

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

Б1.О.19.03
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические основы электротехники 3

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)
Электроснабжение

Форма обучения: заочная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	5	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные		
Практические		
ККР	1	1
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	5,25	5,25
Самостоятельная работа	135	135
Контроль	3,75	3,75
Итого	144	144

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

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2031 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 3 от «02» октября 2025 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 линейных электрических цепей постоянного и переменного тока в установившемся режиме; изучение методов расчета, анализа и моделирования линейных электрических цепей с использованием схем замещения; освоение способов записи уравнений состояния элементов и участков цепей в установившемся режиме.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Высшая математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники 1», «Теоретические основы электротехники 2».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Информационно-измерительная техника в электроэнергетике», «Электроэнергетические системы и сети», «Электрические машины и привод», «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике», «Техника высоких напряжений» 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-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.3 Применяет знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Знать: основы в области теории электромагнитного поля, основные уравнения и граничные условия, методы расчета электростатических полей, электрических полей постоянного тока, магнитостатических полей, переменных электромагнитных полей
		Уметь: пользоваться методами расчета электростатических полей, электрических полей постоянного тока, магнитостатических полей, переменных электромагнитных полей
		Владеть: навыками анализа электромагнитных полей, построения картин силовых линий электростатического и магнитостатического поля

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 3	Лек.	1. Электростатическое поле 2. Электрическое поле постоянных токов 3. Магнитное поле постоянных токов. 4. Переменное электромагнитное поле	5	4	-	-	-
	Ср.	Изучение электронного учебника	5	30	5	-	Ознакомление с электронным учебником
	Ср.	Прохождение промежуточных тестов	5	20	5	-	Промежуточные тесты
	Ср.	Выполнение лабораторных работ	5	20	10	-	Лабораторная работа
	Ср.	Выполнение практических заданий	5	20	35	-	Практические задания
	Ср.	Выполнение ККР	5	43	15	-	Комплексная контрольная работа
	ККР	ККР	5	1	-	-	Комплексная контрольная работа
	Контроль	Подготовка к итоговому тесту	5	3,75	-	-	-
	ПА	Выполнение итогового теста	5	0,35	30	-	Итоговый тест
	Ср.	Анкетирование (бонусные баллы)	5	2	3	-	Анкета
Итого:				144	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 обучающимся 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, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания по подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются основные понятия тем, связанные с ними теоретические и практические вопросы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим заданиям. Поэтому изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Перед очередной лекцией необходимо просмотреть/повторить материалы предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам.

6.3. Методические указания к выполнению практических заданий и лабораторных работ.

В ходе выполнения практических заданий и лабораторных работ углубляются и закрепляются знания обучающихся по ряду рассмотренных на лекциях вопросов. Обучающийся должен:

- изучить рекомендованную литературу;
- изучить материалы лекций;
- подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме;
- выполнить домашнее задание, рекомендованное преподавателем при изучении каждой темы занятия;

– подготовить бланк отчета по лабораторной работе.

6.4. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам, учебным пособиям и конспектам лекций с подготовкой к лабораторным и практическим занятиям. 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
5	ОПК – 4.1	Отчет по лабораторным работам №1, №2 Практические задания №1, №2 Задания комплексной контрольной работы (ККР) Тестовые задания № 1 – 500. Вопросы к зачету № 1 – 50.

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

7.2.1. Комплект отчетов по лабораторным работам

Лабораторная работа №1 «Теорема Остроградского-Гаусса для электростатического поля в вакууме»

Форма отчета по лабораторной работе №1

Цель работы: знакомство с графическим моделированием электростатических полей; экспериментальная проверка теоремы Остроградского-Гаусса; экспериментальное определение величины электрической постоянной.

Оборудование: виртуальный лабораторный стенд. Модель «Электрическое поле»

1. По номеру бригады получите исходные данные в таблице 1.

Таблица 1. Установочные значения физических параметров для проведения экспериментов

Бригады	1	2	3	4	5	6	7	8
Эксперимент 1								
q_1 , мкКл	-1	-2	-3	-4	-5	-4	-3	-2
d , м	2	3	4	5	5	4	3	2
Эксперимент 2								
q_1 , мкКл	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4	-4
q_2 , мкКл	+1	+2	+3	+4	+5	+4	+3	+2

2. Следуя указаниям раздела «Методика и порядок измерений» проведите Эксперимент 1, последовательно увеличивая значение второго заряда q_2 . Заполните данными таблицу 2.

Таблица 2. Результаты измерений в эксперименте 1

$q_1 = \underline{\hspace{1cm}}, d = \underline{\hspace{1cm}}$																	
$q_2 = 0$ мкКл			$q_2 = +1$ мкКл			$q_2 = +2$ мкКл			$q_2 = +3$ мкКл			$q_2 = +4$ мкКл			$q_2 = +5$ мкКл		
Φ_+	Φ	Φ	Φ_+	Φ	Φ	Φ_+	Φ	Φ	Φ_+	Φ	Φ	Φ_+	Φ	Φ	Φ_+	Φ	Φ

3. Следуя указаниям раздела «Методика и порядок измерений» проведите Эксперимент 2, последовательно увеличивая расстояние между зарядами. Результаты измерений запишите в таблицу 3.

Таблица 3. Результаты измерений в эксперименте 2

$q_1=$, $q_2=$																	
$d=2$ м			$d=3$ м			$d=4$ м			$d=5$ м			$d=4,5$ м			$d=3,5$ м		
Φ_+	Φ_-	Φ	Φ_+	Φ_-	Φ	Φ_+	Φ_-	Φ	Φ_+	Φ_-	Φ	Φ_+	Φ_-	Φ	Φ_+	Φ_-	Φ

4. Постройте по данным таблицы 2 график зависимости потока вектора напряженности Φ от величины заряда q .

5. По котангенсу угла наклона графика и используя формулы (4) и (5), определите электрическую постоянную ϵ_0 .

6. По данным, приведенным в таблице 3, постройте график зависимости потока вектора напряженности Φ от расстояния между зарядами d .

7. По построенным графикам сделайте анализ результатов и оцените погрешность проведенных измерений.

Выводы:

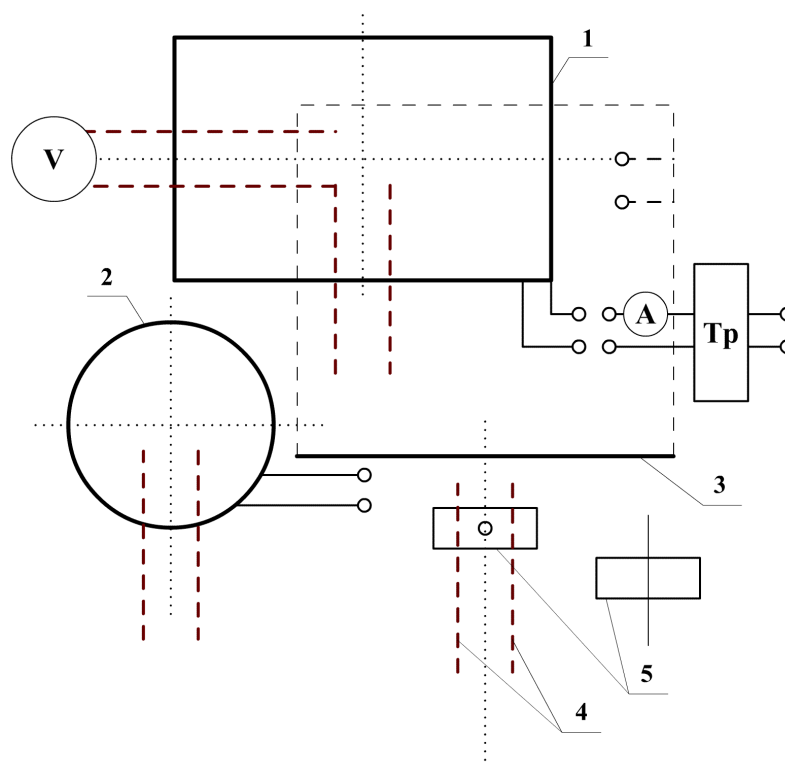
Лабораторная работа №2 «Исследование распределения магнитного поля, образованного прямым и круговым токами»

Форма отчета по лабораторной работе №2

Цель работы: ознакомление с методикой измерения индукции магнитного поля; экспериментальное исследование магнитного поля, созданного прямым и круговым токами; приобретение навыков расчета магнитного поля с помощью закона Био – Савара – Лапласа

Оборудование: виртуальный лабораторный стенд. Модель «Магнитное поле»

Схема установки:



Обозначения:

- 1 – Прямоугольный контур из медной проволоки
- 2 – Круговой контур из медной проволоки
- 3 – Прямолинейный контур
- 4 – Гнезда, клеммная колодка

5 – Вилка штепсельная

A – Амперметр

V – Вольтметр

Тр – Трансформатор

1. Подключите к источнику питания один из контуров. Включите милливольтметр.
2. Поместите измерительную катушку в гнезда включенного контура и замкните ключ. Произведите измерение ЭДС.
3. Включая катушку (вставляя ее в гнезда) через каждый сантиметр, произведите измерения ЭДС для данного контура.
4. Подобным образом произведите измерения ЭДС для других контуров.
5. По измеренным значениям ЭДС определите по формуле (8) значения B в каждой точке, в которой производились измерения. Данные измерений занесите в соответствующие таблицы отчета.
6. По данным измерений постройте зависимости $B=f(r)$ для кругового контура (r - расстояние от катушки до центра контура) и $B=f(r)$ для отрезка прямого тока (r - расстояние от катушки до проводника).
7. Сравните экспериментальные данные с расчетными (для отрезка прямого тока воспользуйтесь формулой (5), для вычисления индукции в центре кругового контура — формулой (6)). Во всех расчетах учитывайте формулу (9).

Выводы:

Краткое описание и регламент выполнения

Отчет по лабораторным работам содержит расчетную, графическую части и обобщающий вывод. При выполнении физического эксперимента в лаборатории, снимаются показания приборов и в дальнейшем они обрабатываются расчетным путем. По результатам вычислений выполняется определенная графическая часть отчета. Оформление отчета происходит обучающимся самостоятельно.

Критерии оценки:

- 5 баллов выставляется обучающему, если выполнены все пункты исследования и содержится необходимая графическая часть, обобщающий вывод, ответы на контрольные вопросы;
- 4 балла выставляется обучающему, если допущена мелкая ошибка в расчетных данных отчета по лабораторной работе или отсутствует вывод по работе;
- 3 балла выставляется обучающему, если допущена грубая ошибка в расчетных данных отчета по лабораторной работе и отсутствует вывод по работе;
- 2 балла выставляется обучающему, если допущена грубая ошибка в расчетных данных отчета по лабораторной работе, отсутствует вывод по работе и ответы на контрольные вопросы;
- 1 балл 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 практических заданий

Практическое задание № 1 «Закон Гаусса, постулат Максвелла, закон Кулона. Энергия электростатического поля. Граничные условия. Понятие емкости»

Задание

Условное графическое изображение двухслойного конденсатора для всех вариантов задания показано на рисунке 1

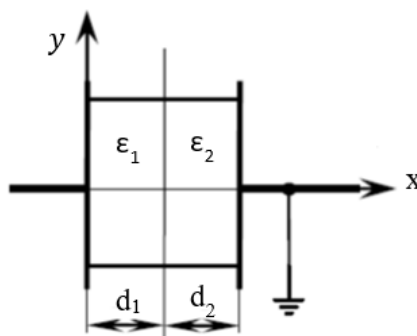


Рисунок 1. Двухслойный конденсатор

Рассматривается двухслойный плоский конденсатор, подключенный к источнику напряжения U (рисунок 1). Заданы пробивные напряженности слоев $E_{\text{проб1}}$ и $E_{\text{проб2}}$. Исходные данные варианта указаны в таблице 3.

Требуется:

- рассчитать напряженность \vec{E} , электрическое смещение \vec{D} , поляризацию \vec{P} для каждого слоя конденсатора;
- определить плотность свободных зарядов σ на обкладках конденсатора и плотность связанных зарядов $\sigma_{\text{связ}}$ на границе раздела диэлектриков;
- определить электрическую емкость конденсатора на единицу площади;
- рассчитать пробивное напряжение $U_{\text{проб}}$.
- построить график распределения потенциала ϕ вдоль оси x .

Ответы привести к размерности: E_1, E_2 – [кВ/см]; $D_1, D_2, P_1, P_2, \sigma, \sigma_{\text{связ}}$ – [пКл/см²]; $U_{\text{проб}}$ – [кВ]; C – [пФ/см²].

Сделать необходимые выводы.

Практическое задание № 2 «Переменное электромагнитное поле»

Задание

Цилиндрический конденсатор имеет два слоя несовершенной изоляции (рисунок 1).

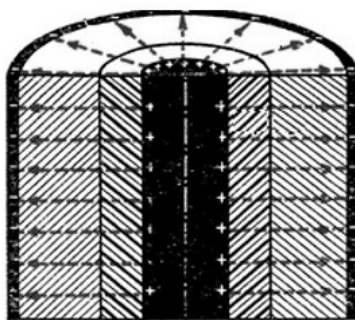


Рисунок 1. Цилиндрический двухслойный конденсатор

Введены следующие обозначения: радиус внутреннего цилиндра r_0 [см], радиус поверхности раздела двух диэлектриков r_1 [см], внутренний радиус внешнего цилиндра r_2 [см]. Длина конденсатора l [см]. Исходные данные варианта указаны в таблице 8.

Заданы параметры: относительная диэлектрическая проницаемость внутреннего слоя $\epsilon_1 = 5$, его удельная проводимость $\gamma_1 = 8,66 \cdot 10^{-5}$ См/м, для внешнего слоя $\epsilon_2 = 3$, $\gamma_2 = 3 \cdot 10^{-5}$ См/м. Конденсатор подключен к источнику синусоидального тока $i = I_m \sin \omega t$ [А], частота которого f [Гц].

Найти: пренебрегая краевым эффектом, найти мгновенные значения радиальных составляющих вектора напряжённости электрического поля для точек, лежащих между обкладками конденсатора на расстоянии r от оси цилиндра. Определить мгновенное

значение напряжения между обкладками конденсатора.
Решить задачу двумя способами, сравнить ответы.

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. Комплексная контрольная работа

Комплексная контрольная работа по дисциплине (учебному курсу) «Теоретические основы электротехники 3».

Выполняется согласно методическим рекомендациям по выполнению комплексной контрольной работы (ККР) по дисциплине (учебному курсу) «Теоретические основы электротехники 3».

Тема ККР «Проектирование районной электрической сети» является общей, но каждый обучающийся выполняет работу в соответствии с индивидуальными исходными данными.

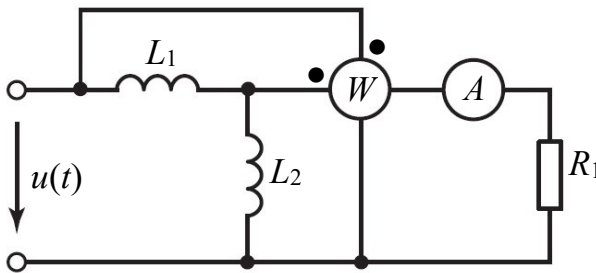
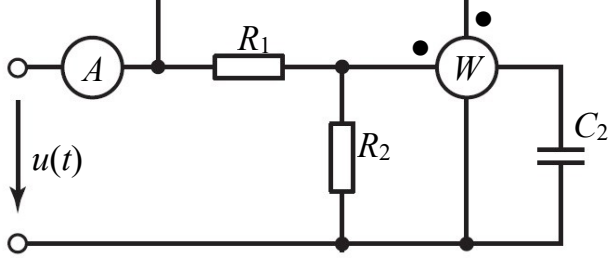
Задание 1. Линейные электрические цепи несинусоидального периодического тока.

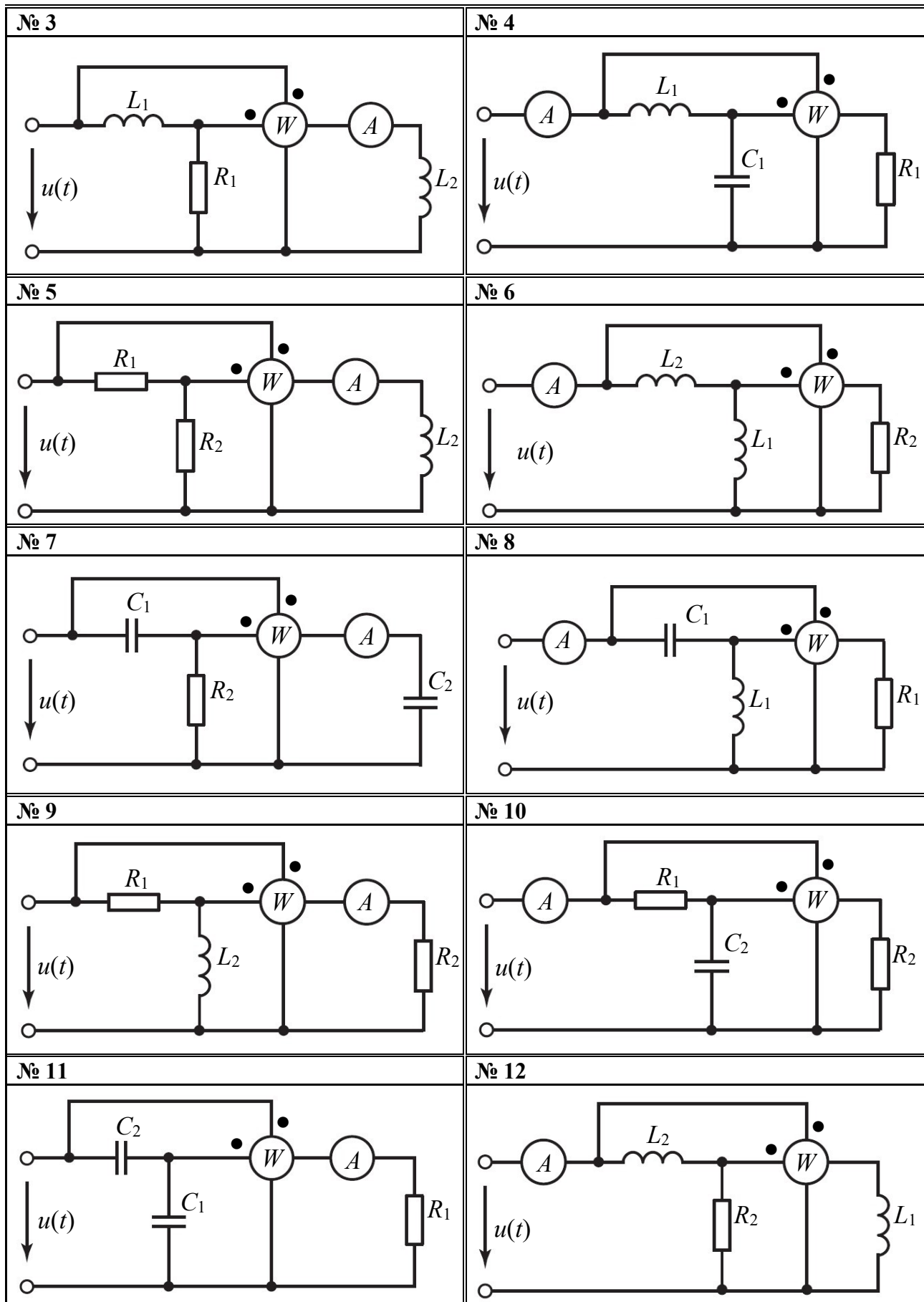
В задании необходимо:

- определить показания приборов (ваттметра и амперметра) электромагнитной системы, конфигурация электрической цепи которой приведена в таблица 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 таблица 2.

Таблица. 2 Конфигурация расчетной электрической цепи синусоидального тока

№ 1	№ 2
	



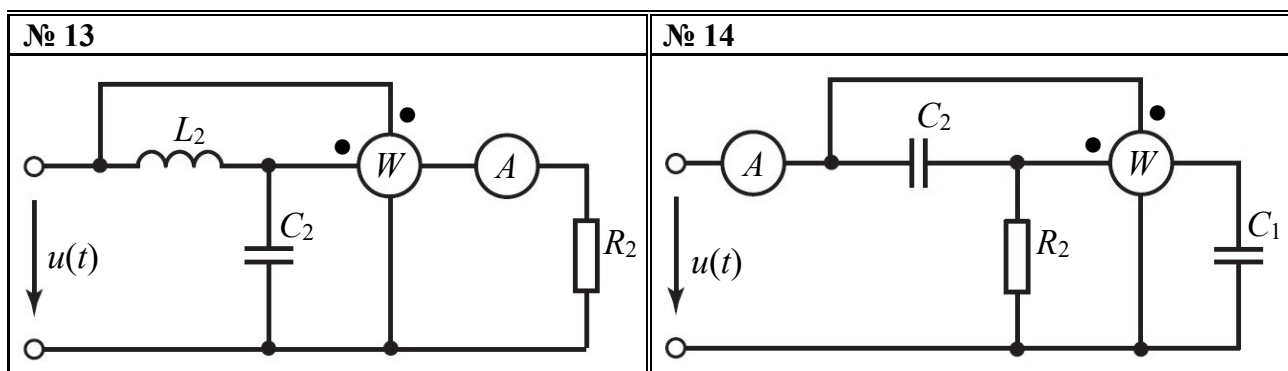


Таблица 2. Параметры электрической цепи синусоидального тока

№	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
	$u(t) = 150 + 620 \cdot \sin\left(200t + \frac{\pi}{8}\right) + 350 \cdot \sin\left(400t - \frac{5\pi}{4}\right)$					
2	100	120	600	400	50	40
	$u(t) = -200 + 500 \cdot \sin\left(250t - \frac{\pi}{2}\right) + 250 \cdot \sin\left(750t + \frac{\pi}{3}\right)$					
3	90	45	150	250	60	100
	$u(t) = 250 + 800 \cdot \sin\left(300t + \frac{\pi}{10}\right) + 620 \cdot \sin\left(600t + \frac{3\pi}{4}\right)$					
4	60	80	200	100	50	70
	$u(t) = 50 + 750 \cdot \sin\left(350t - \frac{\pi}{6}\right) + 450 \cdot \sin\left(1050t - \frac{\pi}{12}\right)$					
5	50	40	150	200	25	50
	$u(t) = 300 + 850 \cdot \sin\left(400t + \frac{\pi}{3}\right) + 500 \cdot \sin\left(800t - \frac{4\pi}{9}\right)$					
6	55	45	100	90	30	60
	$u(t) = 100 + 680 \cdot \sin\left(450t - \frac{\pi}{4}\right) + 310 \cdot \sin\left(1350t + \frac{\pi}{8}\right)$					
7	40	50	80	60	70	40
	$u(t) = -300 + 1000 \cdot \sin\left(500t + \frac{2\pi}{3}\right) + 750 \cdot \sin\left(1000t - \frac{\pi}{2}\right)$					
8	45	35	50	70	50	80
	$u(t) = -400 + 940 \cdot \sin\left(550t - \frac{\pi}{5}\right) + 490 \cdot \sin\left(1650t - \frac{5\pi}{8}\right)$					
9	30	40	50	30	90	60
	$u(t) = 80 + 710 \cdot \sin\left(600t + \frac{3\pi}{4}\right) - 270 \cdot \sin\left(1200t + \frac{\pi}{10}\right)$					
10	25	15	20	40	80	100
	$u(t) = 180 + 620 \cdot \sin\left(650t - \frac{5\pi}{6}\right) + 360 \cdot \sin\left(1300t + \frac{\pi}{6}\right)$					
11	25	30	35	25	70	60
	$u(t) = -350 + 550 \cdot \sin\left(700t + \frac{3\pi}{5}\right) + 380 \cdot \sin\left(1400t - \frac{5\pi}{3}\right)$					
12	40	35	30	40	40	50
	$u(t) = 120 + 400 \cdot \sin\left(750t - \frac{7\pi}{8}\right) + 280 \cdot \sin\left(1500t - \frac{\pi}{4}\right)$					

13	45	60	55	35	40	30
	$u(t) = -280 + 650 \cdot \sin(800t + \pi) + 430 \cdot \sin\left(1600t + \frac{\pi}{11}\right)$					
14	70	80	50	100	30	15
	$u(t) = 380 + 700 \cdot \sin\left(850t - \frac{\pi}{2}\right) + 540 \cdot \sin\left(1700t - \frac{3\pi}{4}\right)$					

Задание 2. Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами

В задании необходимо:

- определить закон изменения переходного тока в расчетной электрической цепи при замыкании (или размыкании) ключа S_1 . Конфигурация электрической цепи которой приведена в таблице 3. Ключ S_1 замыкается (размыкается) в момент времени $t = 0$. Считается, что переходный процесс заканчивается за время $t = 5\tau$, где τ – постоянная времени цепи;
- построить графики переходного, принужденного и свободного токов на интервале первого этапа переходного процесса;
- определить закон изменения переходного тока в расчетной электрической цепи при замыкании (или размыкании) ключа S_2 , который срабатывает в момент времени $t = 5\tau$;
- построить графики переходного, принужденного и свободного токов на интервале второго этапа переходного процесса;
- сделать необходимые выводы.

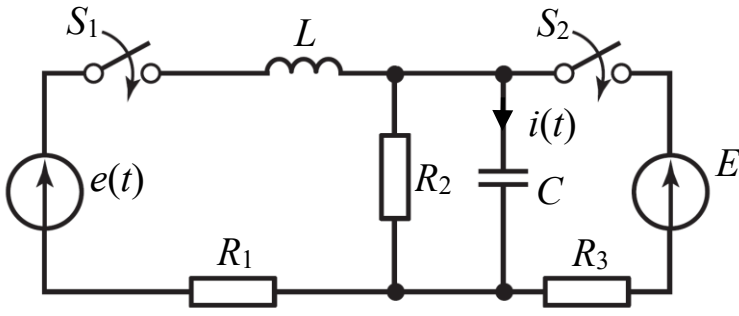
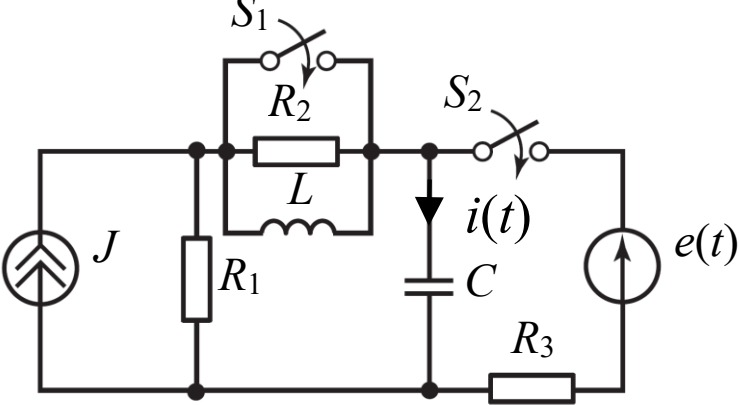
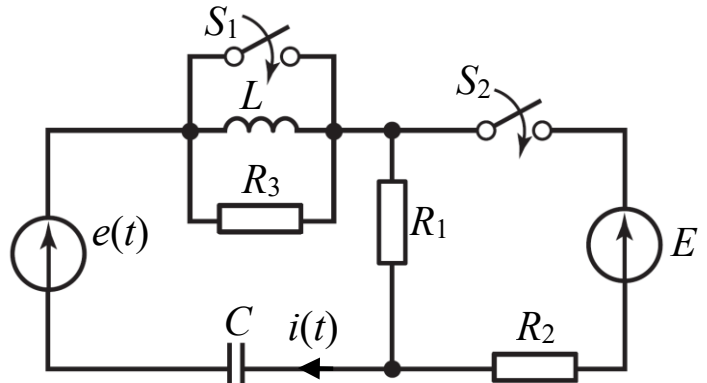
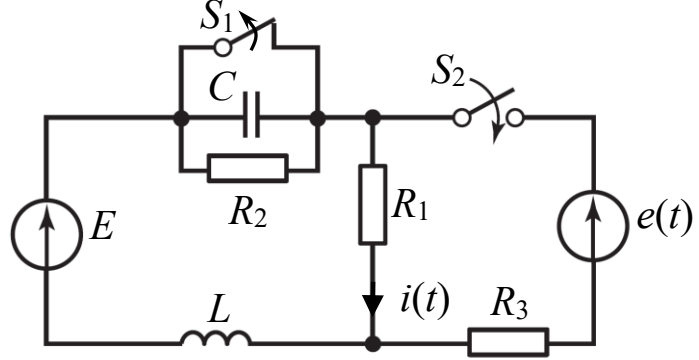
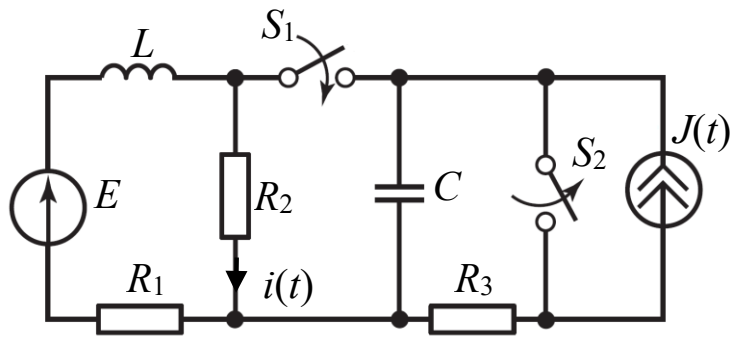
Следует учесть, что переходный процесс состоит из двух этапов, соответствующих последовательному замыканию (или размыканию) двух ключей. Ключи замыкаются (или размыкаются) поочередно в соответствии с указанными на схеме номерами.

Параметры электрической цепи приведены в таблице 4.

Таблица 4. Конфигурация расчетной электрической цепи

1.	
2.	

3.	
4.	
5.	
6.	
7.	

8.	
9.	
10.	
11.	
12.	

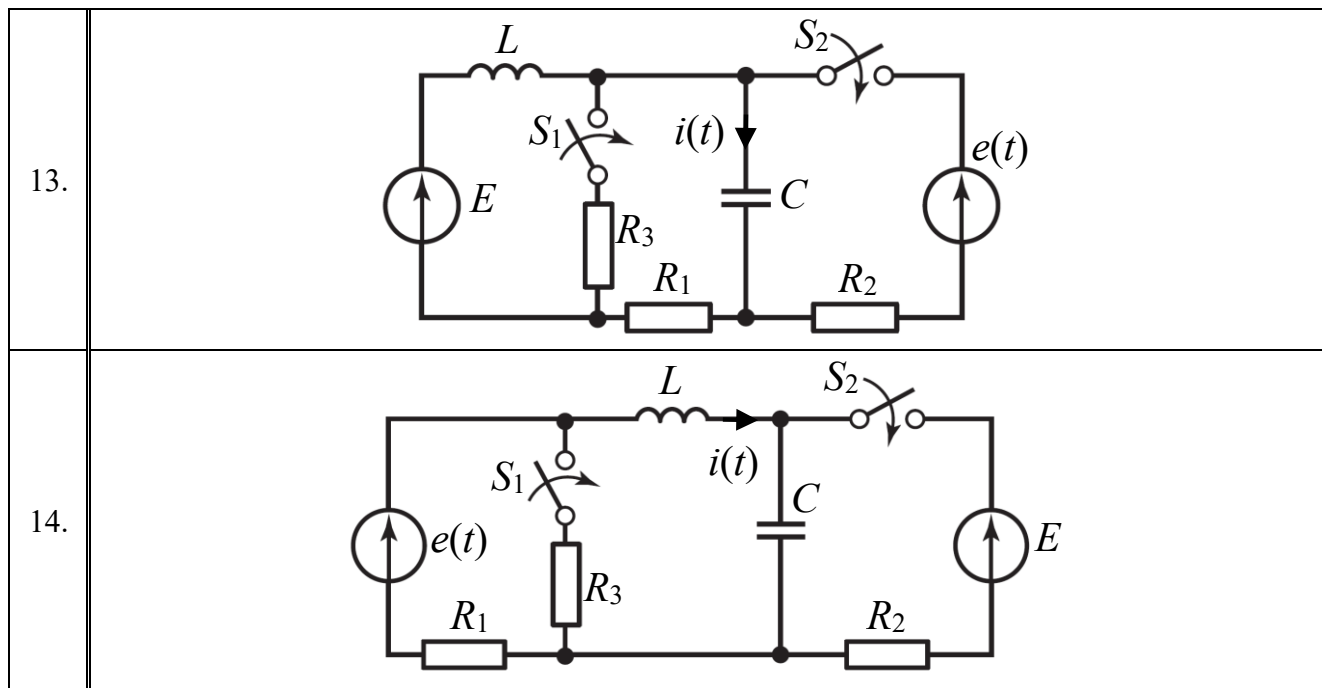


Таблица 4. Параметры расчетной электрической цепи

№	R_1	R_2	R_3	L	C	E	E_m	ψ_e	J_m	ψ_J	ω
	Ом	Ом	Ом	мГн	мкФ	В	В	рад	А	рад	$\frac{рад}{с}$
1	90	30	50	40	100	250	120	1,3	1,5	-1,4	1000
2	75	35	35	50	90	280	250	-1,3	2,9	1,4	950
3	15	40	90	30	110	300	140	1,2	2,0	-1,5	900
4	35	45	25	35	95	240	230	-1,2	2,7	1,5	850
5	95	50	40	45	120	170	160	1,1	2,2	-1,6	800
6	25	55	65	55	80	360	210	-1,1	2,5	1,6	750
7	20	60	30	60	130	290	180	1,0	2,4	-1,7	700
8	85	65	45	70	70	180	190	-1,0	2,3	1,7	650
9	30	70	80	65	140	160	200	0,9	2,6	-1,8	600
10	65	75	55	75	60	140	170	-0,9	2,1	1,8	550
11	40	80	70	80	150	230	220	0,8	2,8	-1,9	500
12	30	85	60	90	50	290	150	-0,8	1,9	1,9	450
13	50	90	75	85	160	350	240	0,7	3,0	-2,0	400
14	60	95	85	95	40	220	130	-0,7	1,7	2,0	350

Задание 3. Напряженность, потенциал и электрическая индукция электростатического поля

Задано: свободный заряд ρ равномерно распределен по объему бесконечно длинного цилиндра радиуса $r_A \equiv a$ (рис. 1). Относительная диэлектрическая проницаемость цилиндра ϵ_1 , окружающей среды ϵ_2 . Значение $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Определить: потенциалы в точках B и C φ_B, φ_C , напряженности в точках B и C , E_B, E_C . Потенциал на оси цилиндра принять равным нулю. Построить график зависимости $\varphi(r)$ и $E(r)$. Ответы привести к размерности: $E_B, E_C - [\text{кВ/м}]$, $\varphi_B, \varphi_C - [\text{кВ}]$.

Условное графическое изображение заряженного цилиндра для всех вариантов задания показано на рис. 1.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 5.

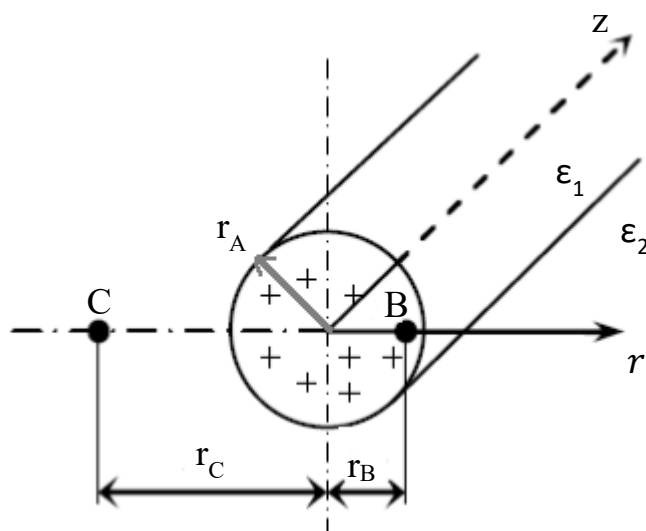


Рис. 1. Заряженный цилиндр

Табл. 5. Исходные расчетные данные к варианту

Первая цифра	ρ	$r_A \equiv a$	r_B	r_C	Вторая цифра	ε_1	ε_2
	пКл/см ³	см	см	см			
1	30	20	15	61	1	2	5
2	31	21	16	60	2	2,5	5,5
3	32	22	17	59	3	3	6
4	33	23	18	58	4	3,5	6,5
5	34	24	19	57	5	4	1
6	35	25	20	56	6	4,5	1,5
7	36	26	21	55	7	5	2
8	37	27	22	54	8	5,5	2,5
9	38	28	23	53	9	6	3
10	39	29	24	52	10	1	3,5
11	40	30	25	51	11	1,5	4
12	41	31	26	50	12	2	4,5
13	42	32	27	49	13	2,5	5
14	43	33	28	48	14	3	5,5

Краткое описание и регламент выполнения

Необходимо выполнить комплексную контрольную работу по одному из предложенных вариантов. Задание оформляется в соответствии с установленной формой. Титульный лист оформляется в соответствии с установленной формой. ККР оформляется в виде рукописи в печатном виде с использованием компьютера в редакторе Word (.docx).

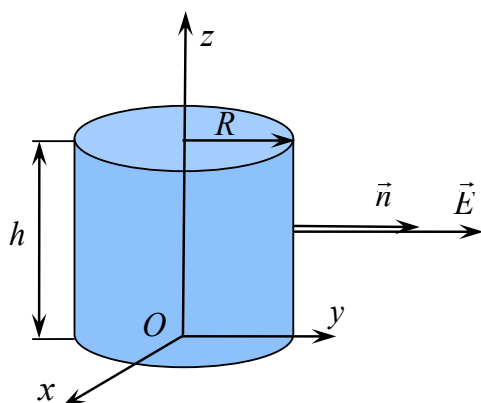
Критерии оценки:

- 15 баллов выставляется обучающемуся, если выполнены все пункты каждой задачи ККР, и они решены верно;

- 13 баллов, если допущена незначительная ошибка в одном из пунктов любого задания ККР;
- 10 баллов, если допущена грубая ошибка в одном из пунктов любого задания ККР;
- 8 баллов, если допущены две грубые ошибки в пунктах любого задания ККР;
- 6 баллов, если допущены три грубые ошибки в пунктах любого задания ККР;
- 4 балла, если допущены четыре грубые ошибки в пунктах любого задания ККР;
- 2 балла, если допущены пять грубых ошибки в пунктах любого задания ККР;
- 0 баллов, если допущены шесть и более грубых ошибки в пунктах любого задания ККР или выполнены задания не соответствующего методическим указаниям варианта.

7.2.4. Комплект примерных тестовых заданий

Задание 1

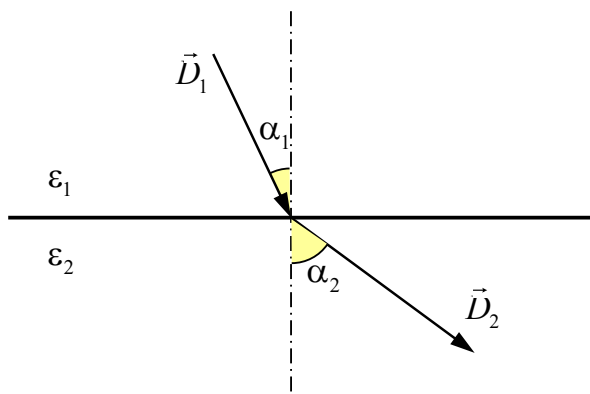


Найти поток Φ вектора $\vec{E} = A(x \cdot \vec{e}_x + y \cdot \vec{e}_y)$ ($A = \frac{1000}{\pi}$ В / м²) через поверхность цилиндра с радиусом основания $R = 10$ см и высотой $h = 15$ см. Ось цилиндра совпадает с осью z .

Задание 2

Найти величину индукции электрического поля \vec{D} на расстоянии $r = 30$ см от центра сферы радиуса $R = 3$ см, заряженной с поверхностной плотностью $\sigma = 3 \cdot 10^{-6}$ Кл / м². Ответ выразить в нКл / м².

Задание 3



Нормальная составляющая вектора электрической индукции в первой среде равна $D_{1n} = \sqrt{10} \cdot 10^{-6}$ Кл / м². Угол $\alpha_1 = 45^\circ$.

Определите величину электрической индукции D_2 во второй среде, если $\epsilon_1 = 1$; $\epsilon_2 = 3$.

Ответ выразить в мкКл / м².

Задание 4

Дан плоский конденсатор с двухслойным диэлектриком ($\epsilon_1 = 3$, $\epsilon_2 = 1$). Толщина слоёв $d_1 = 0,6$ см, $d_2 = 0,01$ см.

Пробивные напряжённости для диэлектриков равны $E_{пр1} = 15 \cdot 10^3$ кВ / м и $E_{пр2} = 3 \cdot 10^3$ кВ / м.

Определите пробивное напряжение конденсатора $U_{пр}$.

Задание 5

В данной точке однородного изотропного диэлектрика известны модули векторов

электрической индукции $D = \frac{6}{\pi}$ мкКл / м² и поляризованности $P = \frac{4}{\pi}$ мкКл / м².

Определить модуль вектора напряжённости электрического поля E . Ответ выразить в кВ / м.

Задание 6

Плоский конденсатор заполнен диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2,7$. Площадь пластин конденсатора $S = 100 \cdot \pi$ см². Расстояние между пластинами $d = 0,5$ см. Определить ёмкость конденсатора. Ответ выразить в пФ.

Задание 7

Два провода, имеющие одинаковые площади поперечного S , но различные удельные сопротивления $\rho_1 = 2 \cdot 10^{-7}$ Ом·м и $\rho_2 = 8 \cdot 10^{-7}$ Ом·м, соединены встык. По проводникам течёт ток $I = 2,7 \cdot \pi$ А. Найти величину заряда q , который возникнет в сечении стыка, если нормальная составляющая напряжённости электрического поля на поверхности раздела проводников удовлетворяет условию: $E_{2n} - E_{1n} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$. Ответ записать в (10^{-18} ·Кл).

Задание 8

Плоский конденсатор с двухслойным диэлектриком имеет площадь обкладок $S = 36$ см², толщину слоёв $d_1 = 2$ см, $d_2 = 1$ см, удельные проводимости слоёв $\gamma_1 = 2 \cdot 10^{-9}$ См / м, $\gamma_2 = 8 \cdot 10^{-9}$ См / м. Определить проводимость утечки через изоляцию конденсатора. Ответ записать в пСм.

Задание 9

Металлическому шару радиуса $R = 10$ см сообщили заряд $q = \frac{1}{9} \cdot 10^{-7}$ Кл. Шар

поместили в бесконечную слабо проводящую среду с удельной проводимостью $\gamma = 10$ См / м и диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 10$. Пренебрегая изменением заряда шара, найти плотность тепловой мощности p , выделяющейся на расстоянии $r = 50$ см от центра шара.

Задание 10

Сечения проводников биметаллической шины одинаковые и равны 4 см^2 . Проводимости проводников отличаются в два раза. По шине течёт ток 120 А . Определить плотность тока ($\text{А} / \text{см}^2$) в шине с меньшей проводимостью.

Задание 11

По квадратной рамке со стороной $a = 10 \text{ см}$ течёт ток $I = \sqrt{2} \text{ А}$. Определить индукцию магнитного поля в центре рамки. Ответ выразить в мкТл.

Задание 12

Определить индуктивность отрезка двухпроводной линии передачи постоянного тока, если величина энергии магнитного поля данного отрезка равна $0,005 \text{ Дж}$, а протекающий по линии ток 5 А . Ответ выразить в мкГн.

Задание 13

В однородное проводящее полупространство (морская вода: $\mu = 1$, удельная проводимость $\gamma = 0,1 \text{ См} / \text{м}$) по нормали к поверхности проникает плоская электромагнитная волна с частотой f (величиной $2\pi f \epsilon \epsilon_0$ по сравнению с γ пренебрегаем). Глубина проникновения равна $\Delta = \frac{125}{\pi} \text{ м}$.

Определите длину волны в свободном пространстве λ_0 . Ответ выразить в м.

Задание 14

В однородное проводящее полупространство ($\mu = 1$, удельная проводимость $\gamma = 10^7 \text{ См} / \text{м}$) по нормали к поверхности проникает плоская электромагнитная волна с частотой $f = 100 \text{ Гц}$.

Определите в градусах аргумент комплексного волнового сопротивления проводящей среды.

Задание 15

В однородное проводящее полупространство ($\mu = 1$, удельная проводимость $\gamma = 10^7 \text{ См} / \text{м}$) по нормали к поверхности проникает плоская электромагнитная волна с частотой $f = \frac{2500}{\pi^2} \text{ Гц}$.

Определите в градусах фазу напряжённости электрического поля на глубине $z = \frac{\pi}{2} \text{ см}$, полагая, что на поверхности проводящей среды фазовый угол равен нулю.

Краткое описание и регламент выполнения

Итоговое тестирование содержит 40 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 5

№ п/п	Вопросы к зачёту
1	Введение в теорию электромагнитного поля. Основные векторные величины, характеризующие электромагнитное поле.
2	Основные характеристики электромагнитного поля.
3	Электрический заряд и электрический ток.
4	Электрическое и магнитное поля как два проявления электромагнитного поля.
5	Макроскопические параметры среды.
6	Виды сред и их классификация по характеру взаимодействия с электромагнитным полем.
7	Закон полного тока. Первое уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Структура и физический смысл.
8	Токи проводимости и токи смещения.
9	Закон электромагнитной индукции. Второе уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Структура и физический смысл.
10	Теорема Гаусса для электростатического поля и постулат Максвелла.
11	Третье уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Структура и физический смысл.
12	Четвертое уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Структура и физический смысл.
13	Закон сохранения электрического заряда и уравнение непрерывности линий электрического тока.
14	Закон Ома в дифференциальной форме.
15	Классификация электродинамических задач.
16	Степень взаимной обусловленности электрического и магнитного полей.
17	Граничные условия на поверхности раздела сред с различными макроскопическими параметрами.
18	Поверхностные заряды и токи.
19	Граничные условия на поверхности идеального проводника.
20	Баланс энергии электромагнитного поля.
21	Теорема Пойнтинга. Физический смысл слагаемых, входящих в уравнение баланса.
22	Плотность потока энергии поля.
23	Аналогия электрического поля с электростатическим полем.
24	Закон Джоуля - Ленца.
25	Понятие проводимости и сопротивления среды.
26	Характеристики и законы электрического поля постоянных токов.
27	Использование законов Ома и Кирхгофа в проводящих средах.
28	Характеристики и законы магнитного поля постоянных токов.
29	Закон полного тока.
30	Закон Био-Савара-Лапласа.
31	Скалярный потенциал магнитного поля.
32	Векторный потенциал магнитного поля.

№ п/п	Вопросы к зачёту
33	Граничные условия на поверхности раздела двух сред с различными магнитными проницаемостями.
34	Аналогия плоскопараллельных магнитных и электрических полей.
35	Энергия магнитного поля.
36	Взаимодействие проводников с постоянными токами.
37	Понятие индуктивности.
38	Понятие взаимной индуктивности.
39	Характеристики и законы переменного электромагнитного поля.
40	Полная система уравнений.
41	Поведение электромагнитного поля в диэлектрике.
42	Плоская электромагнитная волна. Аналогия с длинной линией.
43	Поток электромагнитной энергии. Вектор Пойнтинга.
44	Плоская электромагнитная волна в проводящей среде.
45	Длина волны. Затухание волны.
46	Поверхностный эффект.
47	Эффект близости.
48	Излучение электромагнитного поля и экранирование.
49	Электродинамические векторный и скалярный потенциалы.
50	Уравнение Даламбера.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
5	зачет	«зачтено»	по результатам накопительного рейтинга обучающийся набрал 55 баллов и выше
		«не зачтено»	по результатам накопительного рейтинга обучающийся набрал менее 55 баллов

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.	Аполлонский С. М.	Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле	Учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»
2.	Атабеков Г. И.	Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле	Учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
3.	Седов В. М., Гайнутдинов Т.А.	Электромагнитные поля и волны	Учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
4.	Ким Д. Ч. [и др.]	Физика. Электричество и магнетизм. Курс лекций с примерами решения задач	Учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»

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.	Абышев С. В., Трефилов Н. А., Шпак А. В.	Электромагнитные поля и волны: сборник задач для практических занятий	Учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»
2.	Каликинский И. И.	Электродинамика	Учебное пособие	2020	ЭБС «ZNANIUM.COM»
3.	Кирпичников Ю. А., Корнилов Г. П., Николаев А. А., Храмшин Т. Р.	Сборник задач по теории электромагнитного поля	Учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»
4.	Исаев Ю. Н., Купцов А. М.	Практика использования системы MathCad в расчетах электрических и магнитных цепей	Учебное пособие	2017	ЭБС "IPRbooks"

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