

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.18.02
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические основы электротехники 2

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

направленность (профиль)
Проектирование и эксплуатация беспилотных летательных аппаратов

Форма обучения: заочная

Год набора: 2024

Общая трудоемкость: 5 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	4	Итого
Форма контроля	зачет с оценкой	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные		
Практические		
Руководство: РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	4,25	4,25
Самостоятельная работа	172	172
Контроль	3,75	3,75
Итого	180	180

Рабочую программу составил(и):

доцент кафедры «Электроснабжение и электротехника», Шлыков С.В.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2029 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор Института беспилотной авиации и беспилотных мобильных систем

«__» _____ 20__ г.

(подпись)

А.А. Шевцов

(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 3 от «20» сентября 2023 г)

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – изучение электромагнитных явлений в цепях, представленными идеализированными элементами схем замещения при различных воздействиях и режимах; ознакомиться с терминологией и символикой теории нелинейных электрических и магнитных цепей, цепей с распределенными параметрами, в установившемся и динамическом режимах; изучение методов расчета, анализа и моделирования нелинейных электрических и магнитных цепей, цепей с распределенными параметрами, в установившемся и динамическом режимах с использованием схем замещения; освоение способов записи уравнений состояния элементов и участков цепей в динамических режимах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Высшая математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники 1».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Математические методы анализа и расчета электронных схем», «Схемотехника», «Основы регулирования и управления электронными устройствами» и другие специальные дисциплины.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.2 Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Знать: основы теории нелинейных электрических и магнитных цепей; основы теории переходных процессов в электрических цепях; основы теории четырехполюсников и длинных линий
		Уметь: проводить анализ и моделировать нелинейные электрические цепи; анализ переходных процессов в цепях с сосредоточенными и распределёнными параметрами
		Владеть: навыками работы с программами математических и компьютерных моделей

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Теоретические основы электротехники 2	Лек.	1. Классический метод расчёта переходных процессов. Примеры 2. Примеры решения задач классическим методом 3. Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях с двумя реактивными элементами классическим методом. Некорректные коммутации. Метод переменных состояния. 4. Общие сведения об операторном методе. Алгоритм расчета. Интеграл Дюамеля. Алгоритм расчета. Примеры 5. Общие сведения о магнитных цепях. Свойства ферромагнитных материалов. Основные законы магнитных цепей. Неразветвленная магнитная цепь 6. Анализ цепей постоянного тока с нелинейными резистивными элементами 7. Нелинейные цепи переменного тока 8. Периодические несинусоидальные токи в линейных электрических цепях 9. Определение и классификация четырехполюсников. Входное сопротивление и вторичные параметры четырехполюсника	4	4	-	-	-

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		10. Основы теории электрических фильтров 11. Цепи с распределенными параметрами					
	Ср.	Изучение электронного учебника	4	80	5	-	Ознакомление с электронным учебником
	Ср.	Прохождение промежуточных тестов	4	20	10	-	Промежуточные тесты
	Ср.	Выполнение лабораторных работ	4	20	20		Лабораторная работа
	Ср.	Выполнение практических заданий	4	50	35	-	Практические задания
	Контроль	Подготовка к итоговому тесту	4	3,75	-	-	-
	ПА	Выполнение итогового теста	4	0,25	30	-	Итоговый тест
	Ср.	Анкетирование (бонусные баллы)	4	2	3	-	Анкета
Итого:				180	103		

5. Образовательные технологии

Технология	Формы обучения	Методы обучения
Технология традиционного обучения – организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционно-семинарско-зачетной формах обучения	Лекция. Лабораторная работа Самостоятельная работа. Индивидуальное домашнее задание.	Наглядные, словесные, практические.
Технология модульного обучения – организация учебного процесса для полного овладения содержанием образовательных программ на основе независимых учебных модулей с учетом индивидуальных интересов и возможностей субъектов образовательного процесса.	Лекция-консультация. Семинар с использованием метода анализа конкретных ситуаций.	Решение ситуационных задач. Презентационный метод. Самостоятельная работа. Консультация. Индивидуальная работа.
Технология	Формы и методы обучения	
Дистанционное обучение	Сетевая технология – изучение курса (учебной дисциплины) посредством электронных учебно-методических материалов, размещенных в обучающей среде с использованием компьютера, подключенного к сети Интернет. CD-технология – изучение курса (учебной дисциплины), представленного обучающемуся в виде автономной электронной обучающей системы и электронной версии учебно-методических материалов на CD-диске.	

6. Методические указания по освоению дисциплины

6.1. Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания при подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются темы и связанные с ними теоретические и практические вопросы расчета и анализа нелинейных электрических и магнитных цепей, цепей с сосредоточенными и распределенными параметрами в установившемся и динамическом режимах; даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим заданиям и лабораторным работам. Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, поэтому пропуски отдельных лекционных занятий не позволяют разобраться в последующих темах учебного курса. Обучающимся необходимо: перед каждым занятием просматривать конспекты лекций, ее основные вопросы; вспомнить сущность метода расчета и алгоритм решения задач; воспользоваться, при необходимости, списком рекомендованной литературы. При затруднениях в восприятии теоретического материала следует обратиться к конспектам лекций, к основным литературным источникам или задать вопросы преподавателю на практических и лабораторных занятиях.

6.3. Методические указания при выполнении практических заданий.

При выполнении практических заданий углубляются и закрепляются знания, умения и навыки обучающихся по методам расчета и моделирования нелинейных электрических и магнитных цепей, цепей с сосредоточенными и распределенными параметрами в

установившемся и динамическом режимах. Развиваются навыки использовать в расчетах электрических цепей пакеты прикладных математических программ, а также навыки создания компьютерных моделей. При выполнении практических заданий каждый обучающийся должен:

- изучить теоретические материалы по конспектам лекций;
- закрепить алгоритм решения задач определенным методом;
- подготовить список неясных вопросов по теоретической части учебного курса.

6.4. Методические указания при выполнении лабораторных работ.

При выполнении лабораторных работ происходит углубление обучающимися понимания процессов, происходящих в нелинейных электрических и магнитных цепях, цепях с сосредоточенными и распределенными параметрами в установившемся и динамическом режимах; приобретаются умения и навыки физического исследования нелинейных электрических и магнитных цепей в установившемся и динамических режимах; обучающиеся приобретают навыки диагностики и отыскания неисправности в электрических и магнитных цепях, а также при обработке экспериментальных данных. При подготовке к оформлению отчета по лабораторной работе каждый обучающийся должен:

- изучить теоретические материалы по конспектам лекций;
- закрепить алгоритм решения задач определенным методом.

6.5. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам, учебным пособиям и конспектам лекций с подготовкой к выполнению отчетов по лабораторным работам и практических заданий. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой учебного курса осуществляется при прохождении заданий промежуточных и итоговых тестов.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
4	ОПК – 1.2	Отчет по лабораторной работе №1 Практическое задание №1, №2, №3 Тестовые задания № 1 – 500. Вопросы к зачету № 1 – 63.

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Комплект отчетов по лабораторным работам

Лабораторная работа №1 «Испытание однофазного трансформатора»

Форма отчета по лабораторной работе №1

Цель работы: изучение устройства и принципа действия однофазного трансформатора

Оборудование: виртуальный лабораторный стенд

Схема:

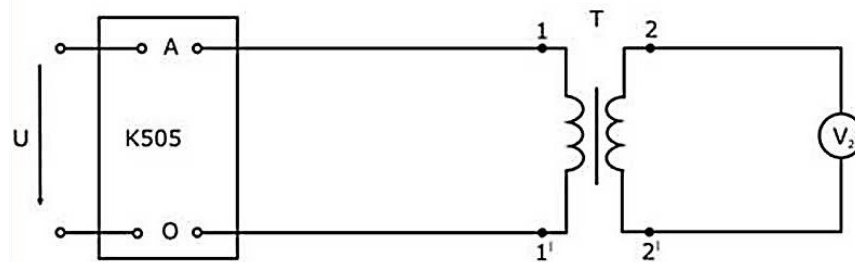


Рисунок 1. Схема проведения опыта холостого хода

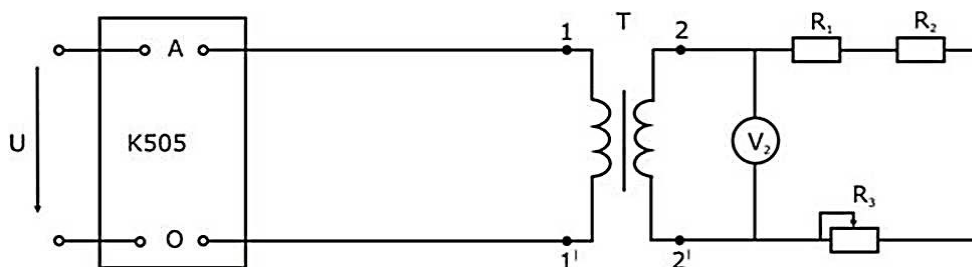


Рисунок 2. Схема для проведения нагрузочного режима трансформатора

Таблица 1 - Паспортные и расчётные данные режима холостого хода

Паспортные данные			Вычислено					
S_H , В·А	f , Гц	U_{1H} , В	U_{2H} , В	I_{1H} , А	I_{2H} , А	U_{K3} , %	$\Delta P_{ст}$, Вт	ΔP_M , Вт

Таблица 2 - Экспериментальные и расчётные данные режима холостого хода

Измерено				Вычислено					
U_{10} , В	U_{20} , В	P_0 , Вт	I_{10} , А	k	$\cos\varphi_0$	I_{10} , А	z_0 , Ом	R_0 , Ом	x_0 , Ом

Таблица 3 - Экспериментальные и расчётные данные режима короткого замыкания

Измерено				Вычислено					
U_{1k} , В	I_{1H} , А	I_{2H} , А	P_K , Вт	U_{1k} , В	z_k , Ом	R_k , Ом	x_k , Ом	R_1 , Ом	x_1 , Ом

Таблица 4 - Экспериментальные и расчётные данные нагрузочного режима

Измерено					Вычислено					
U_{1H} , В	I_1 , А	P_1 , Вт	U_2 , В	I_2 , А	η	$\cos\varphi_1$	P_2 , Вт	ΔU_2 , %	β	$\cos\varphi_2$

Зависимости $U_2(I_2)$, $\eta(I_2)$, $\cos\varphi_1(I_2)$, при $U_{1H} = \text{const}$.

Все графики могут быть выполнены с использованием спецсредств MSOffice или других приложений либо вычерчены вручную и сосканированы (сфотографированы).

Схема замещения трансформатора с параметрами элементов схемы замещения:

Выводы:

Ответы на контрольные вопросы:

Краткое описание и регламент выполнения

Отчет выполняется на листах формата А4. При выполнении физического эксперимента в виртуальной лаборатории, снимаются показания приборов и в дальнейшем они обрабатываются расчетным путем. По результатам вычислений выполняется определенная графическая часть отчета. Оформление отчета происходит обучающимся самостоятельно. Отчет по лабораторной работе содержит краткие теоретические сведения, графическую часть и обобщающий вывод.

Критерии оценки:

- 20 баллов выставляется обучающему, если выполнены все пункты исследования и содержится необходимая графическая часть, обобщающий вывод, ответы на контрольные вопросы;
- 16 баллов выставляется обучающему, если допущена мелкая ошибка в расчетных данных отчета по лабораторной работе или отсутствует вывод по работе;
- 12 баллов выставляется обучающему, если допущена грубая ошибка в расчетных данных отчета по лабораторной работе и отсутствует вывод по работе;

- 8 баллов выставляется обучающему, если допущена грубая ошибка в расчетных данных отчета по лабораторной работе, отсутствует вывод по работе и ответы на контрольные вопросы;
- 5 баллов выставляется обучающему, если допущена ошибка в экспериментальных данных отчета по лабораторной работе.
- 0 баллов выставляется обучающему, если допущена ошибка в экспериментальных и расчетных данных отчета по лабораторной работе, отсутствует вывод по работе и ответы на контрольные вопросы.

7.2.2. Комплект заданий, проверяемых вручную

Практическое задание № 1 «Электрические цепи несинусоидального периодического тока»

Задание

В заданной, согласно варианту, электрической цепи несинусоидального периодического тока необходимо:

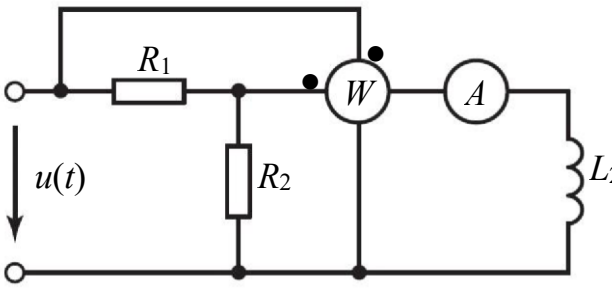
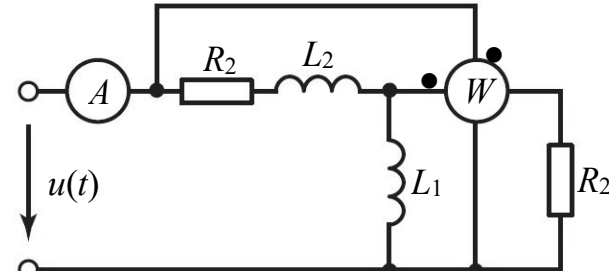
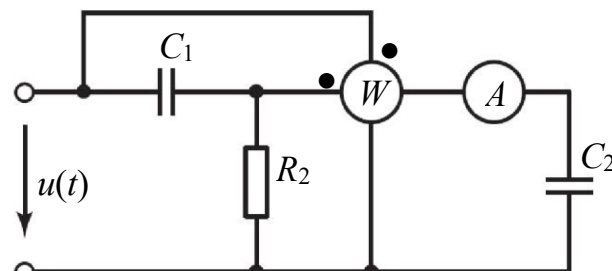
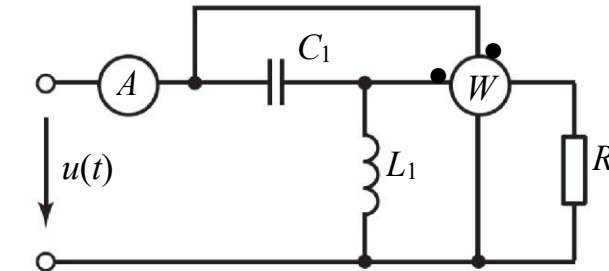
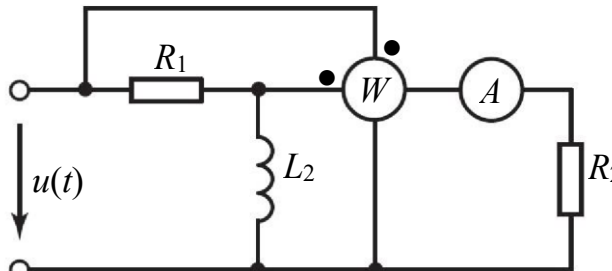
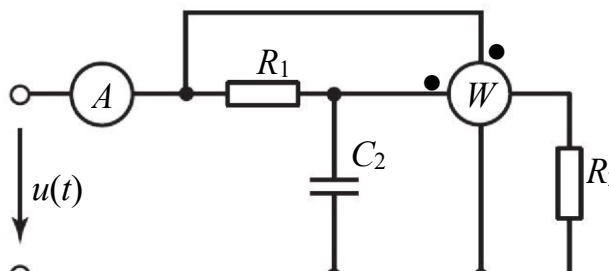
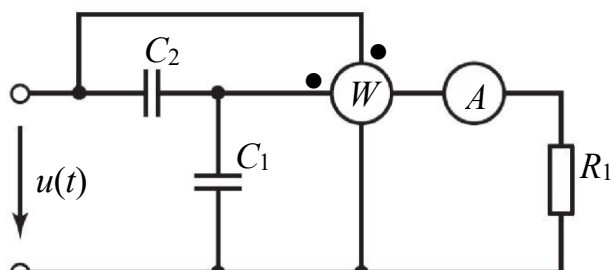
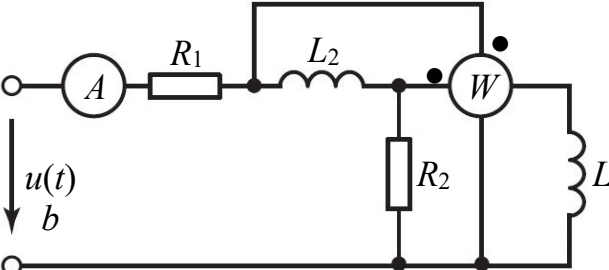
- определить показания приборов (ваттметра и амперметра) электромагнитной системы, конфигурация электрической цепи которой приведена в таблице 1;
- проверить баланс активных мощностей;
- построить временные зависимости напряжения $u(t)$ на входе цепи и тока амперметра $i_A(t)$;
- сделать необходимые выводы

Параметры цепи и закон изменения входного напряжения указаны в таблице 2.

Таблица 1. Конфигурация расчетной электрической цепи синусоидального тока

№ 1	№ 2
№ 3	№ 4

Продолжение таблицы 2

<p>№ 5</p> 	<p>№ 6</p> 
<p>№ 7</p> 	<p>№ 8</p> 
<p>№ 9</p> 	<p>№ 10</p> 
<p>№ 11</p> 	<p>№ 12</p> 

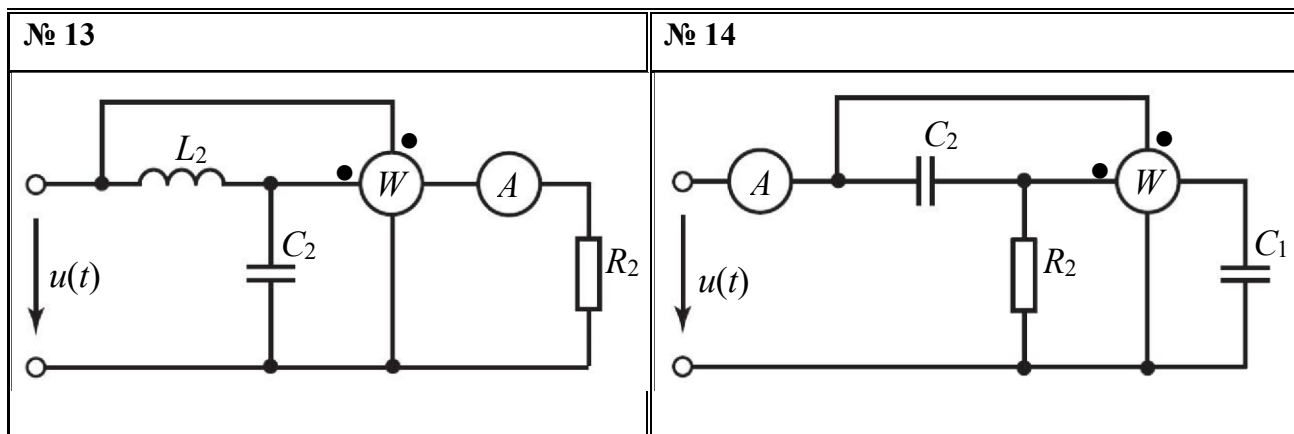


Таблица 2. Параметры электрической цепи синусоидального тока

№	R_1 , Ом	R_2 , Ом	L_1 , мГн	L_2 , мГн	C_1 , мкФ	C_2 , мкФ
Мгновенное значение напряжения $u(t)$, В						
1	80	50	200	500	100	50
2	100	120	600	400	50	40
3	90	45	150	250	60	100
4	60	80	200	100	50	70
5	50	40	150	200	25	50
6	55	45	100	90	30	60
7	40	50	80	60	70	40
8	45	35	50	70	50	80

9	30	40	50	30	90	60
10	25	15	20	40	80	100
11	25	30	35	25	70	60
12	40	35	30	40	40	50
13	45	60	55	35	40	30
14	70	80	50	100	30	15

Практическое задание № 2 «Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами с одним накопителем»

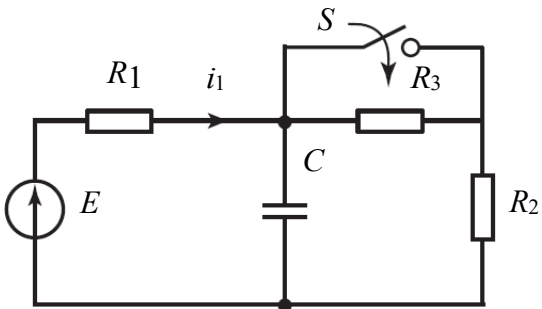
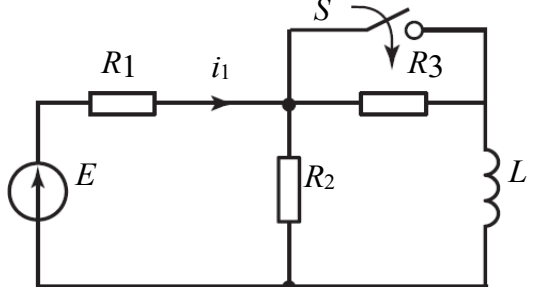
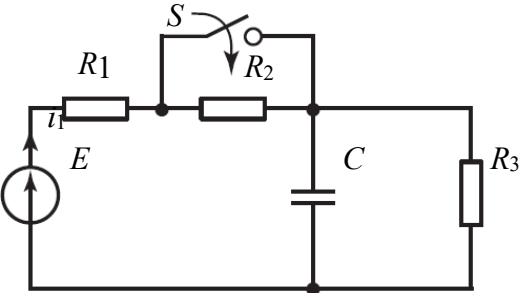
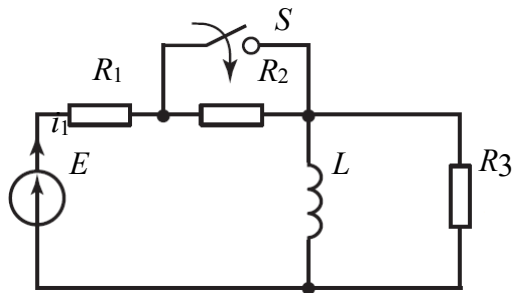
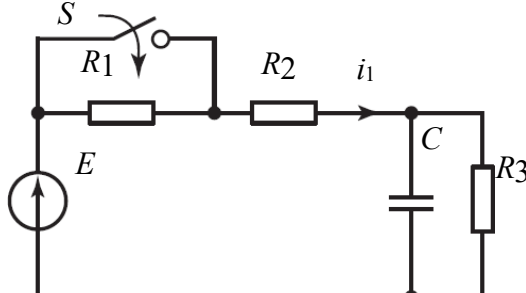
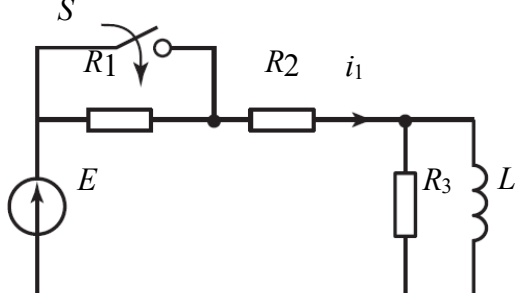
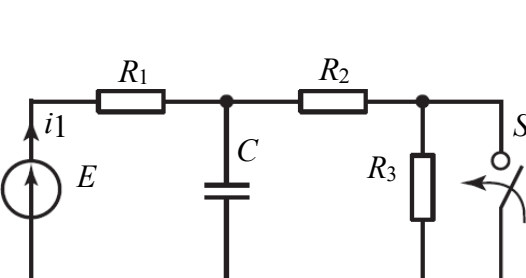
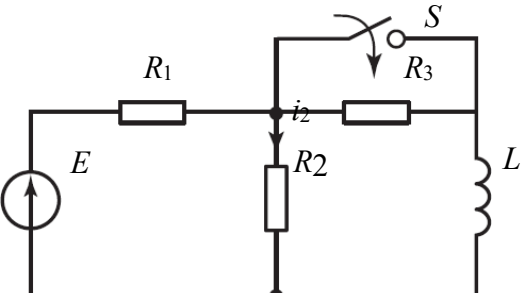
Задание

В заданной, согласно варианту, электрической цепи с сосредоточенными параметрами с одним накопителем рассчитать переходный процесс классическим методом. Для этого:

- определите установившееся значение тока до коммутации (для момента времени $t = 0_-$);
- определите принужденное значение тока $i_{\text{пр}}(t)$ (для $t = \infty$);
- составьте характеристическое уравнение $Z(p) = 0$. Определите корень характеристического уравнения, постоянную времени цепи и длительность переходного процесса;
- определите постоянную интегрирования A свободной составляющей тока $i_{\text{св}}(t)$;
- запишите закон изменения переходного тока $i(t) = i_{\text{пр}}(t) + i_{\text{св}}(t)$;
- постройте график принужденной и свободной составляющих переходного тока, а также переходного тока на временном интервале $t \in (-\tau; 5\tau)$.

Конфигурация и параметры расчетной электрической цепи приведены в таблице 3 и таблице 4, соответственно

Таблица 4. Конфигурация расчетной электрической цепи

<p>№ 1</p> 	<p>№ 2</p> 
<p>№ 3</p> 	<p>№ 4</p> 
<p>№ 5</p> 	<p>№ 6</p> 
<p>№ 7</p> 	<p>№ 8</p> 

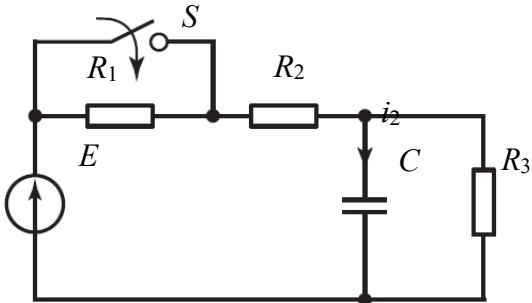
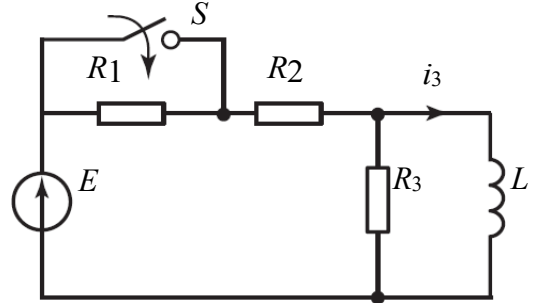
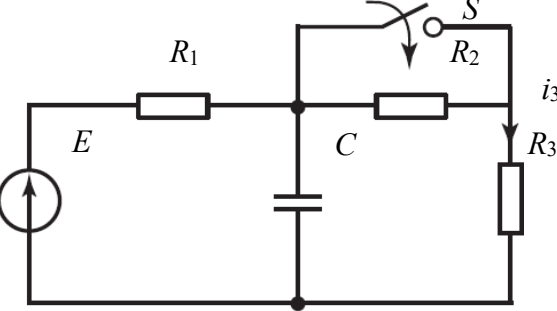
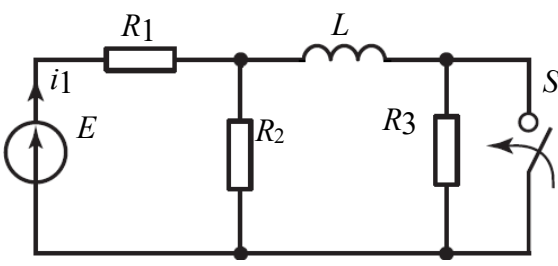
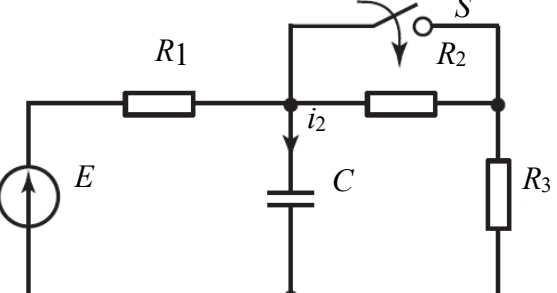
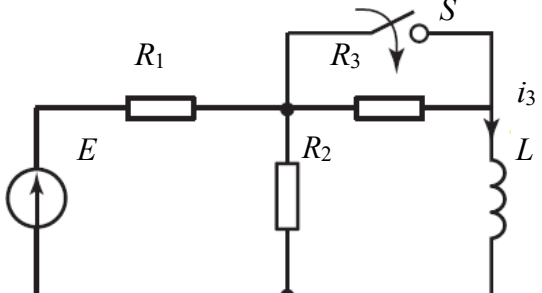
<p>№ 9</p>	<p>№ 10</p>
	
<p>№ 11</p>	<p>№ 12</p>
	
<p>№ 13</p>	<p>№ 14</p>
	

Таблица 4. Параметры расчетной электрической цепи

№	R_1	R_2	R_3	L	C	E
	Ом	Ом	Ом	мГн	мкФ	В
1	20	65	72	200	200	150
2	50	45	35	300	180	250
3	80	95	125	400	160	350
4	100	75	90	500	140	450
5	120	110	155	600	120	550
6	130	145	122	700	100	650
7	150	115	175	800	80	750
8	160	190	165	850	90	700
9	140	135	82	750	110	600
10	125	180	132	650	130	500
11	105	85	92	550	150	400
12	60	70	52	450	170	300
13	40	55	62	350	190	200
14	30	15	42	250	210	100

Практическое задание № 3 «Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами с двумя накопителями»

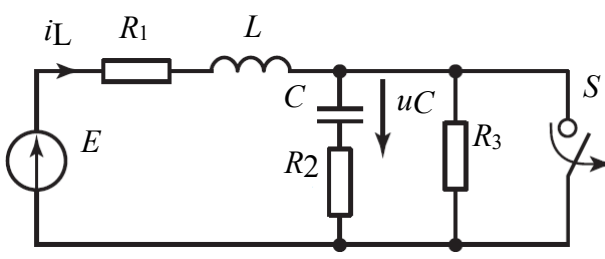
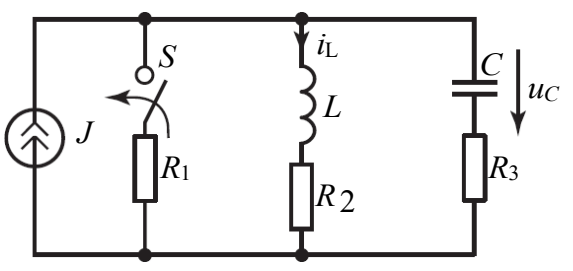
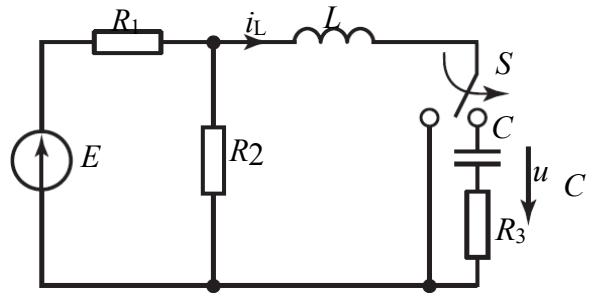
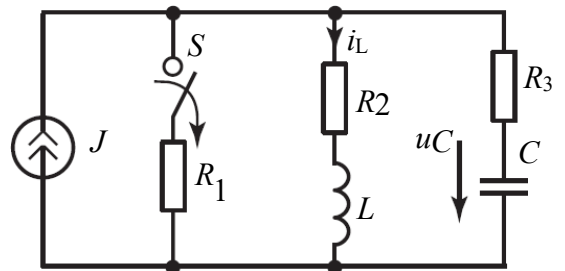
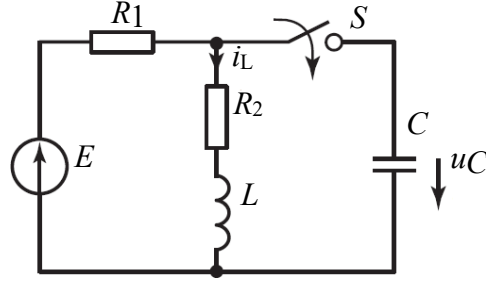
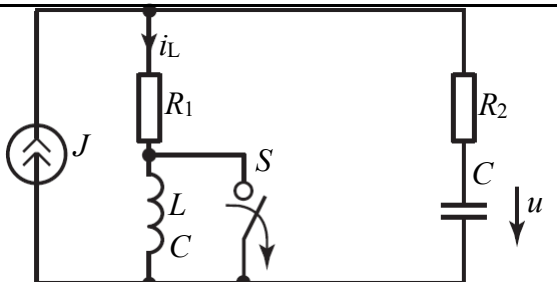
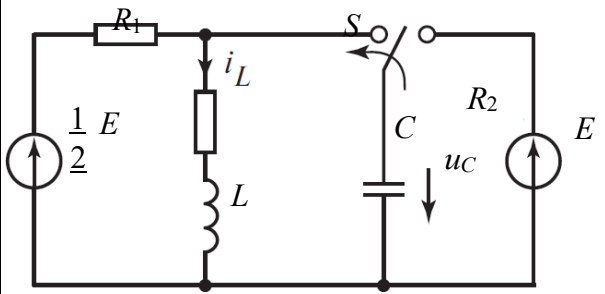
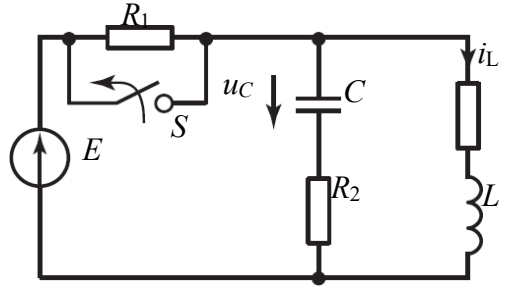
Задание

В заданной, согласно варианту, электрической цепи с сосредоточенными параметрами с двумя накопителем рассчитать начальные условия. Для этого:

- определить независимые начальные условия в электрической цепи (для момента времени $t = 0_+$);
- определить первые производные независимых начальных условий. (для момента времени $t = 0_+$);
- определить корни характеристического уравнения, постоянную времени цепи и длительность переходного процесса. Указать характер переходного процесса;
- составить операторную схему замещения переходного процесса.

Конфигурация и параметры расчетной электрической цепи приведены в таблице 5 и таблице 6, соответственно.

Таблица 6. Конфигурация расчетной электрической цепи

<p>№ 1</p> 	<p>№ 2</p> 
<p>№ 3</p> 	<p>№ 4</p> 
<p>№ 5</p> 	<p>№ 6</p> 
<p>№ 7</p> 	<p>№ 8</p> 

Продолжение таблицы 5

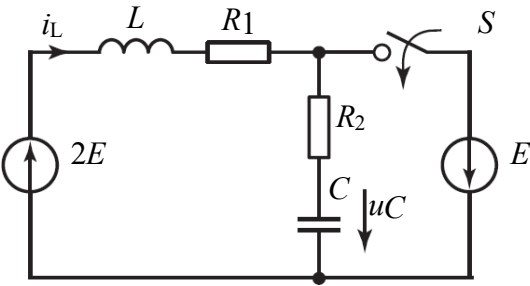
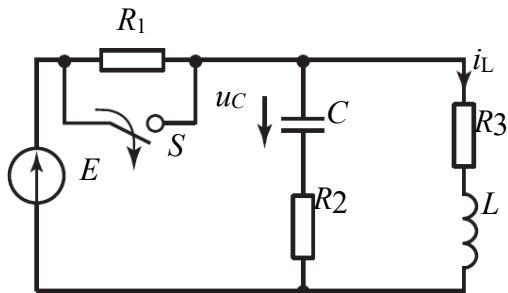
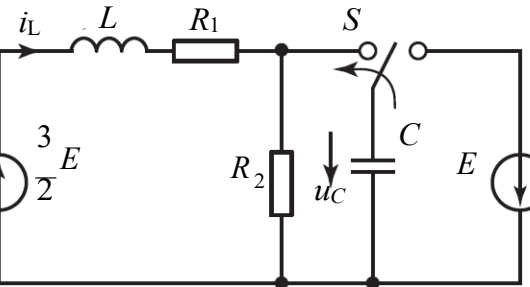
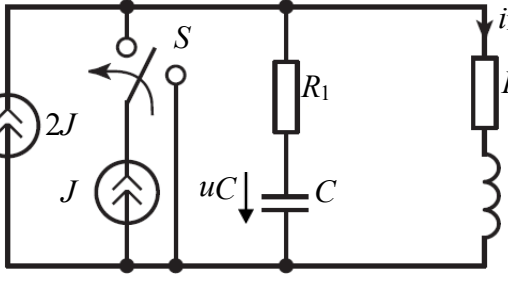
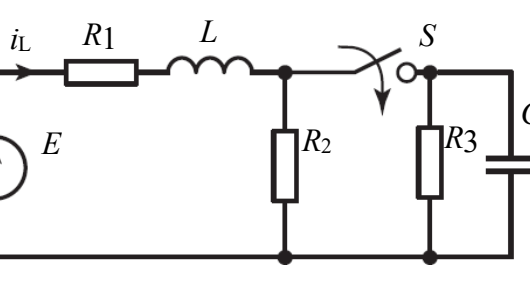
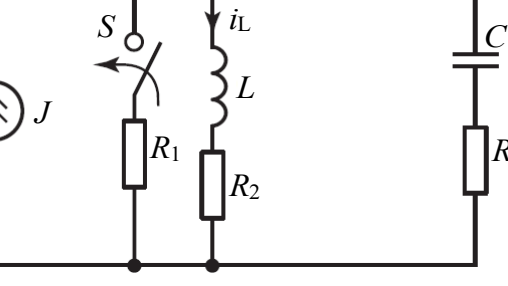
<p>№ 9</p> 	<p>№ 10</p> 
<p>№ 11</p> 	<p>№ 12</p> 
<p>№ 13</p> 	<p>№ 14</p> 

Таблица 7. Параметры расчетной электрической цепи

№	R_1	R_2	R_3	L	C	E	J
	Ом	Ом	Ом	мГн	мкФ	В	А
1	20	25	30	100	0,2	100	2
2	30	35	40	120	0,5	120	3
3	40	45	50	140	1	140	4
4	50	55	60	160	2	160	5
5	60	65	70	180	4	180	6
6	70	75	80	200	6	200	7
7	80	85	90	220	8	220	8
8	90	95	100	240	10	240	9
9	100	105	110	260	12	260	10
10	110	115	120	280	14	280	11
11	115	120	125	300	16	300	12
12	120	125	130	320	18	320	13
13	125	130	135	340	20	340	14
14	130	135	140	360	22	360	15

Краткое описание и регламент выполнения

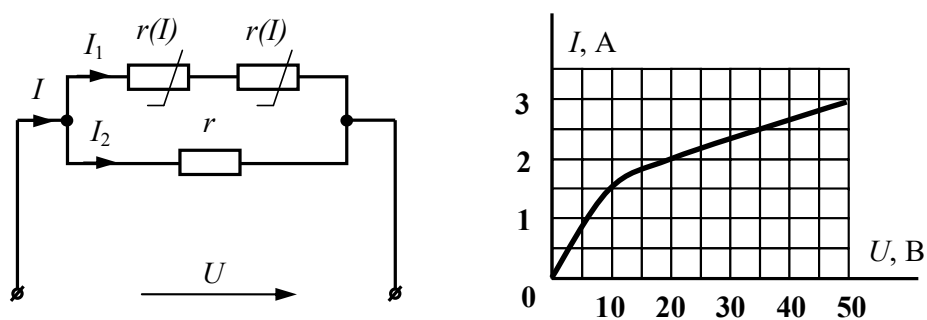
Практическое задание оформляется в электронном виде формата А4 и содержит расчетную, графическую части и обобщающий вывод. Необходимые для вычислений уравнения должны быть представлены в общем виде, а затем с подставленными числовыми значениями. Схемы, рисунки, графики, диаграммы должны быть выполнены в соответствии с ЕСКД.

Критерии оценки:

- правильное решение каждого практического задания, с подробным описанием выполняемых действий – суммарно 35 баллов;
- правильное решение каждого практического задания при отсутствии подробного описания выполняемых действий – суммарно 25 баллов;
- найдены мелкие ошибки в расчетах в каждом практическом задании – суммарно 15 баллов;
- найдены грубые ошибки в расчетах в каждом практическом задании – 10 баллов.
- вариант размещенного практического задания не соответствует варианту в методических указаниях к выполнению.

7.2.3. Комплект примерных тестовых заданий

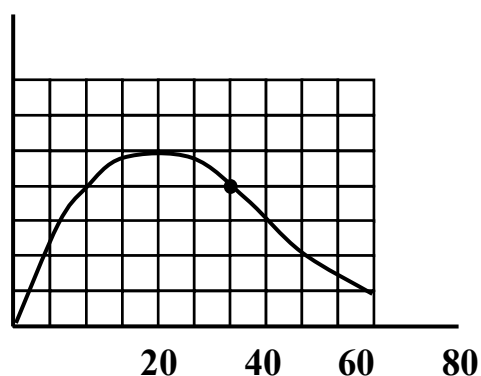
Задание 1



В нелинейной электрической цепи постоянного тока $I_2 = 4$ А, $r = 10$ Ом.

Ток I равен ... А.

Задание 2

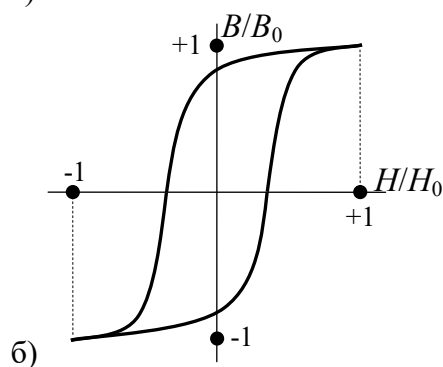
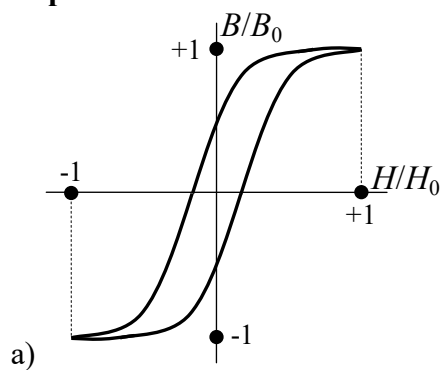


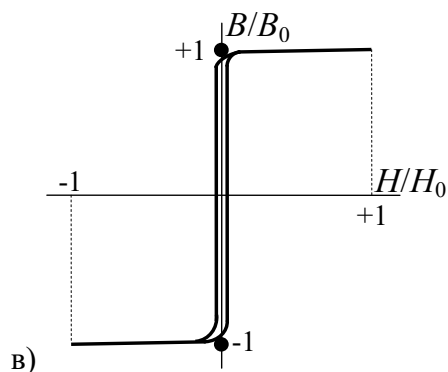
Определите динамическое сопротивление в рабочей точке А.

Задание 3

Предельная статическая петля гистерезиса ферромагнитного материала, у которой наибольшая остаточная магнитная индукция имеет вид...

Варианты ответов:

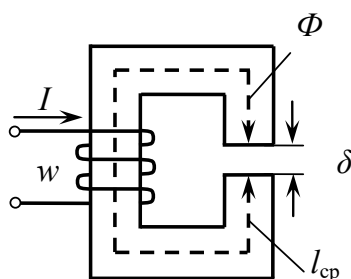




Задание 4

К обмотке катушки, имеющей $W = 5$ витков и $R = 8$ Ом, приложено постоянное напряжение $U = 40$ В. Величина МДС, создаваемая катушкой равна ... А.

Задание 5



МДС у приведенной магнитной цепи определяется уравнением ...

Варианты ответов:

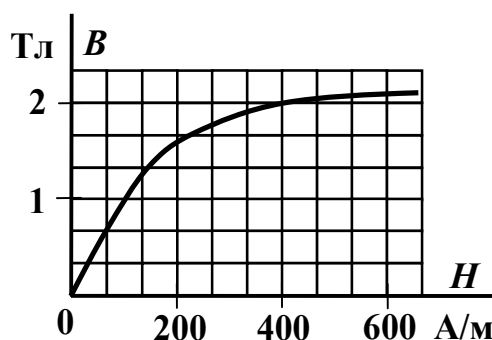
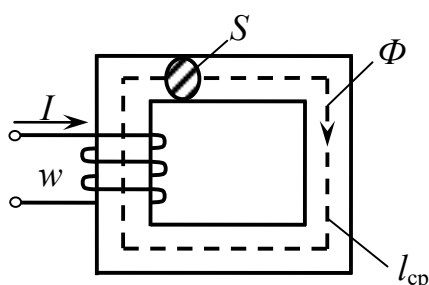
а) $Iw = \Phi l_{cp} + \Phi \delta$;

б) $Iw = H l_{cp} + H \delta$;

в) $Iw = B l_{cp} + B \delta$;

г) $Iw = \frac{H}{l_{cp}} + \frac{H \delta}{\delta}$.

Задание 6



Если величина МДС $F = 200$ А, длина средней линии $l_{cp} = 0,5$ м, площадь поперечного сечения магнитопровода $S = 1 \cdot 10^{-2}$ м² и дана основная кривая намагничивания материала сердечника, то магнитный поток Φ составит...

Задание 7

К катушке с ферромагнитным сердечником с числом витков W приложено напряжение $u = U_m \sin \omega t$. Выражение, для определения магнитного потока в сердечнике по закону электромагнитной индукции имеет вид ...

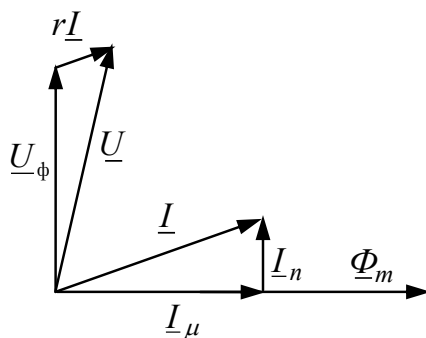
Варианты ответов:

а) $\Phi = \frac{U_m}{w\omega} \sin(\omega t + 90^\circ)$;

б) $\Phi = \frac{U_m}{w\omega} \sin \omega t$;

в) $\Phi = \frac{U_m}{w\omega} \sin(\omega t - 90^\circ)$;

г) $\Phi = \frac{U_m}{\omega} \sin(\omega t + 90^\circ)$.

Задание 8

В магнитной цепи с переменной МДС напряжение \underline{U} , согласно векторной диаграмме, найдется из уравнения ...

Варианты ответов:

а) $\underline{U} = jx_s \underline{I} + \underline{U}_\phi$

б) $\underline{U} = r \underline{I} + jx_s \underline{I} + \underline{U}_\phi$

в) $\underline{U} = r \underline{I} + \underline{U}_\phi$

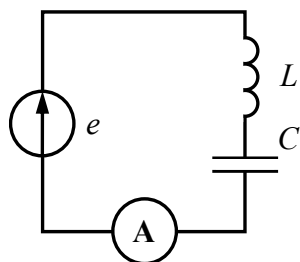
г) $\underline{U} = r \underline{I} + jx_s \underline{I} - \underline{U}_\phi$

Задание 9

Несинусоидальное напряжение, представлено рядом Фурье:
 $u = 80\sqrt{2} \cos(\omega t) + 26\sqrt{2} \cos(2\omega t)$.

Действующее значение напряжения равно ... В.

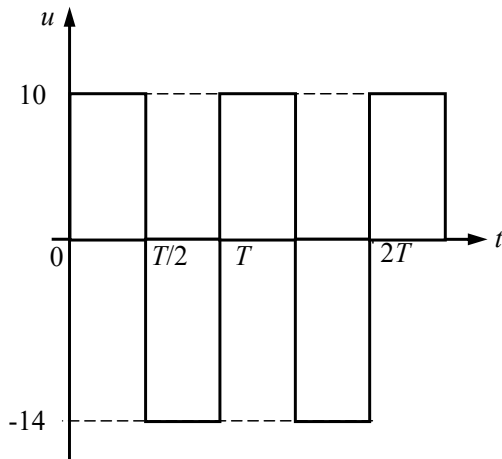
Ответ округлите до целых чисел.

Задание 10

Определить показание амперметра электромагнитной системы, если

$$e = 100 + 200\sqrt{2} \sin(3\omega t) + 150\sqrt{2} \sin(4\omega t) \text{ В}, \quad \omega L = 10 \text{ Ом}, \quad \frac{1}{\omega C} = 120 \text{ Ом}.$$

Задание 11



Определите постоянную составляющую несинусоидального периодического напряжения.

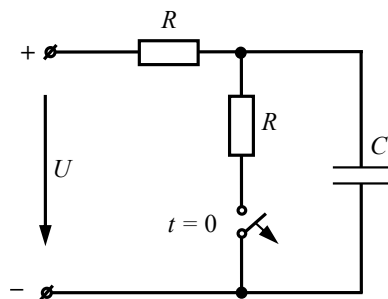
Задание 12

Несинусоидальное напряжение, представлено рядом Фурье:

$$u = 230 \cos(200t + 34^\circ) + 94 \cos(600t + 18^\circ) + 42 \cos(1000t - 6^\circ).$$

Угловая частота пятой гармоники напряжения равна ... c^{-1} .

Задание 13

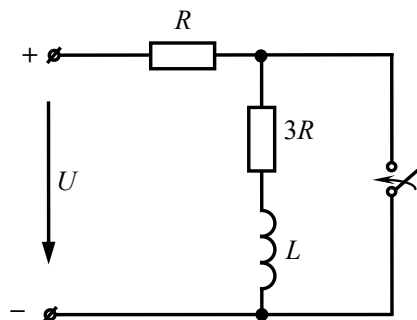


Независимое начальное условие записывается выражением ...

Варианты ответов:

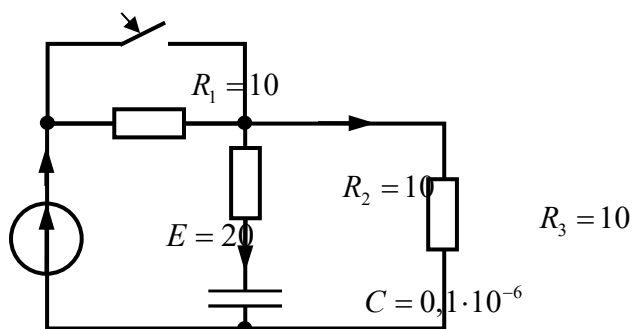
- а) $i_C(0_-) = i_C(0_+) = U/R$;
- б) $u_C(0_-) = u_C(0_+) = U$;
- в) $i_C(0_-) = i_C(0_+) = U/(2R)$;
- г) $u_C(0_-) = u_C(0_+) = U/2$.

Задание 14



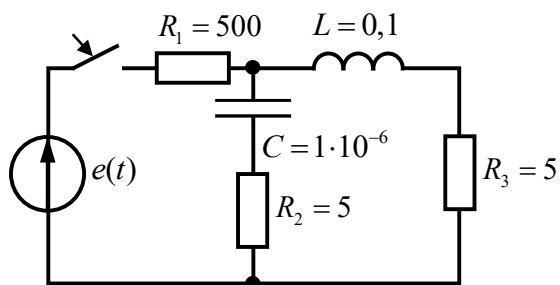
Если в электрической цепи $R = 2$ Ом, $L = 0,6$ Гн, то постоянная времени переходного процесса τ составит ... с.

Задание 15



В момент коммутации $t = 0_+$ значение тока $i_2(0_+)$ равно ...

Задание 16

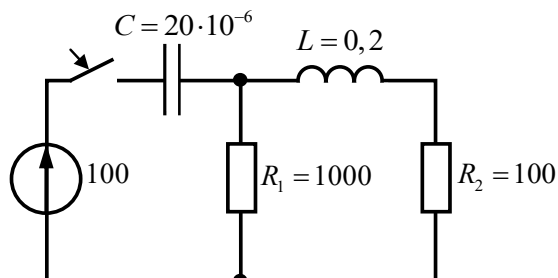


Характер переходного процесса в электрической цепи ...

Варианты ответов:

- а) апериодический
- б) критический
- в) колебательный

Задание 17



Найдите значения $u_C(0_+)$ и $u_C'(0_+)$ для численного решения дифференциального уравнения второго порядка относительно u_C в заданной цепи ...

Варианты ответов:

- а) 0 В; 100 В/с;
- б) 0 В; 5000 В/с;
- в) 0 В; 500 В/с;
- г) 100 В; 0 В/с.

Задание 18

$$\frac{du_{C2}}{dt} = a_1 u_{C1} + a_2 u_{C2} + a_3 u_{R1} + b_1 i_{L1} + b_2 i_{L2} + a_4 e_1(t)$$

Укажите какое слагаемое после знака равенства в приведённом уравнении из системы уравнений, составленной по методу переменных состояния, необходимо исключить?

Варианты ответов:

- а) 1
- б) 2
- в) 3
- г) 4

- д) 5
е) 6

Задание 19

По результатам исследования четырёхполюсника со стороны первичных зажимов и в режиме короткого замыкания со стороны вторичных зажимов:

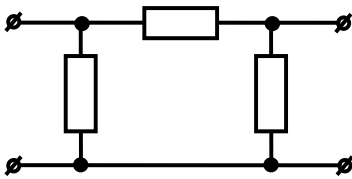
$$\underline{U}_1 = 100e^{j90^\circ}, \quad \underline{I}_1 = 5e^{j0^\circ}, \quad \underline{I}_2 = 3e^{j90^\circ},$$

определить $|\underline{Y}_{21}|$ для системы уравнений четырёхполюсника

$$\begin{cases} \underline{I}_1 = \underline{Y}_{11}\underline{U}_1 + \underline{Y}_{12}\underline{U}_2 \\ \underline{I}_2 = \underline{Y}_{21}\underline{U}_1 + \underline{Y}_{22}\underline{U}_2 \end{cases}.$$

В ответе десятичная дробь разделяется точкой или запятой.

Задание 20

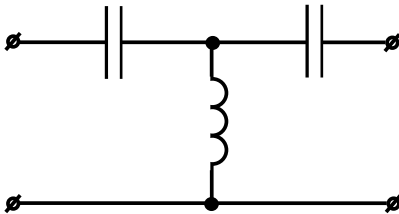


Указанная схема фильтра соответствует ...

Варианты ответов:

- а) мостовая
б) Г-образная
в) Т-образная
г) П-образная
д) Т-образная уравновешенная
е) П-образная уравновешенная.

Задание 21



На рисунке представлена схема фильтра ...

Варианты ответов:

- а) низких частот
б) высоких частот
в) полосного
г) заграждающего

Задание 22

К длинной линии с волновым сопротивлением 75 Ом в режиме с нагрузкой 125 Ом подключен источник постоянной ЭДС.

Прямая волна тока 400 мА.

Чему равен ток в конце линии после отражения (в мА)?

Задание 23

Даны первичные параметры длинной линии без потерь $L_0 = 40 \cdot 10^{-9}$ Гн, $C_0 = 4 \cdot 10^{-12}$ Ф. Определите волновое сопротивление (в Ом).

Задание 24

Даны первичные параметры длинной линии без потерь $L_0 = 20 \cdot 10^{-9}$ Гн, $C_0 = 8 \cdot 10^{-12}$ Ф. Определите длину волны (в метрах) для сигнала с частотой 10^6 Гц.

Краткое описание и регламент выполнения

Итоговое тестирование содержит 30 заданий, охватывающих все темы дисциплины. Тестовые задания присутствуют как закрытой, так и открытой форм. Оценивание ответов на задания итогового тестирования производится автоматически по всем темам дисциплины

Критерии оценки:

Суммарный балл по всем тестовым заданиям формируется автоматически, как процент правильных решенных тестовых заданий обучающимся. Количество баллов суммируется. При прохождении итогового тестирования обучающимся может максимально набрать 30 баллов.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 4

№ п/п	Вопросы к зачету
1	Нелинейные элементы, классификация, их свойства и характеристики.
2	Способы описания характеристик нелинейных элементов.
3	Графические методы расчета нелинейных цепей постоянного тока при последовательном и параллельном соединении элементов.
4	Графические методы расчета нелинейных цепей постоянного тока при смешанном соединении элементов
5	Расчет нелинейных цепей методом эквивалентного генератора.
6	Приведение нелинейной цепи к линейной. Методы линеаризации и аппроксимации.
7	Расчет нелинейной цепи методом двух узлов.
8	Статическое и дифференциальное сопротивления нелинейных элементов, их определение и назначение сопротивлений.
9	Общая характеристика частотного анализа цепей. Спектральное представление периодических сигналов.
10	Разложение периодической несинусоидальной функции в ряд Фурье. Аналитические выражения нахождения коэффициентов ряда Фурье.
11	Связь формы кривой несинусоидальной функции и коэффициентов ряда Фурье. Определение и свойства коэффициентов ряда Фурье.
14	Расчет цепи при действии несинусоидальных сигналов. Действующие значения токов и напряжений.
15	Влияние характера цепи на преобразование спектра сигнала.
16	Энергетические характеристики несинусоидальных сигналов. Мощность при несинусоидальных периодических воздействиях.
17	Резонансные явления в цепях несинусоидального тока. Влияние индуктивностей и емкостей на форму кривых тока и напряжения.
18	Высшие гармоники в трехфазных цепях. Влияние гармоник кратных трем на режимы работы в трехфазных цепях.
19	Определение магнитной цепи. Классификация магнитных цепей.
20	Законы магнитных цепей. Аналогии между магнитными и электрическими цепями.
21	Расчёт неоднородной неразветвлённой магнитной цепи с постоянной МДС. Прямая и обратная задачи.
22	Законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей.
23	Магнитная цепь с переменной МДС. Схема замещения, элементы схемы замещения, назначение.
24	Уравнение электрического состояния, схема замещения и векторная диаграмма катушки индуктивности с магнитопроводом в цепи синусоидального напряжения.
25	Феррорезонанс при последовательном соединении нелинейной катушки и конденсатора. Коэффициент стабилизации по напряжению.
26	Природа потерь в магнитной цепи переменной МДС.
27	Понятия о переходных процессах. Законы коммутации. Энергетическое обоснование законов.
28	Переходный и принуждённый режимы. Пояснить графически и аналитически связь между ними.

№ п/п	Вопросы к зачету
29	Переходный и свободный режимы. Пояснить графически и аналитически связь между ними. Аналитическое описание свободных режимов.
30	Независимые и зависимые начальные условия. Порядок расчета переходных процессов классическим методом.
31	Составление характеристического уравнения. Связь между числом реактивных элементов и количеством корней.
32	Переходный процесс в линейных электрических цепях первого порядка: подключение $R-L$ -цепи к источнику постоянного напряжения.
33	Переходный процесс в линейных электрических цепях первого порядка: короткое замыкание $R-L$ -цепи.
34	Переходный процесс в линейных электрических цепях первого порядка: отключение $R-L$ -цепи от источника постоянного напряжения. Причины возникновения опасных перенапряжений.
35	Переходный процесс в линейных электрических цепях первого порядка: подключение $R-L$ -цепи к источнику переменного напряжения.
36	Переходный процесс в линейных электрических цепях первого порядка: подключение $R-C$ -цепи к источнику постоянного напряжения.
37	Переходный процесс в линейных электрических цепях первого порядка: короткое замыкание $R-C$ -цепи.
38	Переходный процесс в линейных электрических цепях первого порядка: подключение $R-C$ -цепи к источнику переменного напряжения.
39	Переходный процесс в линейных электрических цепях второго порядка: апериодический разряд конденсатора в $R-L-C$ -цепи. Длительность переходного процесса.
40	Переходный процесс в линейных электрических цепях второго порядка: критический разряд конденсатора в $R-L-C$ -цепи. Длительность переходного процесса.
41	Переходный процесс в линейных электрических цепях второго порядка: колебательный разряд конденсатора в $R-L-C$ -цепи. Длительность переходного процесса.
42	Преобразование Фурье и Лапласа. Ограничения видов преобразований. Сущность операторного метода расчета.
43	Операторная схема замещения. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме.
44	Обратное преобразование Лапласа. Нахождение оригиналов искомых функций.
45	Некорректные коммутации. Обобщенные законы коммутации.
46	Переходные и импульсные характеристики. Интеграл Дюамеля.
47	Метод переменных состояния. Составление систем уравнений методом переменных состояния.
48	Переходные процессы в нелинейных электрических цепях. Условия устойчивости электрических цепей.
49	Определение четырехполюсника. Виды, уравнения и параметры четырехполюсников.
50	Эквивалентные схемы четырехполюсников. Определение параметров четырехполюсников экспериментальным и расчетным путем.
51	Основные типы соединений четырехполюсников. Определение параметров составных четырехполюсников.
52	Входные и передаточные функции четырехполюсников.
53	Характеристические параметры четырехполюсников: постоянная передачи и характеристическое сопротивление четырехполюсника.

№ п/п	Вопросы к зачету
54	Понятие электрического фильтра. Общие требования к фильтрам. Типы электрических фильтров.
55	Определение цепей с распределенными параметрами. Первичные параметры длинных линий.
56	Уравнения длинной линии для мгновенных значений токов и напряжений.
57	Решение системы уравнений длинных линий для установившегося режима при синусоидальном воздействии.
58	Вторичные параметры длинной линии. Постоянная распространения и волновое сопротивление длинной линии.
59	Уравнение передачи однородной линии с распределенными параметрами.
60	Падающие и отраженные волны в линии. Коэффициент отражения. Фазовая скорость.
61	Длинные линии без искажений. Длинные линии без потерь.
62	Режимы работы линии без потерь. Стоячие волны в линии без потерь.
63	Способы изменения волнового сопротивления длинной линии.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
4	зачет с оценкой (по накопительному рейтингу)	«отлично»	набрано 85-100 баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе.
		«хорошо»	набрано 70-84 баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе.
		«удовлетворительно»	набрано 55-69 баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе.
		«неудовлетворительно»	набрано 0-54 баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	Атабеков Г.И.	Основы теории цепей	учебник	2024	ЭБС «Лань»
2.	Атабеков Г.И.	Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи	учебное пособие	2024	ЭБС «Лань»
3.	Белецкий А. Ф.	Теория линейных электрических цепей	учебник	2022	ЭБС «Лань»
4.	Потапов Л.А.	Теоретические основы электротехники: краткий курс	учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»
5.	Бычков Ю. А., Золотницкий В. М., Соловьева Е. Б., Чернышев Э. П., Белянин А. И.	Основы теоретической электротехники	учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»
6.	Лизан И. Я.	Теоретические основы электротехники	учебник	2021	ЭБС «Консультант студента»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	Бычков Ю.А., Золотницкий В.М., Чернышев Э.П., Белянин	Сборник задач по основам теоретической электротехники	учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
	А.Н., Соловьев Е.Б.				
2.	Новиков Ю.Н.	Электрические цепи и сигналы. Базовые сведения, методы анализа процессов в цепях	учебник	2022	ЭБС «Лань»
3.	Лаппи Ф. Э.	Расчет и компьютерное моделирование нелинейных электрических цепей с применением программы MathCad (от простого к сложному)	учебное пособие	2021	ЭБС «Консультант студента»
4.	Петренко Ю. В.	Теоретические основы электротехники : от теории к практике	учебно-методическое пособие	2021	ЭБС «Консультант студента»
5.	Гальперин М. В.	Электротехника и электроника	учебник	2020	ЭБС "ZNANIUM. COM"
6.	Шлыков С.В., Шаврина Н.В.	Теоретические основы электротехники, ч.1	лабораторный практикум	2020	Репозиторий ТГУ
7.	Шлыков С.В., Шаврина Н.В.	Теоретические основы электротехники, ч.2	лабораторный практикум	2020	Репозиторий ТГУ

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridge university press [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 2018 . – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
3	Mathcad Education - University Edition Subscription (25 pack)	Контракт № 469 от 05.06.2020 г.), срок действия - бессрочно
4	Mirapolis Human Capital Management	лицензионный договор № 1346 от 24.12.2024, срок действия – до 31.12.2025

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Аудитория веб-конференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных	Стол преподавательский, экран телевизионный, роутер, стойка для телевизора, веб.камера, транспарант-перетяжка, ширма, наушники, компьютер с выходом в Интернет

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-705)	
2	Аудитория веб-конференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Э-405)	Стол преподавательский, экран телевизионный, роутер, стойка для телевизора, веб.камера, транспарант-перетяжка, ширма, наушники, компьютер с выходом в Интернет.
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-916)	Столы, стулья, компьютеры