



**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 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины **Теоретические основы электротехники**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

Котлас  
2023

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в ОПОП индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока.	Знать: – методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока.
	ОПК-4.2. Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.	Уметь: – использовать на практике методы расчета установившихся и переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.
	ОПК-4.3. Применяет знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами.	Владеть: – навыками анализа и применения решений знаний теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами для решения электротехнических задач

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теоретические основы электротехники» относится к обязательной части учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электропривод и автоматика». Изучается на 2-3 курсе по заочной форме обучения.

Дисциплина взаимосвязана с дисциплинами опорных учебных дисциплин учебного плана: математика; физика; информатика; теоретическая механика; физические основы электроники; компьютерное моделирование; электрическое и конструкционное материаловедение; метрология, стандартизация и сертификация, Изучение курса необходимо для освоения всех последующих дисциплин электротехнического цикла: электрические машины; электропривод; электрические и электронные аппараты; электрооборудование и автоматизация объектов водного транспорта; электроснабжение и электробезопасность объектов В.Т.; системы управления электроприводов; силовая электроника; моделирование в технике.

Для изучения дисциплины студент должен:

– *знать* теоретические основы электротехники, свойства электротехнических и полупроводниковых материалов, основные законы электрических цепей и систем;

– *уметь* применять основные законы и методы, изученные в курсе ТОЭ, для установления зависимости выходных от входных величин в форме передаточных функций, выполнять расчеты электрических и магнитных цепей, использовать электроизмерительные приборы для оценки параметров;

Дисциплина «Теоретические основы электротехники» является определяющей в вопросах внедрения технологий цифровизации в учебный процесс, с использованием современных вычислительных сред для кардинальных изменений в способах и средствах изучения сложных нелинейных динамических систем, детерминированного хаоса, стохастических процессов, устойчивости и оптимизации энергопотребления в электроэнергетических комплексах объектов водного транспорта.

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

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

Дисциплина может реализовываться с применением дистанционных образовательных технологий

Вид учебной работы	Формы обучения						
	Всего часов	Очная			Всего часов	Заочная	
		из них в семестре №				Курс	
					2	3	
Общая трудоемкость дисциплины					<b>396</b>	<b>288</b>	<b>108</b>
Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего					<b>44</b>	<b>32</b>	<b>12</b>
В том числе:							
Лекции					<b>24</b>	<b>16</b>	<b>8</b>
Практическая подготовка, всего					<b>20</b>	<b>16</b>	<b>4</b>
в том числе:							
Практические занятия					8	8	-
Лабораторные работы					12	8	4
Самостоятельная работа, всего					<b>325</b>	<b>238</b>	<b>87</b>
В том числе:							
Курсовая работа/проект					18	18	-
Расчетно-графическая работа (задание)					9	9	-
Контрольная работа					-	-	-
Коллоквиум					-	-	-
Реферат					-	-	-
Другие виды самостоятельной работы					298	211	87
Промежуточная аттестация: <i>экзамен</i>					<b>27</b>	<b>9+9</b>	<b>9</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. 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.		2
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.		2

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.		2
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.		2
Часть II (ТОЭ-2)				
6.	Тема 6. Трехфазные электрические цепи	ЭДС и напряжения трехфазного генератора. Устройство и принцип действия трехфазного генератора. Фазные и линейные напряжения. Векторные диаграммы. Трехфазные цепи, соединенные звездой с нулевым и без нулевого провода. Аварийные режимы. Трехфазные электрические цепи, 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.		1
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		1

		трехфазной электрической цепи при соединении потребителей "звездой" с нулевым и без нулевого провода с симметричной нагрузкой и при наличии гармоник, кратных трём. Фильтры напряжений нулевой, прямой и обратной последовательностей.		
8.	Тема 8. Нелинейные цепи с источниками постоянного напряжения и тока	Особенности нелинейных цепей. Вольтамперные характеристики нелинейных сопротивлений. Статическое и динамическое сопротивление. 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 неразветвленных магнитных цепей.		2
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
Часть III (ТОЭ-3)				
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		2

		форме. Переход от изображений к оригиналам. Теорема разложения. Расчет переходных процессов операторным методом.		
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			24

#### 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. Трехфазные электрические цепи	Лабораторная работа: «Аварийные режимы работы трёхфазной цепи при соединении нагрузки звездой» Лабораторная работа: «Расчёт трёхфазных цепей»		4
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		2
	Всего			12

#### 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		4

		Расчет цепи методом эквивалентного генератора Расчет цепи методом наложения		
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.
4	Расчет электрических цепей с использованием среды MATLAB. Учебное пособие к курсовым работам по теоретическим основам электротехники.	СПб.: СПГУВК, 2012. – 49 с., <a href="http://edu.gumrf.ru">http://edu.gumrf.ru</a>	Иванов Е.Н
5	Оценка параметров, моделирование динамических систем и электрических цепей в среде MATLAB.	СПб.: СПГУВК, 2006. – 271 с.	Королев В.И., Сахаров В.В., Шергина О.В.
6	Электропривод в современных технологиях, методические указания к курсовому проектированию	СПб.: ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2016. – 58 с., <a href="http://edu.gumrf.ru">http://edu.gumrf.ru</a>	Саушев А.В. Бова Е.В. Широков Н.В.
	Методические указания к лабораторным работам по дисциплине Электропривод в современных технологиях	СПб.: ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2017 <a href="http://edu.gumrf.ru">http://edu.gumrf.ru</a>	Саушев А.В. Бова Е.В.

## 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. Электрические цепи.	Бессонов Л.А.	Учебник для вузов.	М.: Высш. шк., 2002. – 559 с.
2. Сборник задач по теоретическим основам электротехники	Л.А. Бессонов, И.Г. Демидова, М.Е. Заруда и др. Под ред.	Сборник примеров и задач	М.: Высш. шк., 2011. – 543 с.

	Л.А. Бессонова.		
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.	Методи ческие указани я.	СПб.: СПГУВК, 2010 – 20с.
4. Модели и алгоритмы оптимизации технологических процессов на объектах водного транспорта в среде MATLAB	Сахаров В.В., Кузьмин А.А., Чертков А.А.	Монограф ия	СПб.: СПГУВК, 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	Официальный сайт <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, IPRbooks	<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.x., 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 -

			<p>Home Cinema (распространяется свободно, лицензия GNU GPL, MPC-НС 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; переносной проектор Viewsonic PJD5232, переносной ноутбук Dell Latitude 110L; переносной экран, учебно-наглядные пособия</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>
3	<p>Архангельская обл., г. Котлас, ул. Спортивная, д. 18</p>	<p>Доступ в Интернет. Комплект учебной мебели (столы,</p>	<p>Windows 7 Enterprise (MSDN AA Developer Electronic Fulfillment (Договор №09/2011 от 13.12.2011));</p>

<p>Кабинет № 302-а «Информатика. Информационные технологии. Статистика. Документационное обеспечение управления. Правовое обеспечение профессиональной деятельности. Теория бухгалтерского учета»</p>	<p>стулья, доска); Компьютеры (9 шт): процессор PhenomII X2 555 AM3 (3.2/2000/7Мб), оперативная память 4 Гб, жесткий диск 160 Гб, монитор Philips 192E2SB2. Компьютер (1 шт): процессор PhenomII X2 555 AM3 (3.2/2000/7Мб), 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 Asocr HU16D, учебно- наглядные пособия</p>	<p>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);</p>
---	--	---

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 2023/2024 учебный год  
Протокол № 09 от «16» июня 2023 г

Зав. кафедрой:  / Шергина О.В./



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА**  
**Федеральное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального 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 подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения заочная

Котлас  
2023

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

Рабочей программой дисциплины «Теоретические основы электротехники» предусмотрено формирование следующих компетенций.

Таблица 1

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока.	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать на практике методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока.</li> </ul>
	ОПК-4.2. Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать на практике методы расчета установившихся и переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками анализа и расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.</li> </ul>
	ОПК-4.3. Применяет знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами.	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами для решения электротехнических задач;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p>

		<p>– использовать на практике знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами;</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– навыками применения основных законов теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами для решения электротехнических задач и анализа их решений.</p>
--	--	---

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

Таблица 2

### Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства
1	Введение. Задачи и цели изучения ТОЭ. Роль отечественной науки в становлении курса ТОЭ.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
2	Линейные электрические цепи постоянного тока	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
3	Электрическая цепь. Основные определения, характеристики и параметры электрических цепей.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
4	Основные законы электрических цепей. Упрощение электрических цепей путём преобразования.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3.	устный опрос, тестирование, экзамен
5	Методы расчета электрических цепей.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
6	Принцип и метод наложения. Теорема об эквивалентном генераторе.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, зачет
7	Передача энергии от источника к приёмнику. Условие передачи максимальной мощности.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
8	Линейные электрические цепи синусоидального тока.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
9	Синусоидальные ЭДС, напряжения и токи, их временные диаграммы. напряжений и токов. Векторные диаграммы.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
10	Электрическая цепь с активным сопротивлением, цепь с индуктивностью, цепь с ёмкостью.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
11	Электрические цепи с последовательным	ОПК-4.1	устный опрос,

	соединением R, L, C.	ОПК-4.2 ОПК-4.3	тестирование, экзамен
12	Символический метод расчета цепей синусоидального тока. Законы электрических цепей в символической форме.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, ргр, курсовой проект, тестирование, экзамен
13	Комплексный (символический) метод расчета сложных электрических цепей синусоидального тока.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
14	Мгновенная, активная, реактивная и полная мощности в цепях синусоидального тока.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
15	Пассивные двухполюсники, резонансы и частотные характеристики.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
16	Резонанс напряжений.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
17	Резонанс токов.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
18	Индуктивно связанные цепи.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
19	Расчет сложных цепей с взаимной индуктивностью.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
20	Трансформатор без стального сердечника. Схемы замещения.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
21	Трехфазные электрические цепи. Преимущества трехфазных электроэнергетических систем.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
22	Трехфазные цепи, соединенные звездой с нулевым и без нулевого провода	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
23	Трехфазные электрические цепи, соединенные треугольником. Аварийные режимы.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, ргр, курсовой проект, тестирование, экзамен
24	Расчет мощности в трехфазных электрических цепях. Методы измерения активной мощности.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
25	Получение с помощью трехфазной системы вращающегося магнитного поля.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
26	Принцип действия асинхронного и синхронного двигателей.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
27	Метод Фортескью.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
28	Электрические цепи при воздействии периодических несинусоидальных ЭДС и	ОПК-4.1 ОПК-4.2	устный опрос, тестирование, экзамен

	токов.	ОПК-4.3	
29	Действующие и средние значения периодических несинусоидальных токов, напряжений и ЭДС.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, ргр, курсовой проект, тестирование, экзамен
30	Расчет электрических цепей при периодических несинусоидальных воздействиях.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
31	Активная и полная мощности несинусоидального тока.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
32	Нелинейные цепи с источниками постоянного напряжения и тока.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
33	Методы расчета нелинейных электрических цепей.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, ргр, курсовой проект, тестирование, экзамен
34	Магнитные цепи.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
35	Назначение и классификация магнитных цепей.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
36	Основные законы магнитных цепей: закон полного тока, аналоги закона Ома и закона Кирхгофа.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
37	Расчет разветвленных и неразветвленных магнитных цепей.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
38	Линейные четырехполюсники и электрические фильтры.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, ргр, курсовой проект, тестирование, экзамен
39	Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
40	Переходные процессы в разветвленных RL и RC цепях с источниками постоянного напряжения и тока.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
41	Переходные процессы в неразветвленных RLC –цепях. Классический метод.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, ргр, курсовой проект, тестирование, экзамен
42	Метод переменных состояния	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, ргр, курсовой проект, тестирование, экзамен
43	Уравнения состояния. Численное интегрирование дифференциальных уравнений.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, ргр, курсовой проект, тестирование, экзамен
44	Расчет переходных процессов операторным методом.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, ргр, курсовой проект, тестирование, экзамен
45	Законы электрических цепей в операторной форме. Переход от изображений к оригиналам.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен

46	Расчет переходных процессов в нелинейных электрических цепях.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
47	Общие сведения об основных уравнениях электродинамики.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
48	Полная система уравнений электродинамики.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен
49	Автоколебания в электрических цепях.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3	устный опрос, тестирование, экзамен

Таблица 3

Критерии оценки результатов обучения по дисциплине и шкала  
Оценивания по дисциплине

Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценки результата обучения по дисциплине и шкала оценки по дисциплине				Процедура оценки
	2	3	4	5	
	не зачтено	зачтено			
ОПК-4.1 Знать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока	Отсутствие знаний или фрагментарные представления об методах анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока	Неполные представления о фундаментальных методах анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в методах анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока	Сформированные систематические представления о методах анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока	устный опрос, тестирование, экзамен
ОПК-4.1 Уметь использовать на практике методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока	Отсутствие умений или фрагментарные умения использовать полученные знания на практике, согласно введенным по данному направлению компетенциям.	В целом удовлетворительные, но не систематизированные умения использовать полученные знания на практике, согласно введенным по данному направлению компетенциям.	В целом удовлетворительные, но содержащие отдельные пробелы умения использовать полученные знания на практике, согласно введенным по данному направлению компетенциям.	Сформированные знания и умения использовать полученные знания на практике, согласно введенным по данному направлению компетенциям.	устный опрос, тестирование, расчетно-графическая работа, экзамен
ОПК-4.1 Владеть навыками анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока	Отсутствие владения или фрагментарные навыки владения: навыками анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и	В целом удовлетворительные, но не систематизированные навыки владения: навыками анализа и моделирования линейных и	В целом удовлетворительные, но содержащие отдельные пробелы владения: навыками анализа и	Сформированные владения навыками анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и	устный опрос, тестирование, экзамен

	переменного тока.	нелинейных цепей постоянного и переменного тока.	моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока.	переменного тока.	
ОПК-4.2. Знать методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Отсутствие знаний или фрагментарные представления об методах расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.	Неполные представления о фундаментальных методах расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в методах расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.	Сформированные систематические представления о методах расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.	Устный опрос, тестирование, экзамен
ОПК-4.2. Уметь использовать на практике методы расчета установившихся и переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Отсутствие умений или фрагментарные умения использовать полученные знания на практике, согласно введенным по данному направлению компетенциям	В целом удовлетворительные, но не систематизированные умения использовать полученные знания на практике, согласно введенным по данному направлению компетенциям	В целом удовлетворительные, но содержащие отдельные пробелы умения использовать полученные знания на практике, согласно введенным по данному направлению компетенциям	Сформированные знания и умения использовать полученные знания на практике, согласно введенным по данному направлению компетенциям	устный опрос, тестирование, курсовая работа, экзамен
ОПК-4.2. Владеть навыками анализа и расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Отсутствие владения или фрагментарные владения навыками анализа и расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.	В целом удовлетворительные, но не систематизированные навыки анализа и расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	В целом удовлетворительные, но содержащие отдельные пробелы навыки анализа и расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.	Сформированные владения навыками анализа и расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.	устный опрос, тестирование, экзамен
ОПК-4.3. Знать основы теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами для решения электротехнических задач	Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основах теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами для решения электротехнических задач.	Неполные представления об основах теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами для решения электротехнических задач.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основах теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Сформированные систематические представления об основах теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами для решения электротехнических задач.	устный опрос, тестирование, экзамен

			для решения электротехнических задач.		
ОПК-4.3. Уметь использовать на практике знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Отсутствие умений или фрагментарные умения использовать на практике знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами.	В целом удовлетворительные, но не систематизированные умения использовать на практике знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами.	В целом удовлетворительные, но содержащие отдельные пробелы умения использовать на практике знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами.	Сформированные умения использовать на практике знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами.	устный опрос, тестирование, экзамен
ОПК-4.3. Владеть навыками применения основных законов теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами для решения электротехнических задач и анализа их решений	Отсутствие владения или фрагментарные навыки владения основными законами теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами для решения электротехнических задач и анализа их решений.	В целом удовлетворительные, но не систематизированные навыки владения основными законами теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами для решения электротехнических задач и анализа их решений	В целом удовлетворительные, но содержащие отдельные пробелы навыки владения основными законами теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами для решения электротехнических задач и анализа их решений	Сформированные навыки владения основными законами теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами для решения электротехнических задач и анализа их решений	устный опрос, тестирование, экзамен

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Перевод набранных баллов в форме компьютерного тестирования в СДО «Фарватер» в оценку производится в соответствии с Положением о фондах оценочных средств для проведения текущего контроля, промежуточной аттестации и государственной итоговой аттестации обучающихся по программам высшего образования.

### Устный опрос

Текущий контроль по дисциплине Инженерный эксперимент в электротехнике проводится в форме устного опроса по следующим темам:

1. Тема 1. Линейные электрические цепи постоянного тока.

Примерные вопросы.

1.1. Из каких электрических элементов состоит цепь?

1.2. Законы Ома для участка и полной цепи с ЭДС.

1.3. Законы Ома для участка и полной цепи с ЭДС.

2. Тема 2. Источники питания электрических цепей. Баланс мощности.

Примерные вопросы.

2.1. Источник ЭДС и источник тока, и их существенное отличие.

2.2. Дайте определение вольтамперных характеристик источников ЭДС и тока.

2.3. Сущность баланса мощностей в электрической цепи.

3. Тема 3. Электрические цепи синусоидального тока.

Примерные вопросы.

3.1. Принцип генерации синусоидальной ЭДС. Основные величины, характеризующие переменный ток.

3.2. Действующие и средние значения ЭДС, напряжений и токов.

3.3. Напряжение, ток и мощность в цепи переменного тока с активным сопротивлением. Векторная диаграмма.

4. Тема 4. Резонансные режимы и частотные характеристики.

Примерные вопросы.

4.1. Резонанс напряжений. Характерные особенности и условие наступления.

4.2. Резонанс токов. Характерные особенности и условие наступления.

4.3. Векторная диаграмма и частотные характеристики резонансной цепи.

5. Тема 5. Электрические цепи с взаимной индукцией.

Примерные вопросы.

5.1. В чем состоит физическая сущность взаимной индукции и единицы измерения.

5.2. ЭДС взаимной индукции в катушках с магнитной связью.

5.3. Взаимосвязь ЭДС взаимной индукции и тока в катушке.

6. Тема 6. Трехфазные электрические цепи.

Примерные вопросы.

- 6.1. В чем состоят преимущества трехфазных систем генерирования и передачи электроэнергии?
- 6.2. Устройство и принцип работы трехфазного генератора.
- 6.3. Основные виды соединения трехфазных цепей. Их достоинства и недостатки.
7. Тема 7. Электрические цепи при воздействии периодических несинусоидальных ЭДС и токов.  
Примерные вопросы.
  - 7.1. Дать определение цепей несинусоидального тока.
  - 7.2. Основные формы разложения периодического несинусоидального тока на составляющие.
  - 7.3. Основным признаком разделения периодических кривых, обладающих симметрией.
8. Тема 8. Нелинейные цепи с источниками постоянного напряжения и тока.  
Примерные вопросы.
  - 8.1. Дать определение нелинейных электрических цепей и их основных характеристик.
  - 8.2. Назвать основные элементы электрической цепи, обладающие нелинейными характеристиками.
  - 8.3. На какие группы подразделяются нелинейные резисторы?
9. Тема 9. Магнитные цепи постоянного тока.  
Примерные вопросы.
  - 9.1. Дать определение магнитной цепи постоянного тока.
  - 9.2. Основные величины, характеризующие магнитные цепи.
  - 9.3. Дать определение относительной магнитной проницаемости.
10. Тема 10. Линейные четырехполюсники и электрические фильтры.  
Примерные вопросы.
  - 10.1. Основные режимы работы четырехполюсников.
  - 10.2. Основные параметры четырехполюсников.
  - 10.3. Передаточные функции и обратные связи четырехполюсников.
11. Тема 11. Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях классическим методом.  
Примерные вопросы.
  - 11.1. Основные причины возникновения переходных процессов.
  - 11.2. Как аналитически описываются переходные процессы.
  - 11.3. Основные состояния цепей, рассматриваемые при расчете переходных процессов.
12. Тема 12. Расчет переходных процессов операторным методом.  
Примерные вопросы.
  - 12.1. В чем заключается сущность расчета переходных процессов операторным методом?
  - 12.2. Что такое операторная схема замещения?
  - 12.3. Как при расчете операторным методом учитываются ненулевые независимые начальные условия?
13. Тема 13. Нелинейные цепи с синусоидальными источниками ЭДС.

Примерные вопросы.

13.1. Особенности нелинейных цепей при переменных токах.

13.2. Использование динамических характеристик нелинейных элементов для расчета мгновенных значений синусоидального тока.

13.3. Сущность метода эквивалентных синусоид.

14. Тема 14. Основы теории электромагнитного поля.

Примерные вопросы.

14.1. Основные характеристики магнитного поля.

14.2. Основные законы магнитных цепей и их аналогии с законами электрических цепей.

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

Таблица 4

#### Критерии оценивания

№ п/п	Критерии оценивания	Результат
1	Обучаемый не смог ответить на поставленные вопросы	не зачтено
2	Обучаемый верно ответил на поставленные вопросы	зачтено

#### Тестирование в СДО «Фарватер»

Текущий контроль по дисциплине «Теоретические основы электротехники» может проводиться в форме компьютерного тестирования в СДО «Фарватер».

1. Источник ЭДС (идеальный источник напряжения) – двухполюсник, напряжение на зажимах которого:

- а) зависит от тока, протекающего через источник
- б) не зависит от тока, протекающего через источник
- в) изменяется при постоянном токе
- г) изменяется только при переменном токе

2. Единица измерения потенциала точки электрического поля:

- а) Вольт
- б) Ватт
- в) Джоуль
- г) Кулон

3. Определить внутреннее сопротивление источника с ЭДС  $E=2,1$  В, если ток в замкнутой цепи  $I=1$  А, а сопротивление нагрузки  $R_H=2$  Ом.

- а) 1,05 Ом
- б) 0,1 Ом
- в) 4,1 Ом
- г) 4,2 Ом

Перевод набранных при тестировании баллов в оценку производится в соответствии с Положением о фондах оценочных средств для проведения

текущего контроля, промежуточной аттестации и государственной итоговой аттестации обучающихся по программам высшего образования.

### Расчетно-графическая работа

Текущий контроль по дисциплине «Теоретические основы электротехники» проводится в форме расчетно-графической работы.

#### Задание на расчетно-графическую работу «Расчет трехфазных цепей»

Трехфазная цепь, состоящая из трехфазной несимметричной нагрузки, подключена к симметричному трехфазному генератору (рис.1, рис. 2). Содержание задания на расчетно-графическую работу зависит от варианта выбранной схемы. Вариант расчетной схемы определяется суммой **трех последних цифр** номера зачетной книжки. Если сумма четная, то рассчитывается схема, представленная на рис.1, если нечетная, то схема рис.2.

Исходные данные для расчета трехфазной цепи представлены на рис. 3. Действующее значение фазной ЭДС генератора  $E$  выбирается по последней цифре номера зачетной книжки, фазные сопротивления “звезды”  $R_A, X_A, R_B, X_B, R_C, X_C$  - по предпоследней цифре, фазные сопротивления “треугольника”  $R_{AB}, X_{AB}, R_{BC}, X_{BC}, R_{CA}, X_{CA}$  - по третьей от конца цифре. Сопротивления линейных проводов  $R_{л}, X_{л}$  (схема рис.2) определяются последней цифрой зачетки.

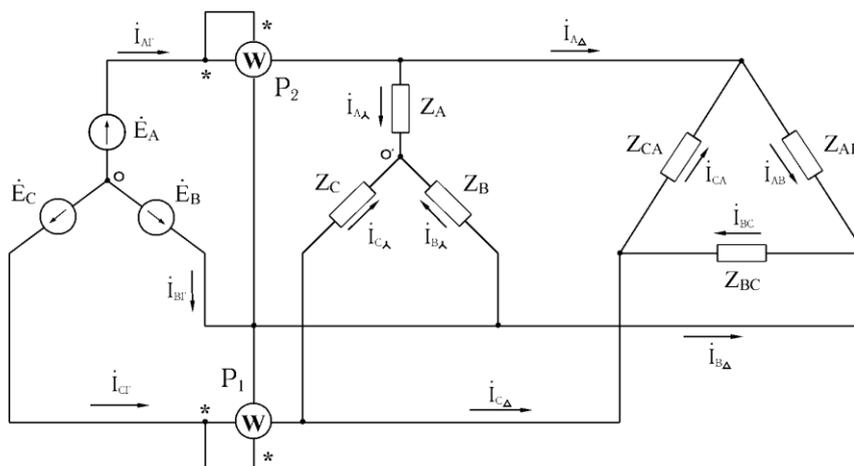


Рис. 1.

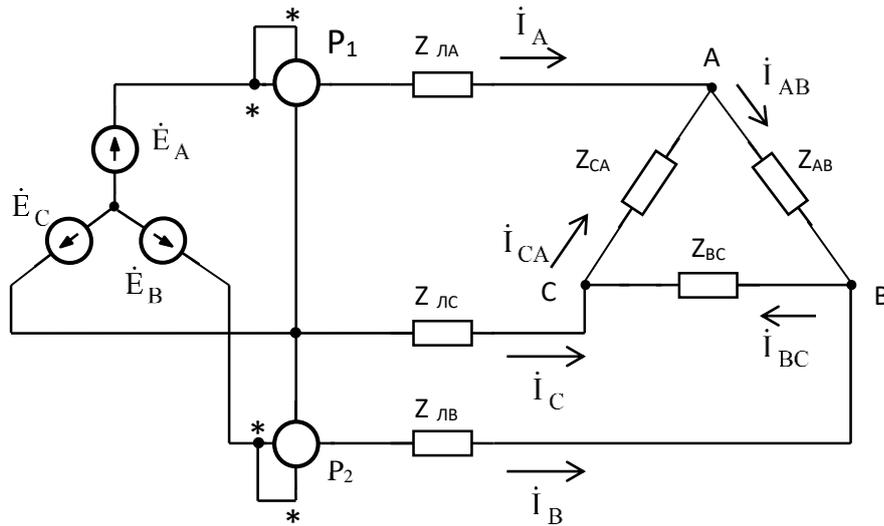


Рис. 2.

Вариант	Фазные ЭДС	Сопротивления													
		потребителя, соединенного “звездой” (схема рис. 1)						потребителя, соединенного “треугольником” (схемы рис. 1 и 2)						линейных проводов (схема рис.2)	
		Ом						Ом						Ом	
В	E	R <sub>A</sub>	X <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	X <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	X <sub>C</sub>	R <sub>AB</sub>	X <sub>AB</sub>	R <sub>BC</sub>	X <sub>BC</sub>	R <sub>CA</sub>	X <sub>CA</sub>	R <sub>Л</sub>	X <sub>Л</sub>
0	380	0.5	-2.5	0.7	2.5	0.9	0.5	0.8	0.5	1.0	3.0	0.9	-3.0	0.6	-0.7
1	220	0.6	-1.5	1.1	2.0	0.8	1.0	1.2	1.0	1.2	-0.5	0.7	-2.0	1.2	0.9
2	127	0.4	-1.0	1.2	1.5	1.0	1.5	0.9	1.5	0.6	-1.0	0.8	-1.5	1.0	-0.5
3	110	1.4	-0.5	0.5	1.0	0.7	2.0	1.1	2.0	1.4	-1.5	0.4	-1.0	0.5	0.4
4	380	0.7	-0.8	0.4	0.5	0.8	-2.5	0.4	2.5	0.9	-2.0	0.8	-0.5	1.5	-1.3
5	220	0.8	0.5	1.0	-0.9	0.9	-3.0	0.5	-2.5	0.7	2.5	0.9	0.5	0.8	0.3
6	127	1.2	1.0	1.2	-0.5	0.7	-2.0	0.6	-1.5	1.1	2.0	0.8	1.0	1.1	-0.5
7	560	0.9	1.5	0.6	-1.0	0.8	-1.5	0.4	-1.0	1.2	1.5	1.0	1.5	1.8	0.6
8	380	1.1	2.0	1.4	-1.5	0.4	-1.0	1.4	-0.5	0.5	1.0	0.7	2.0	1.9	-1.2
9	220	0.4	2.5	0.9	-2.0	0.8	-0.5	0.7	-3.5	0.4	-0.5	0.8	-2.5	0.3	0.2

Рис. 3

Обозначения, принятые в схемах:

$E_A, E_B, E_C$  – действующие значения фазных ЭДС генератора;

$R_A, X_A, R_B, X_B, R_C, X_C$  – активные и реактивные фазные сопротивления “звезды” (рис. 1);

$R_{AB}, X_{AB}, R_{BC}, X_{BC}, R_{CA}, X_{CA}$  – активные и реактивные фазные сопротивления “треугольника”;

$R_{Л}, X_{Л}$  – активные и реактивные сопротивления линейных проводов (рис. 2);

$I_{AG}, I_{BG}, I_{CG}$  – действующие значения линейных токов генератора (рис. 1);

$I_{A_{\lambda}}, I_{B_{\lambda}}, I_{C_{\lambda}}$  – действующие значения фазных токов “звезды” (рис.1);

$I_{A_{\Delta}}, I_{B_{\Delta}}, I_{C_{\Delta}}$  – действующие значения линейных токов “треугольника” (рис.1);

$I_{AB}, I_{BC}, I_{CA}$  – действующие значения фазных токов “треугольника”;  $W_{P_1}, W_{P_2}$  – ваттметры для измерения активной мощности трехфазной системы методом “двух ваттметров”.

Примечание: сопротивления R и X в линейных проводах и в фазных сопротивлениях нагрузки в обеих схемах включены последовательно.

Расчетно-графическая работа должна содержать:

1. Для варианта (схема рис.1):

- 1.1. Расчет действующих значений фазных токов в “звезде”  $I_{A_\lambda}$ ,  $I_{B_\lambda}$ ,  $I_{C_\lambda}$  и в “треугольнике”  $I_{AB}$ ,  $I_{BC}$ ,  $I_{CA}$ .
  - 1.2. Расчет действующих значений фазных токов генератора  $I_{AG}$ ,  $I_{BG}$ ,  $I_{CG}$ .
  - 1.3. Расчет полной, активной и реактивной мощностей “звезды”  $S_\lambda$ ,  $P_\lambda$ ,  $Q_\lambda$  и “треугольника”  $S_\Delta$ ,  $P_\Delta$ ,  $Q_\Delta$ .
  - 1.4. Расчет полной, активной и реактивной мощностей, вырабатываемых генератором  $S_G$ ,  $P_G$ ,  $Q_G$ .
  - 1.5. Расчет показаний ваттметров  $P_1$ ,  $P_2$  и, с их помощью, активной мощности, потребляемой трехфазной нагрузкой  $P_{\text{Потр}}$ .
  - 1.6. Векторные диаграммы фазных напряжений, линейных и фазных токов генератора, “звезды” и “треугольника”
2. Для варианта (схема рис. 2):
- 2.1. Расчет линейных токов генератора  $I_{AG}$ ,  $I_{BG}$ ,  $I_{CG}$ .
  - 2.2. Расчет потерь напряжений на линии  $U_{\text{ЛА}}$ ,  $U_{\text{ЛВ}}$ ,  $U_{\text{ЛС}}$ .
  - 2.3. Расчет фазных напряжений “треугольника”  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$ ,  $U_{CA}$ .
  - 2.4. Расчет фазных токов “треугольника”  $I_{AB}$ ,  $I_{BC}$ ,  $I_{CA}$ .
  - 2.5. Расчет полной, активной и реактивной мощностей “треугольника”  $S_\Delta$ ,  $P_\Delta$ ,  $Q_\Delta$ .
  - 2.6. Расчет потерь мощности на линии  $S_{\text{Л}}$ ,  $P_{\text{Л}}$ ,  $Q_{\text{Л}}$ .
  - 2.7. Расчет полной, активной и реактивной мощностей, вырабатываемых генератором  $S_G$ ,  $P_G$ ,  $Q_G$ .
  - 2.8. Расчет показаний ваттметров  $P_1$ ,  $P_2$  и, с их помощью, активной мощности, потребляемой трехфазной нагрузкой  $P_{\text{Потр}}$ .
  - 2.9. Векторные диаграммы фазных напряжений, линейных и фазных токов генератора и “треугольника”.
  - 2.10. Векторные диаграммы фазных напряжений, линейных и фазных токов генератора, “звезды” и “треугольника”.

Пример расчета приведен в Приложении 2

#### Перечень вопросов к защите расчетно-графической работы

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:
5. на измерение активной мощности трехфазной системы;
6. на измерение реактивной мощности трехфазной системы;
7. на измерение угла сдвига фаз трехфазной системы.

8. Какая (какие) мощность (мощности) могут быть измерены методом «двух ваттметров» при симметричной, при несимметричных нагрузках трехфазной системы?

9. 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?

10. Почему при параллельном подключении к трехфазному генератору нескольких трехфазных потребителей баланс мощностей при суммировании модулей этих мощностей не выполняется?

11. Пояснить порядок построения векторной диаграммы токов и напряжений.

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

Критерии оценивания:

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

Таблица 5

**Показатели и шкала оценивания выполнения  
контрольной работы/расчетно-графической работы**

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> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <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 штампы. Есть 1-2 орфографические ошибки. Работа выполнена аккуратно, без помарок и исправлений.</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	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 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.</li> <li>– 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.</li> <li>– 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.</li> <li>– 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.</li> </ul>

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учётом результатов текущего контроля и выполнения всех видов заданий, предусмотренных занятиями семинарского типа (лабораторных работ и/или практических занятий) в соответствии с учебным планом и рабочей программой дисциплины.

При проведении промежуточной аттестации с применением дистанционных технологий экзамен проводится в форме компьютерного тестирования в СДО «Фарватер». При этом перевод набранных при тестировании баллов в оценку производится в соответствии Положением о фондах оценочных средств для проведения текущего контроля, промежуточной аттестации и государственной итоговой аттестации обучающихся по программам высшего образования.

### Устный опрос

Текущий контроль по дисциплине «Теоретические основы электротехники» проводится в форме устного опроса по следующим темам.

1. Тема 1. Линейные электрические цепи постоянного тока.
2. Тема 2. Источники питания электрических цепей. Баланс мощности.
3. Тема 3. Электрические цепи синусоидального тока.
4. Тема 4. Резонансные режимы и частотные характеристики.
5. Тема 5. Электрические цепи с взаимной индукцией.
6. Тема 6. Трёхфазные электрические цепи.
7. Тема 7. Электрические цепи при воздействии периодических несинусоидальных ЭДС и токов.
8. Тема 8. Нелинейные цепи с источниками постоянного напряжения и тока.
9. Тема 9. Магнитные цепи постоянного тока.
10. Тема 10. Линейные четырехполюсники и электрические фильтры.
11. Тема 11. Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях классическим методом.
12. Тема 12. Расчет переходных процессов операторным методом.
13. Тема 13. Нелинейные цепи с синусоидальными источниками ЭДС.
14. Тема 14. Основы теории электромагнитного поля.

### Перечень вопросов к устному экзамену по ТОЭ, часть 1 «Линейные электрические цепи постоянного и синусоидального тока»

- 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 RLC. Треугольники напряжений, сопротивлений, мощностей.
- 23) Параллельное соединение RLC. 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 устному экзамену по ТОЭ, часть II «Трехфазные, нелинейные и магнитные цепи»

1) Трехфазные системы ЭДС, напряжений и токов. Основные преимущества трехфазной системы электроснабжения. Устройство и принцип работы трехфазного генератора.

2) Расчет трехфазной системы, соединенной "звездой" с нулевым проводом и без него при симметричной и несимметричной нагрузках, с примерами.

3) Аварийные режимы в трехфазной системе, соединенной "звездой", с нулевым и без нулевого провода. Векторные диаграммы. Примеры расчетов.

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

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

6) Получение вращающегося магнитного поля. Применение вращающегося магнитного поля в электротехнических устройствах.

7) Принцип работы устройств для определения порядка следования фаз.

Векторная диаграмма.

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

9) Измерение мощности трехфазной цепи методом двух ваттметров.

10) Причины возникновения несинусоидальных ЭДС, напряжений и токов. Разложение периодических ЭДС, напряжений и токов в ряд Фурье.

11) Коэффициенты, характеризующие периодические ЭДС напряжения и токи.

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

13) Действующее и среднее значения периодических ЭДС, напряжений и токов. Пример расчета.

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

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

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

17) 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.

18) Устройство и принцип работы фильтра напряжений обратной последовательности.

19) Линейные напряжения в трехфазных цепях при наличии гармоник кратных трем.

20) Система нулевой последовательности. Устройство и принцип работы фильтра напряжений нулевой последовательности.

21) Устройство и принцип работы резонансного фильтра.

22) Особенности расчетов нелинейных цепей. Вольтамперные характеристики нелинейных элементов.

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

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

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

Пример расчета.

26) Расчет нелинейных цепей постоянного тока методом итераций. Пример расчета.

27) Расчет сложных нелинейных цепей постоянного тока численным методом.

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

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

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

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

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

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

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

35) Уравнения пассивных четырехполюсников в А - параметрах (с примером). Уравнения связи между А - и Y - параметрами четырехполюсника.

36) Уравнения пассивного четырехполюсника в Y - параметрах (с примером). Уравнения связи между Y - и Z - параметрами четырехполюсника.

37) Уравнения пассивного четырехполюсника в Z - параметрах (с примером). Уравнения связи между Z - и Y - параметрами четырехполюсника.

38) Экспериментальное определение параметров четырехполюсника (с примером).

39) Схемы замещения четырехполюсников. Расчет параметров схем замещения (с примером).

40) Последовательное, параллельное и каскадное соединение четырехполюсников. Условие регулярности.

#### Перечень вопросов к устному экзамену по ТОЭ, часть III «Переходные процессы в линейных и нелинейных электрических цепях».

1) Основные причины возникновения переходных процессов.  
2) Основные состояния цепей, рассматриваемые при расчете переходных процессов.

3) Как аналитически описываются переходные процессы.

4) В чем суть решения обыкновенных неоднородных дифференциальных уравнений?

5) В чем отличие однородного дифференциального уравнения от неоднородного?

- 6) Начальные условия, их назначение и их разновидности.
- 7) Основные этапы классического метода расчета переходных процессов.
- 8) Основные законы коммутации и их физический смысл.
- 9) В чем основная цель определения входного операторного сопротивления цепи?
- 10) Основные правила составления операторного сопротивления.
- 11) Постоянная интегрирования, ее место в составляющей переходного процесса и способ ее определения.
- 12) Постоянная времени переходного процесса, ее физический смысл и определение.
- 13) В чем заключается сущность расчета переходных процессов операторным методом?
- 14) Что такое операторная схема замещения?
- 15) Как при расчете операторным методом учитываются ненулевые независимые начальные условия?
- 16) Какими способами на практике осуществляется переход от изображения к оригиналу?
- 17) Для чего используются предельные соотношения?
- 18) Как связаны изображение и оригинал в формуле разложения? Какие имеются варианты ее написания?
- 19) С использованием теоремы об активном двухполюснике записать операторное изображение для тока через катушку индуктивности в цепи на рис. 16. Ответ:

$$I_L(p) = \frac{U_0(1 - RCp)}{p(p^2CRL + pL + 2R)}$$

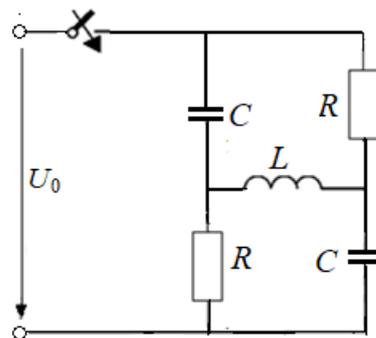


Рис. 16. Электрическая цепь в задании вопроса 19.

- 20) С использованием предельных соотношений и решения предыдущей задачи найти начальное и конечное значения тока в ветви с индуктивным элементом. Ответ:

$$i_L(0) = 0; \quad i_L(\infty) = \frac{U_0}{2R}$$

Таблица 4

Критерии оценивания

№ п/п	Критерии оценивания	Результат
1	Обучаемый не смог ответить на поставленные вопросы	не зачтено
2	Обучаемый верно ответил на поставленные вопросы	зачтено

### **Тестирование в СДО «Фарватер»**

Текущий контроль по дисциплине «Теоретические основы электротехники» проводится в форме компьютерного тестирования в СДО «Фарватер».

#### Тема 1. Линейные электрические цепи постоянного тока.

Вопрос 1. Алгебраическая сумма ЭДС в контуре, равная алгебраической сумме падений напряжения на всех элементах данного контура, определяется по закону:

- а) Закону Кулона
- б) Закону Ома для полной цепи
- в) Первому закону Кирхгофа
- г) второму закону Кирхгофа

Вопрос 2. Определить напряжение на нагрузке, равной 2 Ом, если ЭДС источника равно 12 В, а его внутреннее сопротивление 0.4 Ом.

- а) 7 В
- б) 8 В
- в) 9 В
- г) 10 В

#### Тема 2. Источники питания электрических цепей. Баланс мощности.

Вопрос 1. Источник ЭДС (идеальный источник напряжения) – двухполюсник, напряжение на зажимах которого:

- а) зависит от тока, протекающего через источник
- б) не зависит от тока, протекающего через источник
- в) изменяется при постоянном токе
- г) изменяется только при переменном токе.

Вопрос 2. Уравнение баланса мощностей это:

- а) равенство алгебраических сумм активных и реактивных мощностей в цепи
- б) равенство алгебраической суммы мощностей источников питания и алгебраической суммы потребляемых мощностей на всех участках цепи.
- в) равенство алгебраических сумм мощностей источников ЭДС, работающих как в режиме питания, так и в режиме потребления электрической энергии
- г) равенство алгебраических сумм активных мощностей источников ЭДС и активных мощностей, потребляемых в цепи

#### Тема 3. Электрические цепи синусоидального тока.

Вопрос 1. Конденсатор подключен к источнику синусоидального тока. Как изменится ток в нем, если частоту тока уменьшить в 3 раза?

- а) Увеличится в 3 раза

- б) Останется неизменным
- в) Уменьшится в 3 раза
- г) Ток в конденсаторе не зависит от частоты синусоидального тока

Вопрос 2. Как изменится сдвиг фаз между напряжением и током на катушке индуктивности, если оба её параметра ( $R$  и  $X_L$ ) одновременно увеличатся в два раза?

- а) Уменьшится в два раза
- б) Увеличится в два раза
- в) Уменьшится в четыре раза
- г) не изменится

#### Тема 4. Резонансные режимы и частотные характеристики.

Вопрос. 1. Последовательная цепь из элементов  $R$ ,  $L$  и  $C$  питается от источника синусоидальной ЭДС, частота которой может изменяться. В цепи может устанавливаться резонанс:

- а) токов
- б) напряжений
- в) токов при  $R=7.5 \text{ Ом}$
- г) никогда не наблюдается резонанс

Вопрос 2. В последовательной цепи из элементов  $R$ ,  $L$  и  $C$  с регулируемой частотой изменения синусоидальной ЭДС, может устанавливаться резонанс напряжений, при котором:

- а) напряжение на емкости больше напряжения на индуктивности
- б) напряжение на емкости меньше напряжения на индуктивности
- в) напряжение на емкости равно напряжению на индуктивности
- г) напряжение на емкости равно напряжению на активном сопротивлении

#### Тема 5. Электрические цепи с взаимной индукцией.

Вопрос 1. Если  $L_1=30 \text{ мГн}$ ,  $L_2=60 \text{ мГн}$ ,  $M=10 \text{ мГн}$ , то коэффициент индуктивной связи катушек равен ...

- а) 0,2
- б) 0,236
- в) 0,185
- г) 0,136

Вопрос 2. Чем отличается трансформатор от автотрансформатора:

- а) Подвижным реостатом.
- б) Гальванической связью между обмотками.
- в) Наличием магнитной связи между первичной и вторичной обмотками трансформатора
- г) Креплением

#### Тема 6. Трёхфазные электрические цепи.

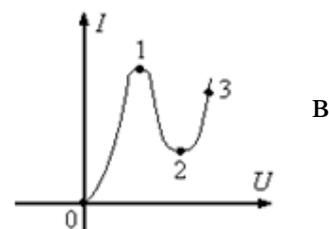
Вопрос 1. Если при электроснабжении трехфазного симметричного приемника, соединенного «звездой», произошел обрыв нулевого провода, то напряжение в фазе «С» приемника будет...

- а) Тем же

- б) равным нулю
- в) равным линейному
- г) Больше номинального на 50%

Вопрос 2. В трехфазной цепи при соединении по схеме «звезда – звезда с нейтральным проводом» ток нейтральном проводе ...

- а) может равняться нулю
- б) никогда не равен нулю
- в) всегда равен нулю
- г) равен нулю при несимметричной нагрузке



### Тема 7. Электрические цепи при воздействии периодических несинусоидальных ЭДС и токов.

Вопрос 1. Если  $i(t) = 6\sqrt{2} \sin(\omega t) + 2\sqrt{2} \sin(3\omega t)$ , то отношение амплитуд первой и третьей гармоник напряжения на индуктивности  $U_{m1}/U_{m3}$  равно...

- а) 9
- б) 6
- в) 1
- г) 3

Вопрос 2. Если  $i(t) = 4 + 8\sin(\omega t - 30)$  А и сопротивление резистивного элемента  $R = 10$  Ом, то мгновенное значение напряжения запишется в виде:

- а)  $u(t) = 0,4 + 0,8\sin(\omega t - 30)$  В
- б)  $u(t) = 40 + 80\sin(\omega t)$  В
- в)  $u(t) = 40 + 80\sin(\omega t + 60)$  В
- г)  $u(t) = 40 + 80\sin(\omega t - 30)$  В

### Тема 8. Нелинейные цепи с источниками постоянного напряжения и тока.

Вопрос 1. Зависимость сопротивления от температуры определяется:

- а) Температурным коэффициентом передачи
- б) Химической устойчивостью
- в) Градуировочной характеристикой
- г) Внешним видом термосопротивления.

Вопрос 2. На участке 1-2 ВАХ дифференциальное сопротивление является величиной ...

- а) положительной
- б) равной нулю
- в) отрицательной
- г) комплексной

### Тема 9. Магнитные цепи постоянного тока.

Вопрос 1. Единицей измерения магнитной индукции является:

- а) Генри
- б) Вебер
- в) Тесла
- г) Фарада

Вопрос 2. Совокупность витков, образующих электрическую цепь, в которой суммируются ЭДС, наведённые в витках:

- а) магнитная система
- б) плоская магнитная система
- в) обмотка
- г) изоляция

### Тема 10. Линейные четырехполюсники и электрические фильтры.

Вопрос 1. Характеристические параметры четырехполюсников:

- а) постоянная передачи, входное и выходное сопротивления
- б) сопротивление обратной связи, входное и выходное сопротивления
- в) характеристическое сопротивление и коэффициент затухания
- г) коэффициент ослабления и коэффициент передачи.

Вопрос 2. Если известны коэффициенты четырехполюсника  $A$ ,  $B$ ,  $C$  и  $D$ , то входные сопротивления холостого хода  $Z_{1x}$  и короткого замыкания  $Z_{1k}$  будут равны

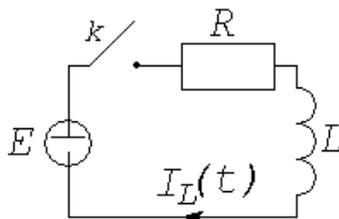
- а)  $Z_{1x} = \frac{D}{C}; Z_{1k} = \frac{B}{D}$
- б)  $Z_{1x} = \frac{A}{C}; Z_{1k} = \frac{B}{D}$
- в)  $Z_{1x} = \frac{D}{C}; Z_{1k} = \frac{B}{A}$
- г)  $Z_{1x} = \frac{A}{C}; Z_{1k} = \frac{B}{C}$

### Тема 11. Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях классическим методом.

Вопрос 1. Второй закон коммутации:

- а)  $u_L(0_-) = u_L(0_+)$
- б)  $i_C(0_-) = i_C(0_+)$
- в)  $u_C(0_-) = u_C(0_+)$
- г)  $i_L(0_-) = i_L(0_+)$

Вопрос 2. При замыкании ключа  $K$  (рис.1) в момент  $t=0_+$  напряжение на индуктивности  $L$  равно:



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

### Тема 12. Расчет переходных процессов операторным методом.

Вопрос 1. В операторной форме напряжение на участке цепи с емкостью:

а)  $U_C(s) = \frac{C}{s} I(s) + \frac{u_C(0_+)}{s}$

б)  $U_C(s) = \frac{1}{Cs} I(s) + \frac{u_C(0_+)}{s}$

в)  $U_C(s) = \frac{C}{s} I(s) + su_C(0_+)$

г)  $U_C(s) = \frac{1}{Cs} I(s) + su_C(0_+)$

Вопрос 2. В операторной форме напряжение на участке цепи с индуктивностью:

а)  $U_L(s) = \frac{L}{s} I(s) + \frac{Li(0_+)}{s}$

б)  $U_L(s) = LsI(s) + Lsi(0_+)$

в)  $U_L(s) = LsI(s) + Li(0_+)$

г)  $U_L(s) = \frac{L}{s} I(s) + Li(0_+)$

### Тема 13. Нелинейные цепи с синусоидальными источниками ЭДС.

Вопрос 1. Прохождение переменного тока через катушку с ферромагнитным сердечником сопровождается:

- а) магнитным гистерезисом
- б) возникновением вихревых токов
- в) искажением кривой тока
- г) всеми факторами, перечисленными в п. а, б и в.

Вопрос 2. Нелинейный индуктивный элемент это

- а) катушка, намотанная на стальной стержень
- б) катушка без сердечника, намотанная в форме кольца
- в) катушка, намотанная на замкнутый ферромагнитный сердечник
- г) катушка, намотанная на разомкнутый ферромагнитный сердечник

### Тема 14. Основы теории электромагнитного поля.

Вопрос.1. Какова форма силовых линий магнитного поля прямого тока?

- а) Окружности.
- б) Концентрические замкнутые линии, которые охватывают проводник с током.
- в) Кривые, которые располагаются около проводника.
- г) Спиралевидные линии.

Вопрос2. Линии магнитного поля всегда...

- а) Замкнуты, непрерывны, иногда пересекаются.
- б) Незамкнуты, непрерывны, не пересекаются, выходят из северного и заходят в южный полюс.
- в) Замкнуты, непрерывны, не пересекаются, выходят из северного и заходят в южный полюс.

4) Незамкнуты, непрерывны, не пересекаются, выходят из центра магнита.

Перевод набранных при тестировании баллов в оценку производится в соответствии с Положением о фондах оценочных средств для проведения текущего контроля, промежуточной аттестации и государственной итоговой аттестации обучающихся по программам высшего образования.

### Курсовое проектирование

Промежуточная аттестация — в форме защиты курсовых проектов.

1. Тема 1. Линейные электрические цепи постоянного тока.
2. Тема 2. Источники питания электрических цепей. Баланс мощности.
3. Тема 3. Электрические цепи синусоидального тока.
4. Тема 4. Резонансные режимы и частотные характеристики.
5. Тема 5. Электрические цепи с взаимной индукцией.
6. Тема 6. Трехфазные электрические цепи.
7. Тема 7. Электрические цепи при воздействии периодических несинусоидальных ЭДС и токов.
8. Тема 8. Нелинейные цепи с источниками постоянного напряжения и тока.
9. Тема 9. Магнитные цепи постоянного тока.
10. Тема 10. Линейные четырехполюсники и электрические фильтры.
11. Тема 11. Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях классическим методом.
12. Тема 12. Расчет переходных процессов операторным методом.
13. Тема 13. Нелинейные цепи с синусоидальными источниками ЭДС.
14. Тема 14. Основы теории электромагнитного поля.

### Задание на курсовую работу

Цепь содержит источники постоянного напряжения и тока  $E$  и  $J$ , а также источники гармонического напряжения  $e = E_m \sin(\omega t + \varphi)$  и тока  $i = J_m \sin(\omega t + \varphi)$  с угловой частотой  $\omega = 1000$  1/с. Предполагается, что до замыкания (или размыкания) первого ключа цепь находится в установившемся режиме.

Требуется:

1. Рассчитать классическим методом ток  $i_1(t)$  на трех этапах, соответствующих последовательному замыканию (или размыканию) трех ключей.
2. Рассчитать тот же ток  $i_1(t)$  операторным методом.  
Для первой и второй коммутаций воспользоваться операторным методом для полных составляющих тока, для третьей коммутации применить операторный метод для свободной составляющей тока.
3. Построить график зависимости  $i_1(t)$  для трех этапов.

## Указания

1. Для каждой из коммутаций сначала выполняется расчет классическим методом, а затем операторным методом. При совпадении результатов расчета обоими методами приступить к расчету следующей коммутации.

2. Ключи замыкаются (или размыкаются) поочередно в соответствии с указанными на схеме номерами через интервал времени  $t_k$ . При возникновении колебательного процесса  $t_k = \frac{T}{6}$ , где  $T = \frac{2\pi}{\omega_{св}}$  – период свободных колебаний.

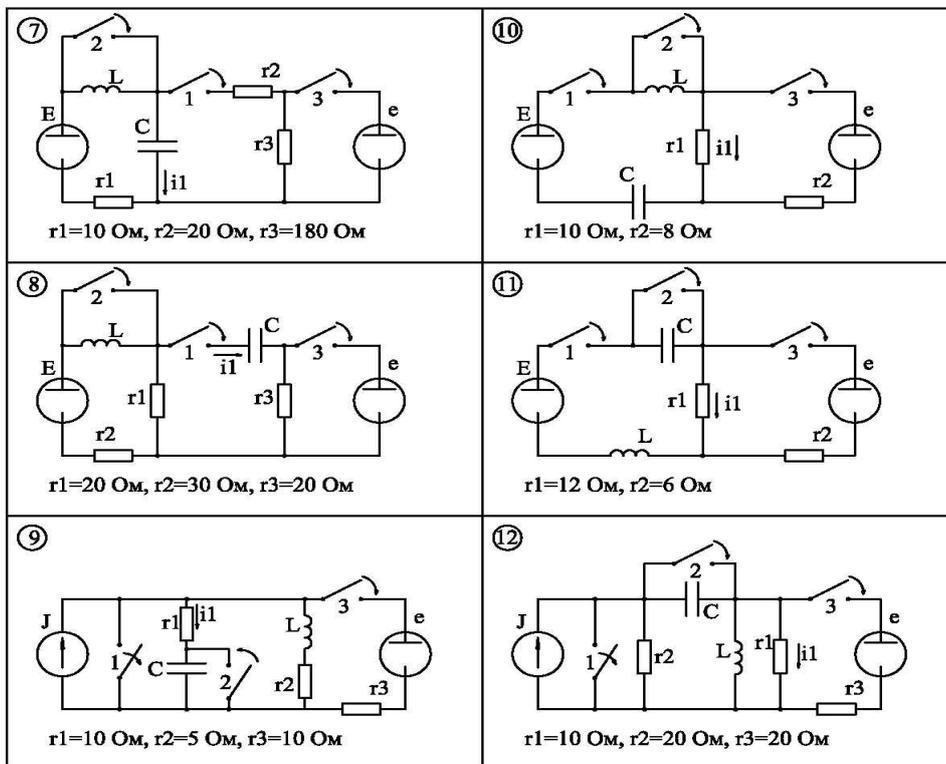
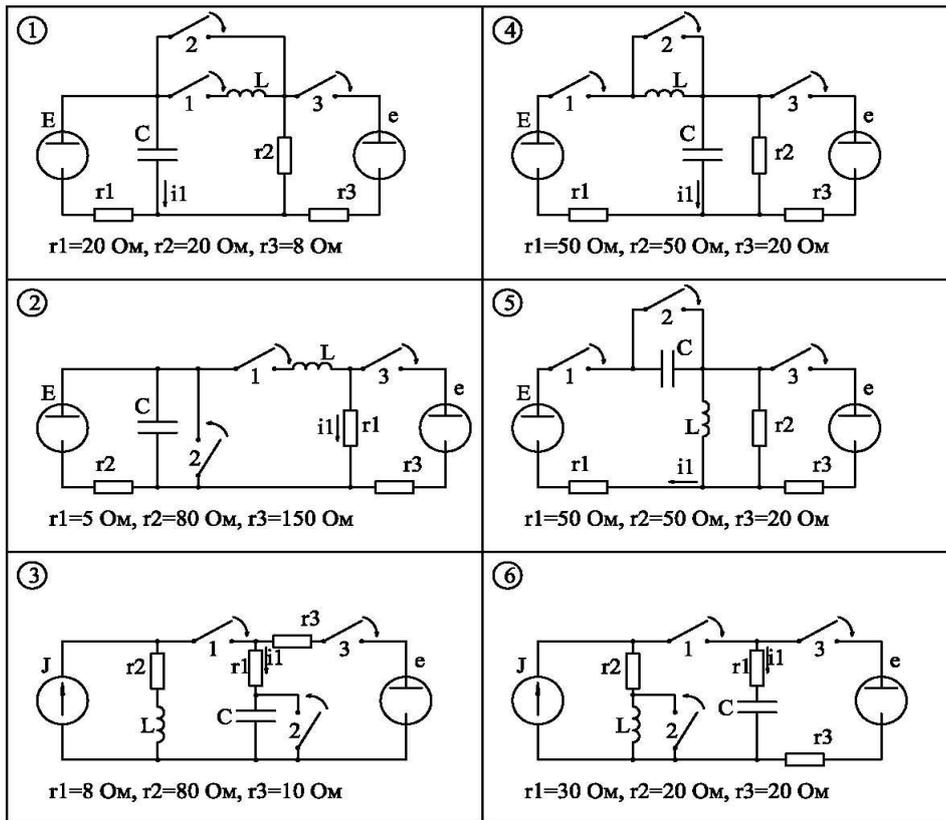
При возникновении апериодического процесса  $t_k = \frac{1}{|p_1|}$ , где  $p_1$  – меньший по модулю (или единственный) корень характеристического уравнения.

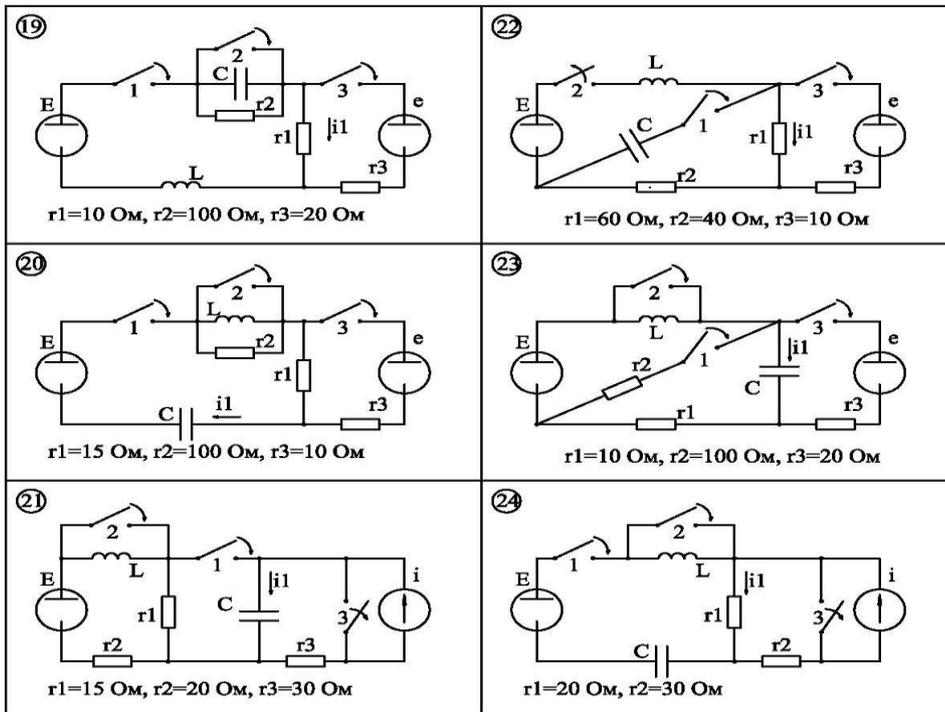
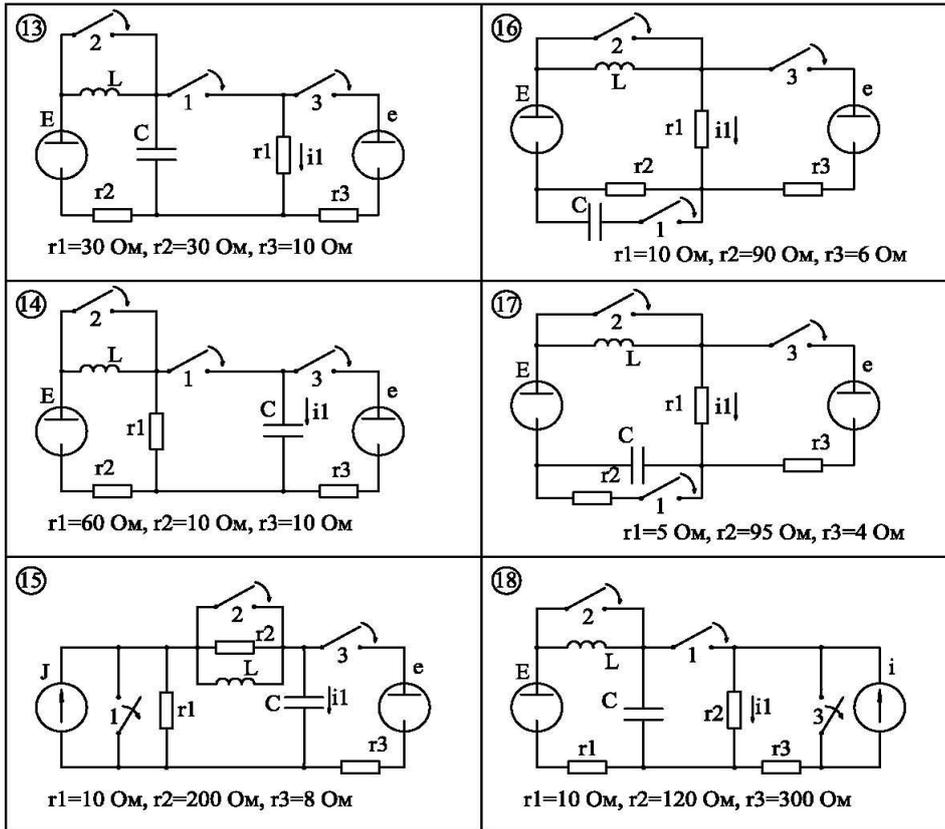
3. Для всех схем  $L=20$  мГ,  $C=100$  мкФ, а величины сопротивлений указаны на схеме.

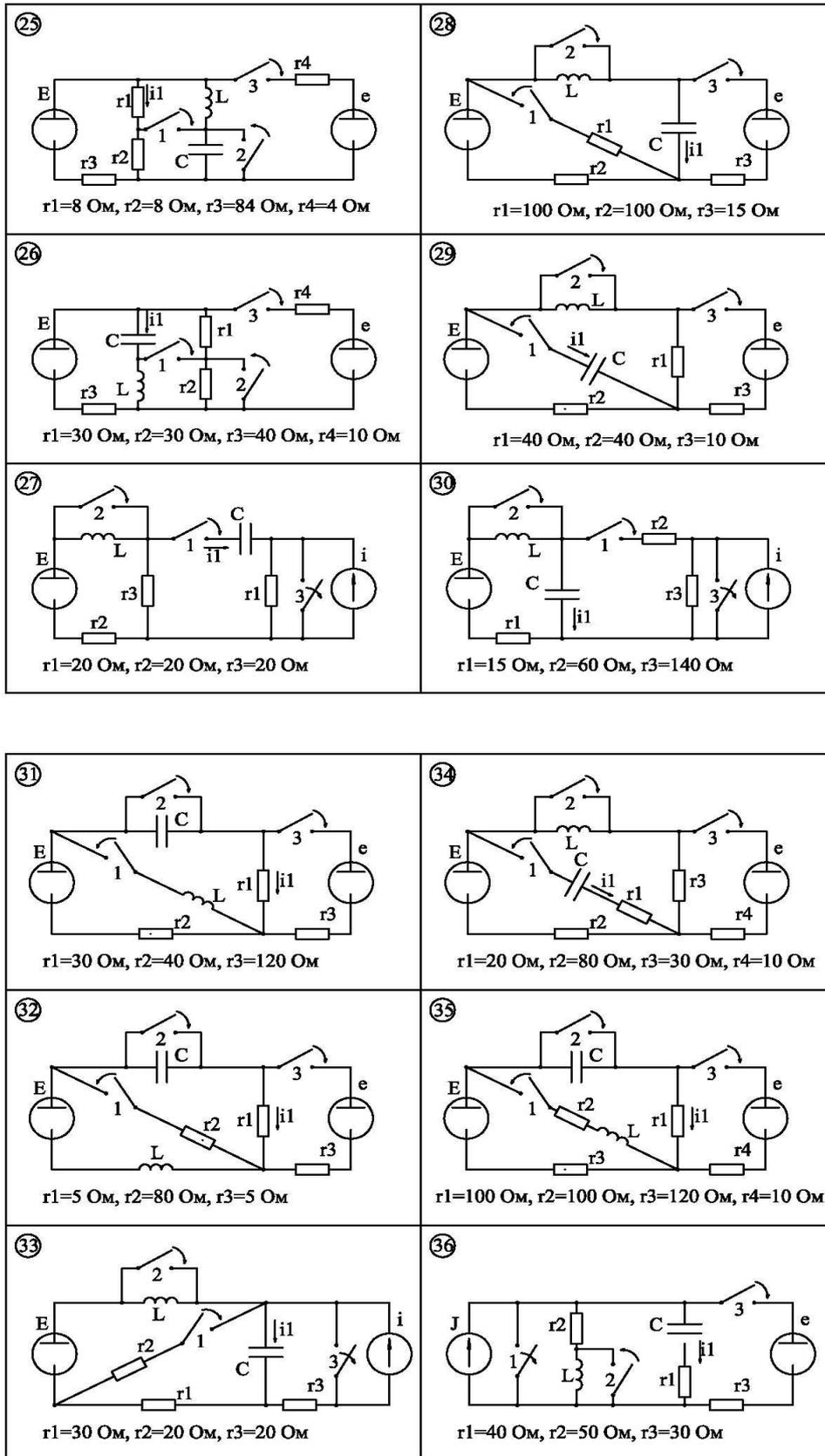
4. Номер схемы соответствует порядковому номеру, под которым фамилия студента записана в групповом журнале. Величины ЭДС  $E$  и  $E_m$  и токов  $J$  и  $J_m$  источников тока, а также начальная фаза  $\varphi$  в момент включения третьего ключа гармонических источников  $e$  и  $i$  в зависимости от номера группы находится из условия:

$$\begin{aligned} E &= 10 N \text{ (Вольт)}, & E_m &= 10 N \text{ (Вольт)}, \\ J &= 0,4 N \text{ (Ампер)}, & J &= 0,4 N \text{ (Ампер)}, \\ \varphi &= 30 N \text{ (градусов)}, & & \text{где } N\text{- номер группы.} \end{aligned}$$

## Варианты электрических цепей с заданными параметрами элементов схемы, предлагаемые для расчета переходных процессов







Критерии оценивания:

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

**Показатели и шкала оценивания выполнения  
курсового проекта**

Шкала оценивания	Показатели
5	проект выполнен без ошибок, обучающийся представил оригинальное и грамотное решение конструкции, отчетливо понимает ход расчета и умеет обосновать выбор исходных параметров и их взаимосвязь, использует патентные разработки (при необходимости), аккуратно и без ошибок выполняет чертежи, четко и грамотно оформляет пояснительную записку без отступлений от требований к её оформлению, подробно и безошибочно отвечает на все заданные ему вопросы, проявляет при работе достаточную самостоятельность
4	проект выполнен с незначительными ошибками, но при опросе обучающийся проявляет понимание ошибок и способов их исправления, не допускает существенных погрешностей в ответах на вопросы, аккуратно выполняет чертежи и пояснительную записку
3	проект выполнен без грубых ошибок, но при опросе обучающийся проявляет недостаточное понимание всех подробностей проделанной работы; допускает при ответах на вопросы неточности и неправильные формулировки; допускает небрежность в графической работе и в оформлении пояснительной записки; не закончившему проект в установленный срок
2	принципиальные ошибки в представленном к защите проекте и обучающийся при ответах на вопросы, не может устранить указанные недостатки к окончательной (третьей) защите, небрежно выполняет чертежи и представляет неполную и не соответствующую правилам оформления пояснительную записку, проявляет полное пренебрежение к срокам выполнения проекта

Составитель: д.т.н., доц. Чертков А.А.

Зав. кафедрой: д.т.н., проф. Сахаров В.В.