

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

(подпись)

Каракозов А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.0.20 Теория электрических цепей**

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах  
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Техническая кибернетика и информатика  
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: бакалавриат  
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная  
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения	Очная	Очно- заочная	Заочная
Семестр	3	3	3
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4,5/162	4,5/162	4,5/162
Контактная работа (час.), в том числе	85	20	20
лекции (час.)	34	8	8
лабораторные работы (час.)	51	6	6
практические (семинарские) занятия (час.)	-	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе	41	124	124
курсовой проект/работа (семестр)	-	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экз./36	экз./18	экз./18

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Теория электрических цепей» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах», профиль «Техническая кибернетика и информатика» для 2023 года приёма по очной, очно-заочной и заочной формам обучения.

**Составитель:**

Заведующий кафедрой  
«ЭМиТОЭ», к.т.н., доц

 Журавель Е.А.  
(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электромеханика и теоретические основы электротехники».

Протокол от «13» марта 2023 года № 7

Заведующий кафедрой  Журавель Е.А.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Автоматика и телекоммуникации».

Заведующий кафедрой  Турупалов В.В.

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах»

Протокол от «29» марта 2023 года № 4

Председатель  Сукоб С.Д.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Автоматика и телекоммуникации»

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина Теория электрических цепей занимает основное место среди базовых, общетехнических дисциплин, определяющих теоретический уровень профессиональной подготовки инженеров.

Целью дисциплины является: изучение и анализ студентами электромагнитных процессов, происходящих в электрических цепях, для решения проблем передачи, обработки и распределения электрических сигналов в системах связи.

В результате освоения дисциплины студент должен

*знать:* признаки классификации электрических цепей; методы и средства теоретического и экспериментального исследования электрических цепей; основные методы анализа электрических цепей в режиме гармонических колебаний, основные методы анализа нелинейных электрических и магнитных цепей; методы анализа электрических цепей в переходных режимах; основы теории четырехполюсников, электрических фильтров и цепей с распределенными параметрами;

*уметь:* объяснять физические свойства элементов и влияние их параметров на функциональные свойства и переходные процессы в электрических цепях; рассчитывать и измерять параметры и характеристики линейных и нелинейных электрических цепей; составлять математические модели различных режимов работы электрических и магнитных цепей на основании анализа электромагнитных процессов, в том числе, с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ; анализировать полученные результаты расчета, моделирования и делать выводы;

*владеть:* навыками чтения и изображения схем электрических цепей; навыками пользования технической литературой по расчету электрических и магнитных цепей; навыками составления и обоснования эквивалентных схем замещения, определения их параметров и расчета режимов работы; навыками работы с контрольно-измерительными приборами.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-7, ОПК-8, ПК-10.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к профессиональному циклу базовой части учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин:

1) физика; 2) математический анализ; 3) информатика.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин «Электроника», «Электропитание устройств и систем телекоммуникаций», «Общая теория связи», «Теория электрической связи», «Электромагнитные поля и волны» и др.

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

№ те мы	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/очно-заочная/заочная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
1	Тема 1. Физические основы электротехники и цепи постоянного тока	18/21/21	4/1/1		10/2/2	4/18/18
2	Тема 2. Цепи синусоидального тока	26/31/31	6/1/1		14/2/2	6/28/28
3	Тема 3. Цепи несинусоидального тока	16/19/19	6/1/1		4/0/0	6/18/18
4	Тема 4. Четырёхполюсники, электрические фильтры, длинные линии	13/12/12	4/2/2		5/0/0	4/10/10
5	Тема 5. Переходные процессы в линейных электрических цепях с сосредоточенными и распределенными параметрами	24/27/27	6/1/1		8/2/2	10/24/24
6	Тема 6. Нелинейные электрические и магнитные цепи постоянного тока	12/9/9	4/1/1		4/0/0	4/8/8
7	Тема 7. Нелинейные цепи переменного тока	17/19/19	4/1/1	-	6/0/0	7/18/18
Контактная работа (дополнительная)		0/6/6				
Курсовая работа (проект)		-				
Итого по видам занятий		126/144/144	34/8/8	-	51/6/6	41/124/124
Контроль		36/18/18				
<b>ИТОГО</b>		<b>162</b>				

#### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3	Темы 1-2
ОПК-7, ОПК-8, ПК-11	Темы 3-7

## 3.2 Лекции

Тема 1. Физические основы электротехники и цепи постоянного тока

### Содержание темы 1:

Введение, предмет и задачи дисциплины. Элементы электрических цепей. Понятия ЭДС, напряжения, тока, мощности. Источники энергии. Основные законы. Расчёт сложных цепей методом уравнений Кирхгофа. МУП, МДУ, МКТ, баланс мощностей. Принцип и метод наложения. МЭГ. Преобразования линейных электрических цепей.

Литература к теме 1: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 2. Цепи синусоидального тока

### Содержание темы 2:

Переменный ток. Период, частота, фаза, угол сдвига фаз. Векторная диаграмма. Среднее и действующее значения синусоидального тока. Синусоидальный ток в резисторе, индуктивности, ёмкости. Последовательное соединение R, L, C. Резонанс напряжений. Колебания энергии при резонансе. Добротность контура. Частотные характеристики. Резонансные кривые. Мощность цепи переменного тока, коэффициент мощности. Параллельное соединение R, L, C. Резонанс токов. Метод проводимостей. Изображение синусоидальных функций времени при помощи комплексных чисел. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Применение комплексного метода к расчёту цепей переменного тока. Комплексная мощность. Баланс мощностей в комплексной форме.

Цепи со взаимными индуктивностями. Общие понятия и определения. Последовательное и параллельное соединения индуктивно связанных элементов. Расчёт сложных цепей с индуктивно связанными элементами. Устранение индуктивной связи. Линейный трансформатор, его уравнения. Идеальный, реальный трансформаторы. Схемы замещения трансформатора.

Получение трёхфазного тока. Соединения звездой и треугольником. Симметричные и несимметричные трёхфазные цепи. Мощность трёхфазного тока. Измерение активной и реактивной мощностей. Получение вращающегося магнитного поля. Порядок следования фаз.

Литература к теме 2: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 3. Цепи несинусоидального тока

### Содержание темы 3:

Представление периодических несинусоидальных напряжений и токов тригонометрическим рядом Фурье. Основные свойства периодических кривых. Разложение кривых на гармоники. Действующее и среднее значения несинусоидальной функции. Мощность несинусоидального тока. Коэффициент мощности. Расчёт цепи несинусоидального тока. Эквивалентная синусоида. Влияние индуктивности и ёмкости на форму кривой тока.

Литература к теме 3: [\[1\]](#), [\[2\]](#)



Тема 4. Четырёхполосники, электрические фильтры, длинные линии  
Содержание темы 4:

Классификация четырёхполосников. Основные системы уравнений. Коэффициенты и параметры эквивалентных схем четырёхполосников. Рабочий режим четырёхполосника. Экспериментальное определение коэффициентов. Характеристические параметры четырёхполосника. Классификация электрических фильтров. Реактивные фильтры. RC-фильтры. Общие сведения об активных фильтрах. Схема замещения длинной линии. Основные уравнения длинной линии. Линия без потерь.

Литература к теме 4: [1, 2]

Тема 5. Переходные процессы в линейных электрических цепях с сосредоточенными и распределёнными параметрами

Содержание темы 5:

Переходные процессы (ПП) в линейных цепях. Законы коммутации. Классический метод анализа ПП. Переходные процессы в цепях R-L, R-C. Переходные процессы в цепи R-L-C. Операторный метод анализа ПП. Переходные характеристики цепей. Интеграл Дюамеля.

Литература к теме 5: [1, 2]

Тема 6. Нелинейные электрические и магнитные цепи постоянного тока

Содержание темы 6:

Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Нелинейное сопротивление. Статические и дифференциальные параметры. Линеаризация характеристик нелинейных элементов (НЭ). Расчёт цепей при последовательном и параллельном соединениях. Расчёт цепи при смешанном соединении НЭ. Расчёт сложных нелинейных цепей методами законов Кирхгофа, двух узлов и МЭГ. Магнитные цепи постоянного тока. Основные понятия и определения. Закон полного тока. Законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей. Аналогия электрических и магнитных цепей. Расчёт неразветвлённых и разветвлённых магнитных цепей.

Литература к теме 6: [1, 2]

Тема 7. Нелинейные цепи переменного тока

Содержание темы 7:

Методы анализа нелинейных цепей переменного тока. Метод кусочно-линейной аппроксимации. Идеальная катушка со сталью. Катушка с учётом потерь на гистерезис, Реальная катушка со сталью. Феррорезонансные явления. Выпрямление переменного тока. Аналитический и графический методы расчёта нелинейных цепей по основным гармоникам.

Литература к теме 7: [1, 2]

**3.3. Практические занятия учебным планом не предусмотрены.**

### 3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/очн.- заоч./заочн	Литература
1	Вступительное занятие. Первичный инструктаж по ТБ. Анализ простых цепей постоянного тока.	2/0/0	[6]
2	Исследование сложных электрических цепей	2/0/0	[6]
3	Исследование передачи энергии постоянного тока по двухпроводной линии	2/0/0	[6]
4	Анализ электрических цепей методом наложения и с применением метода эквивалентного генератора	4/2/2	[6]
5	Исследование неразветвлённых цепей синусоидального тока и резонанса напряжений	2/0/0	[6]
6	Исследование цепей синусоидального тока при параллельном соединении ветвей и резонанса токов	2/2/2	[6]
7	Исследование цепей синусоидального тока с индуктивно связанными элементами	4/0/0	[6]
8	Исследование трёхфазных цепей	4/0/0	[6]
9	Измерение активной и реактивной мощностей трёхфазного тока	2/0/0	[6]
10	Исследование цепей несинусоидального тока	4/0/0	[6]
11	Исследование четырёхполюсника	3/0/0	[6]
12	Исследование многократных отражений в линии без потерь	2/0/0	[6]
13	Исследование переходных процессов в линейных цепях постоянного тока, содержащих сопротивление и ёмкость	2/2/2	[6]
14	Исследование переходных процессов при включении цепи $r, L, C$ на постоянное напряжение	4/0/0	[6]
15	Анализ ПП с помощью интеграла Дюамеля	2/0/0	[6]
16	Исследование нелинейных цепей постоянного тока	2/0/0	[6]
17	Анализ нелинейных магнитных цепей постоянного тока	2/0/0	[6]
18	Исследование катушки со стальным сердечником	2/0/0	[6]
19	Исследование цепи при последовательном соединении катушки со стальным сердечником и конденсатора	2/0/0	[6]
20	Исследование утроителя частоты	2/0/0	[6]
<b>ИТОГО</b>		<b>51/6/6</b>	

### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/очн-заоч./заочн
1	Изучение лекционного материала	15/50/50
2	Подготовка к практическим занятиям	0/0/0
3	Подготовка к лабораторным работам	26/65/65
4	Выполнение курсового проекта	0/0/0
5	Выполнение курсовой работы	0/0/0

6	Выполнение индивидуального задания	0/9/9
	<b>ИТОГО</b>	41/124/124

### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен. Тематика индивидуального задания связана с самостоятельным выполнением расчетной работы в соответствии с [10].

Объем учебной нагрузки при выполнении одного индивидуального задания – не менее 9 часов.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4 (210×297 мм).

Цель – закрепление знаний по изложенному лекционному курсу и развитие навыков самостоятельной работы.

## 4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

*Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

*Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу;



- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;

- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;

- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;

- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой производственный опыт.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;

- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;

- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;

- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;

- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;

- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

## 4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

### Вопросы к экзамену:

1. Элементы электрических цепей постоянного тока. Сопротивления и их вольт – амперные характеристики. Определение линейного сопротивления приемника энергии, его условное обозначение на электрических схемах.
2. Внешняя характеристика источника электрической энергии, его ЭДС, рабочий участок и его уравнение. Схемы замещения источника питания с идеализированными элементами: источником ЭДС; источником тока. Закон Ома. Законы Кирхгофа.
3. Передача энергии от активного двухполюсника к пассивному. Нагрузочные характеристики. Условие передачи максимальной мощности.
4. Основные топологические понятия разветвленных электрических цепей: ветвь, узел, дерево, контур, независимый контур. Граф электрической цепи.
5. Задача расчета разветвленной электрической цепи в классической постановке. Метод уравнений Кирхгофа. Баланс мощностей цепи.
6. Обоснование метода контурных токов. Особенности составления контурных уравнений для схем с источниками тока.
7. Обоснование метода узловых потенциалов. Особенности составления узловых уравнений для схем, содержащих ветви только с источниками ЭДС.
8. Обоснование принципа наложения. Входное и взаимное сопротивления. Входная и взаимная проводимости.
9. Эквивалентные преобразования электрических цепей. Вывод соотношений для эквивалентных пассивных трехполюсников, представленных звездой или треугольником.
10. Теорема об эквивалентном генераторе и ее доказательство. Метод эквивалентного генератора.
11. Переменные токи, их мгновенные значения, классификация. Синусоидальный ток и его характеристики: период, частота, фаза, начальная фаза, круговая частота.
12. Изображение переменного тока вращающимся вектором.
13. Действующее и среднее значение синусоидального тока. Коэффициенты амплитуды и формы.
14. Синусоидальный ток в резистивном элементе: связь мгновенных, амплитудных, действующих значений напряжения и тока. Волновая и векторная диаграммы цепи с активным сопротивлением. Мгновенная мощность. Средняя (активная) мощность  $P$ .
15. Синусоидальный ток в индуктивности: связь мгновенных, амплитудных, действующих значений напряжения и тока. Индуктивное сопротивление. Волновая и векторная диаграммы цепи с индуктивностью. Мгновенная мощность, индуктивная мощность  $Q_L$ .
16. Синусоидальный ток в емкости: связь мгновенных, амплитудных, действующих значений напряжения и тока. Емкостное сопротивление. Волновая и векторная диаграммы цепи с емкостью. Мгновенная мощность, индуктивная мощность  $Q_C$ .
17. Последовательное соединение  $R$ ,  $L$ ,  $C$  при синусоидальном токе. Уравнения Кирхгофа для мгновенных значений. Треугольник напряжений, активные и реактивные составляющие. Треугольник сопротивлений. Сдвиг фаз. Колебания энергии. Треугольник мощностей. Коэффициент мощности.
18. Резонансные явления в последовательном контуре  $R$ ,  $L$ ,  $C$ . Резонансные кривые при изменении реактивного сопротивления. Частотные характеристики последовательного контура. Добротность. Избирательность.
19. Параллельное соединение ветвей при переменном токе. Треугольник токов, активная и реактивная составляющие. Треугольник проводимостей. Эквивалентная ветвь. Многоугольник мощностей. Баланс мощности.

20. Резонансные явления в параллельном контуре. Частотные характеристики параллельного контура без потерь.
21. Расчет цепей переменного тока при смешанном соединении методом проводимостей, методом векторных диаграмм. Построение полных векторных диаграмм.
22. Основы комплексного метода расчета цепей переменного тока. Комплексные амплитуды, сопротивления. Закон Ома и законы Кирхгофа в комплексной форме. Топографические диаграммы комплексных потенциалов, токов, напряжений. Мощности в комплексной форме.
23. Передача энергии по линии переменного тока.
24. Взаимная индуктивность катушек. Одноименные зажимы, их разметка. Выбор направления ЭДС и напряжения взаимной индукции. Коэффициент связи.
25. Последовательное соединение индуктивно-связанных катушек при согласном и встречном включении. Расчет, векторные диаграммы.
26. Параллельное соединение индуктивно – связанных элементов. Передача энергии магнитным полем.
27. Расчет разветвленных цепей с индуктивными связями методом уравнений Кирхгофа. Баланс мощностей. Особенности применения МКТ и МУП, метода преобразований.
28. Устранение (развязка) индуктивных связей.
29. Линейный трансформатор. Его уравнения. Векторная диаграмма. Схемы замещения трансформатора, вносимые сопротивления.
30. Принцип действия трехфазного генератора. Симметричная система ЭДС. Порядок чередования фаз. Соединение фаз генератора в звезду, соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами. Соединение фаз генератора в треугольник, соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами.
31. Соединение звезда – звезда без нулевого провода: общая методика расчета, симметричный режим, его векторная диаграмма, схема замещения. Активная, реактивная, полная мощности симметричного приемника.
32. Особые случаи несимметрии в системе звезда – звезда без нулевого провода (обрыв провода, короткое замыкание). Анализ работы при питании осветительной нагрузки.
33. Симметричный режим четырехпроводной системы с нулевым проводом. Особые случаи несимметрии. Анализ работы при питании осветительной нагрузки.
34. Соединение треугольник – треугольник, общая методика расчета. Симметричный режим, его векторная диаграмма, схема замещения. Активная, реактивная, полная мощности симметричного приемника.
35. Особые случаи несимметрии в системе треугольник – треугольник. Анализ работы при питании осветительной нагрузки.
36. Расчет симметричных трехфазных цепей, обоснование схемы замещения для одной фазы. Потеря напряжения в трехфазной линии электропередачи.
37. Расчет разветвленных трехфазных цепей при несимметричной нагрузке.
38. Получение вращающегося магнитного поля.
39. Основы метода симметричных составляющих, разложение несимметричной системы трех векторов на симметричные составляющие.
40. Некоторые свойства трехфазных цепей в отношении симметричных составляющих.
41. Расчет симметричных трехфазных цепей при питании от несимметричной системы напряжений. Степень несимметрии напряжений.
42. Общий случай расчета трехфазной цепи методом симметричных составляющих при наличии несимметричных нагрузок.
43. Несинусоидальные периодические кривые, их аналитическое и приближенное разложение в ряд Фурье. Свойства разложений симметричных кривых.
44. Действующее, среднее значения несинусоидальных напряжений и токов. Коэффициенты, характеризующие несинусоидальные кривые. Показания приборов различных систем.
45. Мощности в цепях несинусоидального тока. Эквивалентные синусоиды. Векторные диаграммы для эквивалентных синусоид.

46. Высшие гармоники в трехфазных цепях, системы ЭДС прямой, обратной и нулевой последовательности.
47. Возникновения ПП. Законы коммутации.
48. Расчет ПП в цепях постоянного тока с индуктивностью, с емкостью.
49. Расчет ПП в цепях синусоидального тока с индуктивностью, с емкостью.
50. Расчет апериодического ПП заряда конденсатора.
51. Расчет периодического процесса заряда конденсатора.
52. Операторный метод расчета ПП. Операторные схемы замещения.
53. Интеграл Дюамеля.
54. Системы уравнений четырехполюсников. Форма «А».
55. Определение коэффициентов в форме «А» для Т-схемы, для П-схемы.
56. Экспериментальное определение коэффициентов в форме «А».
57. Характеристические параметры четырехполюсника.
58. Общая характеристика нелинейных элементов (НЭ). Статическое и дифференциальное сопротивление НЭ.
59. Графический метод расчета нелинейных цепей при последовательном соединении НЭ.
60. Графический метод расчета нелинейных цепей при параллельном соединении НЭ.
61. Графический метод расчета нелинейных цепей при смешанном соединении НЭ.
62. Расчет нелинейных цепей методом двух узлов.
63. Использование метода эквивалентного генератора для расчета нелинейных цепей.
64. Магнитные цепи постоянного тока: основные характеристики магнитного поля и магнитных цепей.
65. Закон непрерывности линий магнитной индукции и закон полного тока.
66. Закон Ома и законы Кирхгофа для магнитных цепей.
67. Расчет неразветвленных магнитных цепей (прямая и обратная задачи).
68. Расчет разветвленных магнитных цепей (прямая и обратная задачи).
69. Цепи переменного тока с ферромагнитным сердечником. Форма кривых напряжения, тока, магнитного потока идеальной катушки со стальным сердечником при питании от источника синусоидального напряжения.
70. Форма кривых напряжения, тока, магнитного потока идеальной катушки со стальным сердечником при питании от источника синусоидального тока.
71. Расчет тока идеальной катушки со стальным сердечником.
72. Форма кривых напряжения, тока, магнитного потока катушки со стальным сердечником при учете потерь на гистерезис.
73. Потери в стали на перемагничивание.
74. Схемы замещения реальной катушки со стальным сердечником. Расчет тока катушки, построение векторной диаграммы.
75. Феррорезонанс напряжений и токов.
76. Ферромагнитный стабилизатор напряжения.
77. Расчет цепей переменного тока с диодами.
78. Выпрямление однофазного переменного тока.
79. Выпрямление трёхфазного переменного тока.

### Пример экзаменационного билета ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Программа подготовки:

бакалавриат

(бакалавриат, специалитет, магистратура)

Направление подготовки (специальность):

27.03.04 Управление в технических системах

(код, название)

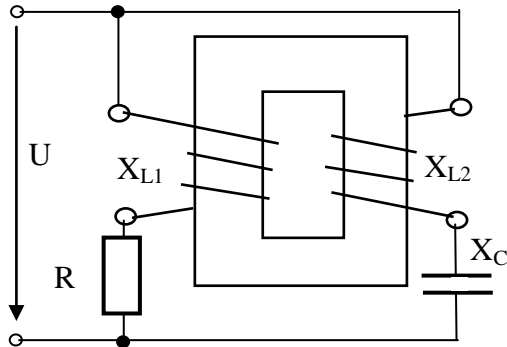
Профиль:

Техническая кибернетика и информатика

(название)

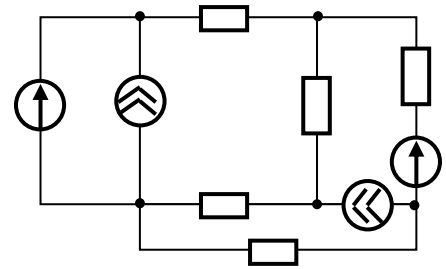
**БИЛЕТ №2**

1. Показать составление баланса мощностей на примере цепи постоянного тока. (20 баллов)



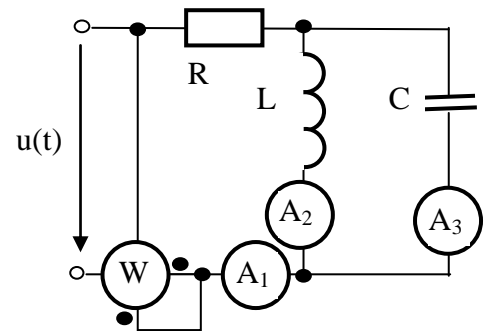
2.  $U = 220 \text{ В}$ ;  $X_{L1} = 20 \text{ Ом}$ ;  
 $X_{L2} = X_C = 30 \text{ Ом}$ ;  
 $X_M = 10 \text{ Ом}$ ;  $R = 40 \text{ Ом}$ .

Определить мгновенные значения всех токов. Построить полную векторную диаграмму. (40 баллов)



3.  $u(t) = 20 + 30\sqrt{2} \sin(\omega t - 20^\circ) + 20\sqrt{2} \sin(3\omega t + 90^\circ) \text{ В}$ ,  
 $\omega = 200 \text{ рад/с}$ ;  $R = 20 \text{ Ом}$ ;  
 $L = 0,15 \text{ Гн}$ ;  $C = 167 \text{ мкФ}$ .

Определить показания приборов электродинамической системы. Построить график тока  $i_1(t)$ . (40 баллов)



Утверждено на заседании кафедры электромеханики и ТОО,  
протокол № \_\_\_ от \_\_. \_\_. 20\_\_ г.

Зав. кафедрой

Журавель Е.А.

Экзаменатор

Журавель Е.А.

**КРИТЕРИИ**

**оценивания экзаменационной работы**

по дисциплине «Теория электрических цепей»

для обучающихся по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах  
(профиль: Техническая кибернетика и информатика)

К сдаче экзамена допускаются студенты, сдавшие отчёты по всем лабораторным работам и выполнившие индивидуальное задание. Экзаменационная оценка выставляется по результатам написанной студентом во время экзамена работы (максимум 100 баллов). В билете после каждого задания в скобках указано максимальное количество баллов по данному заданию.

**4.3 Критерии оценивания**

Студенты заочной формы обучения допускаются к сдаче экзамена при условии выполнения контрольной работы.

Экзаменационная оценка выставляется по результатам написанной студентом во время экзамена работы. Критерии оценивания экзаменационной работы приведены в п. 4.2.

**Текущий контроль** знаний студентов очной формы обучения производится во время контрольных опросов в ходе проведения лабораторных занятий.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:



Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично / зачтено
80-89	B	Хорошо / зачтено
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	Удовлетворительно / зачтено
35-59	FX	
0-34	F*	Неудовлетворительно / не зачтено

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### **4.4 Пример текущего опроса на лабораторном занятии по теме «Исследование катушки со стальным сердечником»**

Ответьте на вопросы № (указываются 5 вопросов из приведенного списка)

1. Каково назначение сердечников в трансформаторах и электрических машинах. Из какого материала они выполняются и по какой причине?
2. Почему сердечники трансформаторов и электрических машин выполняются шихтованными из отдельных, изолированных друг от друга, тонких листов?
3. Нарисуйте схемы замещения реальной катушки со стальным сердечником и опишите каждый элемент схемы.
4. Нарисуйте векторную диаграмму реальной катушки со сталью.
5. Нарисуйте вольтамперную характеристику катушки со сталью и объясните, почему она имеет именно такой вид.
6. Как и почему изменяется ток катушки со сталью при увеличении воздушного зазора в сердечнике?
7. Как и почему изменяется ток катушки со сталью при изменении питающего напряжения?
8. Как и почему зависит полное сопротивление катушки со сталью от питающего напряжения?
9. Какие виды потерь имеются в стали? Приносят они пользу или вред в электрических машинах и трансформаторах? Если вред, то как бороться с ними?
10. Какие виды потерь имеются в стали? Как они зависят от питающего напряжения, частоты, индукции в сердечнике?
11. Перечислите виды потерь в реальной катушке со сталью?
12. В каком соотношении между собой находятся основной магнитный поток и поток рассеяния? Объясните причину такого соотношения.
13. Можно ли трансформатор подключать к источнику постоянной ЭДС, напряжение которого соизмеримо с величиной номинального переменного напряжения трансформатора? Ответ объяснить.

### **5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### ***I. Основная литература***

1 621.3 Б53 Бессонов Л.А.

Теоретические основы электротехники. Электрические цепи [Электронный ре-

курс] : учебник для бакалавров / Бессонов Лев Алексеевич ; Л.А. Бессонов. - 12-е изд., испр. и доп. - 297 Мб. - Москва : Юрайт, 2016. - 1 файл. - (Бакалавр. Углубленный курс). - Систем. требования: Acrobat Reader.

URL: <http://ed.donntu.ru/books/20/cd9856.pdf>

2 621.3 А76 Аполлонский С.М.

Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Электроэнергетика и электротехника", "Электроника и микроэлектроника" / Аполлонский Станислав Михайлович, Виноградов Александр Леонидович ; С.М. Аполлонский, А.Л. Виноградов. - 4 Мб. - Москва : КНОРУС, 2016. - 1 файл. - (Бакалавриат). - Систем. требования: Acrobat Reader.

URL: <http://ed.donntu.ru/books/20/cd9850.pdf>

## ***II. Дополнительная литература***

3 621.3 М33 Матвиенко В.А.

Основы теории цепей [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Матвиенко Виталий Александрович ; В.А. Матвиенко. - 4 Мб. - Екатеринбург : УМЦ УПИ, 2016. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

URL: <http://ed.donntu.ru/books/20/cd9860.pdf>

4 621.3 Б28 Батура М.П.

Теория электрических цепей [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Батура Михаил Павлович, Кузнецов Александр Петрович, Курулев Александр Петрович ; М.П. Батура, А.П. Кузнецов, А.П. Курулев ; под общ. ред. А.П. Курулева. - 3-е изд., перераб. - 23 Мб. - Минск : Вышэйшая школа, 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

URL: <http://ed.donntu.ru/books/20/cd9851.pdf>

5 621.3 Н50 Немцов М.В.

Электротехника [Электронный ресурс] : учебник для вузов : в 2 кн. Кн. 2 / Немцов Михаил Васильевич ; М.В. Немцов. - 54 Мб. - Москва : ИЦ "Академия", 2014. - 1 файл. - (Высшее образование. Бакалавриат). - Систем. требования: Acrobat Reader

URL: <http://ed.donntu.ru/books/20/cd9853.pdf>

## **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:**

6 Лабораторный практикум по теоретический электротехнике [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донецкий национальный технический университет" ; ГОУ ВПО "ДонНТУ" ; сост.: В.Ф. Денник и др. - 2 Мб. - Донецк: ДонНТУ, 2016. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

URL: <http://ea.donntu.ru/handle/123456789/31105> .

7 Теоретические основы электротехники. Применение современных вычислительных средств : учеб. пособие / А. В. Корощенко [и др.]. Донецк : ДонНТУ, 2016. 186 с.

**URL:** <http://ed.donntu.ru/books/cd3210.pdf> .

8 Сборник задач по теоретической электротехнике. Ч. 1 : учеб. пособие для обучающихся образоват. учреждений высш. проф. образования / А. В. Корощенко, Е. А. Журавель, В. Х. Антамонов ; ГОУВПО «ДОННТУ». – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана.

**URL:** <http://ed.donntu.ru/books/21/cd10254.pdf> .

9 Сборник задач по теоретической электротехнике. Ч. 2 : учеб. пособие для обучающихся образоват. учреждений высш. проф. образования / А. В. Корощенко, Е. А. Журавель, В. Х. Антамонов и др. ; ГОУВПО «ДОННТУ». – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента).

10 Методические указания и индивидуальные задания по теоретической электротехнике [Электронный ресурс] : для студентов программы профессионального образования «бакалавриат» по направлениям подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», 11.03.01. «Радиотехника», 10.03.01 «Информационная безопасность», 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», 01.03.04 «Прикладная математика» заочной формы обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электромеханики и ТОЭ ; сост.: А. В. Корощенко, Е. А. Журавель, В. Е. Михайлов [и др.]. – Электрон. дан. (1 файл: 1,5 Мб). - Донецк : ДОННТУ, 2017. – Систем. Требования: Acrobat Reader.

**URL:** <http://ea.donntu.ru/handle/123456789/33802>

**Электронно-информационные ресурсы**

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.rug/library>

ЭБС - <http://iprbookshop.ru>

**Internet-ресурсы**

[http://rgr-toe.ru/file\\_archive/11/101/](http://rgr-toe.ru/file_archive/11/101/)

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Лекционные занятия:**

Учебная аудитория №1.101 учебный корпус 1, для проведения занятий лекционного типа (мультимедийное оборудование), экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты.). Аудитория должна соответствовать стандартным требованиям, предъявляемым к лекционным аудиториям. К оснащению лекционных аудиторий дополнительные требования не предъявляются.

### **7.2 Лабораторные работы и практические занятия:**

Учебная аудитория 8.211 учебный корпус 8 (доска классная, 16 специализированных стендов для лабораторных работ, амперметры, вольтметры, однофазные ваттметры, автотрансформаторы, комплекты измерительных приборов К-50, катушки индуктивности, реостаты, магазины сопротивлений). Для эффективной работы студент может использовать пакеты ПО общего назначения (Microsoft Word; Microsoft Excel), специализированные программы (MathCAD). По выполненным лабораторным работам студент составляет отчеты. Отчёт оформляется на листах формата А4 в соответствии с требованиями, предъявляемыми кафедрой электромеханики и ТОЭ к отчётам о лабораторных работах. Защита отчётов происходит публично на аудиторном занятии преподавателю, ведущему занятия. Имеются бланки отчётов о лабораторных работах на электронном носителе.

### **7.3 Самостоятельная работа:**

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС - Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 - общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).