6. Экспериментальное определение параметров четырехполюсника (с примером).
- 6.7. Схемы замещения четырехполюсников. Расчет параметров схем замещения (с примером).
- 6.8. Последовательное, параллельное и каскадное соединение четырехполюсников. Условие регулярности.

## Перечень вопросов к экзамену ТООЭ, часть III

### Переходные процессы

7.1. Расчет переходных процессов в линейных электрических RL, RC, RLC цепях постоянного и переменного тока:

- классическим методом;
- резистивным методом (методом входного сопротивления);
- операторным методом (в т.ч. с помощью теоремы разложения);
- матричным методом

7.2. Расчет переходных процессов в линейных электрических RL, RC, RLC цепях при изменяющемся во времени напряжении источника с помощью интеграла Дюамеля.

#### Критерии оценивания:

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа

#### Показатели и шкала оценивания:

Шкала оценивания	Показатели
<b>отлично</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий;</li> <li>– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные;</li> <li>– излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка</li> </ul>

<b>хорошо</b>	– обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого
<b>удовлетворительно</b>	– обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но: – излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; – не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; – излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого
<b>неудовлетворительно</b>	– обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал

## 2. Вид промежуточной аттестации – курсовая работа

### Общие указания

Приступая к выполнению курсовой работы, студент должен изучить разделы:

1. Трёхфазные электрические цепи переменного синусоидального тока;
2. Периодические несинусоидальные токи в линейных электрических цепях;
3. Нелинейные электрические цепи постоянного тока;

курса “Теоретические основы электротехники” (ТОЭ), ориентируясь на рекомендованную литературу и разобраться в решении типовых задач по их расчету.

Задание включает в себя 7 вариантов схем электрических цепей переменного синусоидального тока, подлежащих расчету, для каждой из которых имеется индивидуальный вариант значений параметров входящих в её состав элементов. Вариант задания определяется в соответствии с номером вашей фамилии в списке (таблица 1).

При оформлении работы необходимо руководствоваться следующими общими требованиями:

1. Работа выполняется на сброшюрованных листах формата А4 и оформляется в следующем порядке: титульный лист, исходные данные и рассчитываемая схема, содержание задания (пишется полностью), выполненные расчеты и диаграммы, использованная литература.

2. В схеме элементы  $R_k$ ;  $L_k$ ;  $C_k$  вычисляются по формулам приведенным в таблице №1.

3. Рисунки, поясняющие ход расчетов, размещаются по тексту записки и нумеруются. Векторные диаграммы выполняются на отдельном листе размером, обеспечивающим удобство их построения и проверки, с указанием имён всех векторов, а так же соответствующих масштабов для напряжений и токов.

4. Решение следует сопровождать краткими пояснениями. Все расчетные формулы записываются сначала в общем (буквенном) виде, а затем подставляются численные значения соответствующих величин. При первой записи, по ходу пояснительной записки, букв (символов) исходных и рассчитываемых величин (эдс, напряжений, токов, сопротивлений и т.п.), должно быть указано, какой параметр они обозначают и в каких единицах измерения используются в расчетах.

5. При решении следует пользоваться международной системой единиц СИ. В промежуточных формулах наименование величин не указывается. В окончательных результатах обязательно указать единицы измерения, в которых получен ответ.

6. Расчеты выполняются методом комплексных величин (символическим методом). Погрешность результатов по результатам проверки не должна превышать 0,5%. Расчеты рекомендуется выполнять на ЭВМ в среде MathCAD.

7. Не допускается внесение исправлений в проверенную работу. Все исправления и дополнения по замечаниям преподавателя выполняются на последующих чистых листах.

### **Задание к курсовой работе**

Для цепи, вид и параметр которой заданы в таблицах 1, 2, 3 и 4, выполните:



1. Расчет режима трехфазной цепи при симметрии системы ЭДС и несимметрии нагрузок. Амплитудное значение ЭДС принять таким, чтобы  $U_{\text{л}} = 380\text{В}$  (линейное напряжение).

1.1. Приняв, что потенциалы точек А, В, С расположены симметрично от начала координат комплексной плоскости определить потенциалы всех точек, обозначенных на схеме цепи (N, N', А, В, С, а, в, с).

1.2. Найти комплексное значение токов во всех ветвях цепи.

1.3. Проверить баланс мощностей.

1.4. Построить топографическую диаграмму напряжений и совмещенную с ней векторную диаграмму токов.

2. Расчет режима однофазной цепи, находящейся под воздействием периодической несинусоидальной ЭДС, т.е. получить разложение несинусоидальной периодической ЭДС в ряд Фурье взять из таблицы 4 для постоянной составляющей и первые трех гармоник:

2.1. Определить по виду ЭДС, её симметричность относительно осей координат и сделать вывод об отсутствии в ряду Фурье соответствующих составляющих ряда Фурье;

2.2. Построить на миллиметровой бумаге графики всех трех гармоник ЭДС, постоянной составляющей и их суммарный график по выражению из таблицы 4 (Здесь же поостроить график данной питающей ЭДС по рисунку таблицы 3).

2.3. Найти (рассчитать) законы изменения  $i(t)$  во всех ветвях цепи для тех же гармонических состояний;

2.4. Построить график несинусоидального тока в линейном проводе «А» ( $i_{\text{Аа}} = f(t)$ ), предварительно, построив его гармонические составляющие.

2.5. Определить показание амперметра в линейном проводе «А»

3. Расчет режима нелинейной цепи, находящейся под воздействием постоянной ЭДС, т.е.:

3.1. Определите токи во всех ветвях цепи одним из методов.

3.2. Определите статическое и динамическое сопротивление нелинейного элемента в рабочей точке.

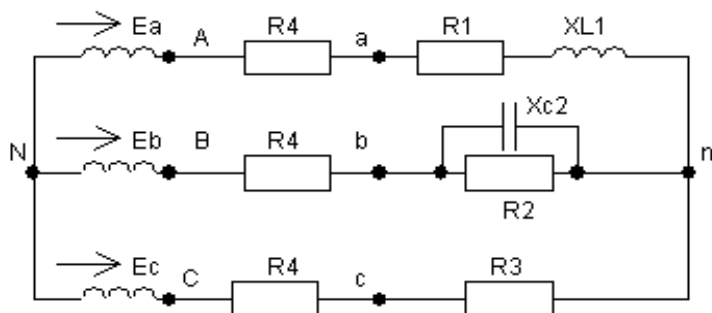
Для выполнения задания №1 необходимо определить:

- последовательность расчёта электрической цепи. Все варианты имеют источники питания, дающие симметричные трёхфазные ЭДС и несимметричные потребители, соединённые либо звездой, либо треугольником и везде надо учитывать сопротивления линейных, а в некоторых вариантах и нейтрального провода. Для расчёта вариантов, где источники и потребители соединены треугольником необходимо вести переход к соединению их звездой с последующим переходом к треугольнику и топографическую диаграмму строить для реальной схемы соединенной треугольником.
- численные значения всех заданных параметров цепи. При этом надо учесть, что индекс  $k$  в формулах расчёта параметров выбирается так:  $k=1$  для сопротивлений первой фазы (фаза А при соединении звездой, фаза АВ при соединении треугольником);  $k=2$  для сопротивлений второй фазы (фаза В при соединении звездой, фаза ВС при соединении треугольником);  $k=3$  для сопротивлений третьей фазы (фаза С при соединении звездой, фаза СА при соединении треугольником);  $k=4$  для сопротивлений линейных проводов;  $k=0$  для сопротивления нейтрального провода (при расчёте соединения звездой).

Например: Порядковый номер Вашей фамилии по списку - 15.

Значит  $N=15$ .

## Расчёт режима трёхфазной цепи при симметрии ЭДС и несимметрии нагрузок.



Дано:

$$j := \sqrt{-1}$$

$$R_4 := 30 \hat{\Omega}$$

$$\omega := 314 \text{ 1/c}$$

$N$  - порядковый номер варианта (по прилагаемому списку фамилий). Например  $N = 15$

$k = 0..4$  порядковый номер элемента цепи:

0 - элемент находящийся в нейтральном проводе,

1 - элемент находящийся в первой фазе (фаза А в звезде или фаза АВ в треугольнике),

2 - элемент находящийся во второй фазе (фаза В в звезде или фаза ВС в треугольнике),

3 - элемент находящийся в третьей фазе (фаза С в звезде или фаза СА в треугольнике),

4 - элемент находящийся в линейном проводе.

При вычислении синуса помните, что угол в скобках задан в РАДИАНАХ.

$$R_1 = 100 - 20 \cdot \sin(N - k) = 100 - 20 \cdot \sin(15 - 1) = 95.2 \hat{\Omega}$$

$$L_1 = (300 - 30 \cdot \sin(N - k)) \cdot 10^{-3} = (300 - 30 \cdot \sin(15 - 1)) \cdot 10^{-3} = 293 \text{ Гн}$$

$$C_2 = [40 - 10 \cdot \sin(N - k)] \cdot 10^{-6} = [40 - 10 \cdot \sin(15 - 2)] \cdot 10^{-6} = 37.8 \hat{\text{Ф}}$$

Вычислив параметры цепи, выполняйте расчёт с учётом ранее изложенных рекомендаций по решению задания на трёхфазную цепь и требований к оформлению работы.

Для выполнения задания №2 необходимо:

- Преобразовать вашу трёхфазную цепь в однофазную. Для этого расположите ключи К1 и К2 на схеме в соответствии с заданием 2 таблицы 1.
- По таблице 3 выберите свой вариант формы несинусоидальной ЭДС -  $e(t)$ . Вариант формы указан в таблице 1.
- По таблице 4 запишите  $e(t)$  в форме ряда Фурье.

**Разложение ЭДС в виде ряда Фурье взято из таблицы 4**

$$e(x) := \frac{8 \cdot Am}{\pi} \cdot \left( \sin(x) - \frac{1}{9} \cdot \sin(3 \cdot x) + \frac{1}{25} \cdot \sin(5 \cdot x) \right) \quad x = \omega \cdot t \quad \omega = 2 \cdot \pi \cdot f \quad f = 50 \text{ Гц}$$

Максимкльные значения ЭДС каждой гармоника  $E_0 := 0$  (Постоянная составляющая)

$$Em_1 := \frac{8 \cdot Am}{\pi} \quad Em_3 := \frac{Em_1}{9} \quad Em_5 := \frac{8 \cdot Am}{25 \cdot \pi} \quad \psi_k := 0$$

$$e(t) := Em_1 \cdot \sin(\omega \cdot t) - Em_3 \cdot \sin(3 \cdot \omega \cdot t) + Em_5 \cdot \sin(5 \cdot \omega \cdot t)$$

Определив  $e(t)$  и зная параметры цепи по заданию №1, выполняйте расчёт с учётом ранее изложенных рекомендаций по решению задания и требований к оформлению работы.

Для выполнения задания №3 необходимо:

- Преобразовать вашу цепь переменного тока в цепь постоянного тока. Для этого расположите ключи K1 и K2 на схеме в соответствии с заданием 3 таблицы 1.
- По таблице 1 выберите  $E_a = 200 \text{ В}$ . ( $E_b = E_c = 0$ )
- По таблице 5 выберите зависимость напряжения от тока на нелинейном элементе  $u = f(i)$ .
- Выберите один из методов расчёта нелинейной цепи, изложенных в главе 13 [1] и выполняйте расчёт с учётом ранее изложенных рекомендаций по решению задания и требований к оформлению работы.

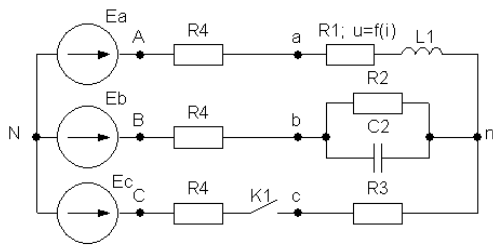
*Работа допускается к защите, если решение не содержит принципиальных ошибок и при ее выполнении и оформлении удовлетворены все основные требования. Студент должен быть готов дать пояснения по существу выполненной работы. Оценка работы определяется после ее защиты.*

Таблица 1

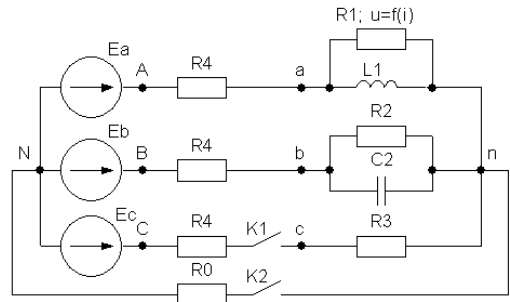
№	Параметры, общие для всех заданий	Вариант схемы (по табл.2)	Задание 1		Задание 2			Задание 3				
			Положение ключей		Положение ключей		Вариант (по табл.3)	$e_A$	Положение ключей		$e_A$	Вариант $U = f(i)$ (по табл. 5)
			K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>			K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>		
1.	$R_0 = 30 [Ом]$ $C_4 = 100 \cdot 10^{-6} [Ф]$ $L_4 = 0.096 [Гн]$ $R_4 = 30 [Ом]$ $R_K = 100-20 \sin(N-K) [Ом]$ $C_K = [40-10 \sin(N-K)] \cdot 10^{-6} [Ф]$ $L_K = [300-30 \sin(N-K)] \cdot 10^{-3} [Гн]$ $f = 50 ГГц$ $L_{\text{св}} = 380 (В)$	A	З	-	Р	-	а	$e_B(t) = 0$ $e_C(t) = 0$ $e_A > \text{табл. 4}$	Р	-	$e_A(t) = 200 В$ $e_B(t) = e_C(t) = 0$	$\alpha$
2.		B	З	З	Р	Р	б		Р	Р		$\beta$
3.		C	З	Р	Р	З	в		Р	З		$\alpha$
4.		D	З	З	Р	Р	г		Р	Р		$\beta$
5.		E	З	З	Р	Р	д		Р	Р		$\alpha$
6.		F	З	З	Р	Р	е		Р	Р		$\beta$
7.		G	З	З	Р	Р	а		Р	Р		$\alpha$
8.		A	З	-	Р	-	б		Р	-		$\beta$
9.		B	З	З	Р	Р	в		Р	Р		$\alpha$
10.		C	З	Р	Р	З	г		Р	З		$\beta$
11.		D	З	З	Р	Р	д		Р	Р		$\alpha$
12.		E	З	З	Р	Р	е		Р	Р		$\beta$
13.		F	З	З	Р	Р	а		Р	Р		$\alpha$
14.		G	З	З	Р	Р	б		Р	Р		$\beta$
15.		A	З	-	Р	-	в		Р	-		$\alpha$
16.		B	З	З	Р	Р	г		Р	Р		$\beta$
17.		C	З	Р	Р	З	д		Р	З		$\alpha$
18.		D	З	З	Р	Р	е		Р	Р		$\beta$
19.		E	З	З	Р	Р	а		Р	Р		$\alpha$
20.		F	З	З	Р	Р	б		Р	Р		$\beta$
21.		G	З	З	Р	Р	в		Р	Р		$\alpha$
22.		A	З	-	Р	-	г		Р	-		$\beta$
23.		B	З	З	Р	Р	д		Р	Р		$\alpha$
24.		C	З	Р	Р	З	е		Р	З		$\beta$
25.		D	З	З	Р	Р	а		Р	Р		$\alpha$
26.		E	З	З	Р	Р	б		Р	Р		$\beta$
27.		F	З	З	Р	Р	в		Р	Р		$\alpha$
28.		G	З	З	Р	Р	г		Р	Р		$\beta$
29.		A	З	-	Р	-	д		Р	-		$\alpha$
30.		B	З	З	Р	Р	е		Р	Р		$\beta$
31.		C	З	Р	Р	З	а		Р	З		$\alpha$
32.		D	З	З	Р	Р	б		Р	Р		$\beta$
33.		E	З	З	Р	Р	в		Р	Р		$\alpha$
34.		F	З	З	Р	Р	г		Р	Р		$\beta$
35.		G	З	З	Р	Р	д		Р	Р		$\alpha$
36.		A	З	-	Р	-	е		Р	-		$\beta$
37.		B	З	З	Р	Р	а		Р	Р		$\alpha$
38.		C	З	Р	Р	З	б		Р	З		$\beta$
39.		D	З	З	Р	Р	в		Р	Р		$\alpha$
40.		E	З	З	Р	Р	г		Р	Р		$\beta$

Таблица 2

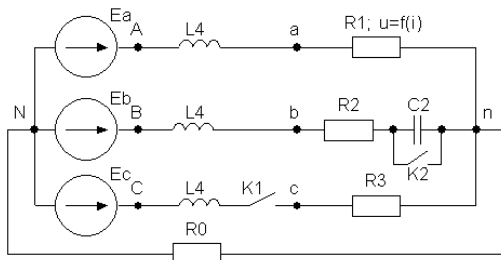
"A"



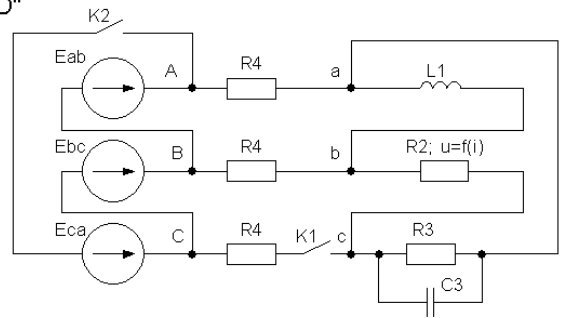
"B"



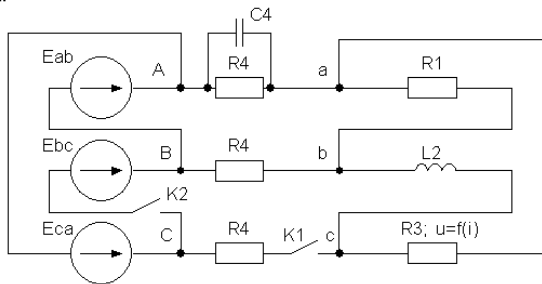
"C"



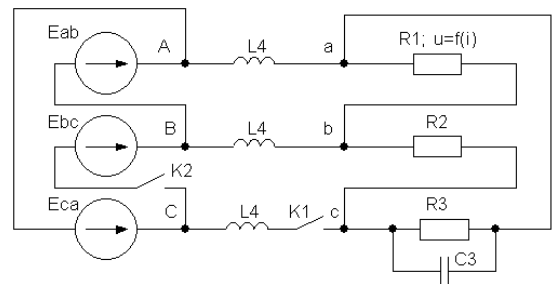
"D"



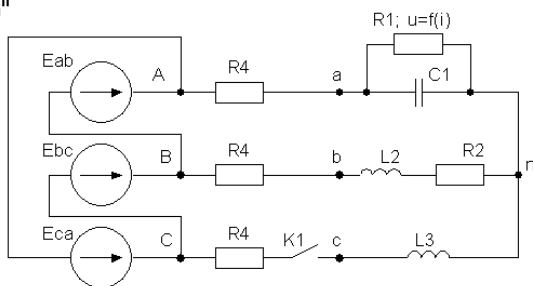
"E"



"F"



"G"

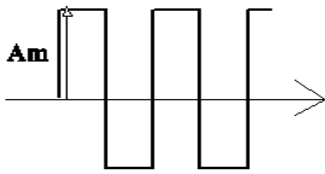


е - импульсная

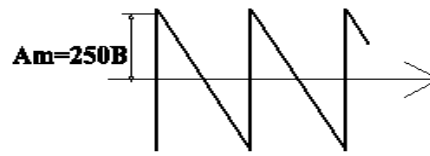
Таблица 3

## Графики функций

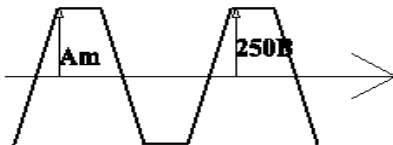
Меандр



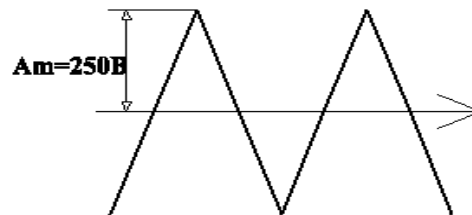
Падающая пила



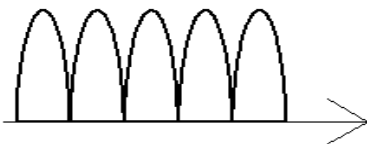
Трапеция



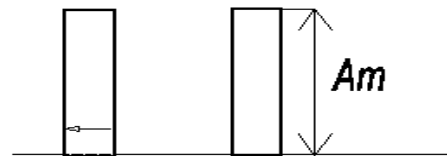
Симметричная пила



Двухполупериодный выпрямитель



Импульсная



а – меандр

б – падающая пила

в - трапеция

г – симметричная пила

д – двухполупериодный выпрямитель

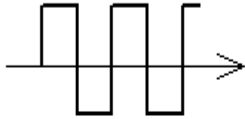
е – импульсная

Таблица 4

**Графики функций**

**Разложение в ряд Фурье функции  $f(x)$ ;  $x=t$**

**Меандр**



$$x := 0, \frac{\pi}{100} .. 2 \cdot \pi \quad Am := 100$$

$$y(x) := \frac{4 \cdot Am}{\pi} \cdot \left( \frac{1}{5} \cdot \sin(5 \cdot x) + \sin(x) + \frac{1}{3} \cdot \sin(3 \cdot x) + \frac{1}{7} \cdot \sin(7 \cdot x) \right)$$

**Падающая пила**



$$x := 0, \frac{\pi}{100} .. 2 \cdot \pi \quad Am := 75$$

$$Y(x) := 2 \cdot \frac{Am}{\pi} \cdot \left[ (\sin(x)) + \frac{1}{2} \cdot \sin(2 \cdot x) + \frac{1}{3} \cdot \sin(3 \cdot x) + \frac{1}{4} \cdot \sin(4 \cdot x) \right]$$

**Трапеция**



$$\alpha := \frac{\pi}{3}$$

$$Z(x) := \frac{4 \cdot Am}{\alpha \cdot \pi} \cdot (\sin(\alpha) \cdot \sin(x)) + \frac{1}{9} \cdot \sin(3 \cdot \alpha) \cdot \sin(3 \cdot x) + \frac{1}{25} \cdot \sin(5 \cdot \alpha) \cdot \sin(5 \cdot x)$$

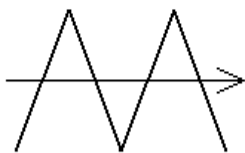
$$Am := 150$$

**Двухлобупериодный выпрямитель**



$$y(x) := \frac{4 \cdot Am}{\pi} \cdot \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \cdot \cos(2 \cdot x) - \frac{1}{15} \cdot \cos(4 \cdot x) + \frac{1}{35} \cdot \cos(6 \cdot x) \right)$$

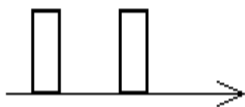
**Симметричная пила**



$$Y(x) := \frac{8 \cdot Am}{\pi^2} \cdot \left( \sin(x) - \frac{1}{9} \cdot \sin(3 \cdot x) + \frac{1}{25} \cdot \sin(5 \cdot x) \right)$$

$$Z(x) := \frac{Am \cdot \alpha}{2 \cdot \pi} + \frac{2 \cdot Am}{\pi} \cdot \left( \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot \cos(x) + \frac{1}{2} \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \alpha}{2}\right) \cdot \cos(2 \cdot x) + \frac{1}{3} \cdot \sin\left(\frac{3 \cdot \alpha}{2}\right) \cdot \cos(3 \cdot x) \right)$$

**Импульсная**



$$Am := 100$$

$$\alpha := \frac{\pi}{6}$$

Таблица 5

Вариант для задания 3	$u=f(i)$	
$\alpha$	$u = 40 \cdot i + 15 \cdot i^3$	Нечётные номера (N) по списку
$\beta$	$u = 80 \cdot arctg(i)$	Чётные номера (N) по списку



Варианты задания на курсовую работу по дисциплине «Теоретические основы электротехники» представлены в методических указаниях по выполнению курсовой работы для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электротехника и электротехника»

### Критерии оценивания:

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа

### Показатели и шкала оценки выполнения курсовой работы

Шкала оценивания	Показатели
<b>отлично</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– работа выполнена без ошибок, обучающийся отчетливо понимает ход расчетов;</li> <li>– аккуратно и без ошибок выполняет чертежи, четко и грамотно оформляет пояснительную записку без отступлений от требований к ее оформлению;</li> <li>– подробно и безошибочно отвечает на все заданные ему вопросы, проявляет при работе достаточную самостоятельность</li> </ul>
<b>хорошо</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– работа выполнена с незначительными ошибками, но при опросе обучающийся проявляет понимание ошибок и способов их исправления;</li> <li>– не допускает существенных погрешностей в ответах на вопросы, аккуратно выполняет чертежи и пояснительную записку</li> </ul>
<b>удовлетворительно</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– работа выполнена без грубых ошибок, но при опросе обучающийся проявляет недостаточное понимание всех подробностей проделанной работы и допускает при ответах на вопросы неточности и неправильные формулировки;</li> <li>– обучающийся допускает небрежность в графической работе и в оформлении пояснительной записки</li> </ul>
<b>Неудовлетворительно</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– принципиальные ошибки в представленной к защите работе;</li> <li>– небрежно оформленная пояснительная записка;</li> <li>– обучающийся при ответах обнаруживает незнание большей части материала, допускает ошибки в формулировке определений и понятий, беспорядочно и неуверенно излагает материал</li> </ul>

