

**МПС РОССИИ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

---

**17/16/1**

**Одобрено кафедрой  
«Электротехника»**

**Утверждено  
деканом факультета  
«Управление процессами  
перевозок»**

# **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА**

**Рабочая программа  
и задания на контрольные работы № 1 и № 2  
для студентов II и III курсов**

**специальности**

**220100. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ,  
КОМПЛЕКСЫ, СИСТЕМЫ И СЕТИ (ЭВМ)**



**Москва – 2003**

Рабочая программа для данной дисциплины разработана в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки дипломированного специалиста по направлению 654600. «Информатика и вычислительная техника», специальности 220100. «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети (ЭВМ).»

Составители: канд. техн. наук, проф. Н.И. КЛИМЕНТОВ,  
ст. преподав. Г.М. МАМЕДОВ

Рецензент: канд. техн. наук, доц. В.В. ШУМЕЙКО

Всего часов – 250.

Самостоятельная работа – 165 ч.

Курс — II.

Лекционные занятия – 8 ч.

Лабораторные занятия – 16 ч.

Контрольные работы (количество) – 2.

Зачет (количество) – 1.

Экзамен (количество) – 1.

Курс — III.

Лекционные занятия – 8 ч.

Лабораторные занятия – 8 ч.

Контрольная работа (количество) – 1.

Зачет (количество) – 1.

Экзамен (количество) – 1.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. *Целью* изучения дисциплины является теоретическая и практическая подготовка студентов в области электротехники и электроники и создание базы для изучения последующих специальных дисциплин.

1.2. *Задачами* дисциплины является формирование у студентов необходимых знаний и навыков, получив которые студент должен:

— знать основные законы и методы анализа электрических, магнитных и электронных цепей;

— знать принципы действия, свойства, области применения и потенциальные возможности основных электротехнических и электронных устройств;

— уметь экспериментальным способом и на основе паспортных и каталожных данных определять параметры и характеристики типовых электротехнических и электронных устройств;

— иметь опыт использования современных вычислительных средств для анализа электрических, магнитных и электронных цепей во временной и частотных областях;

— знать методы и средства автоматизации схемотехнического проектирования электронных схем.

### 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Введение

Электрическая энергия, особенности ее производства, распределения и области применения. Основные этапы развития электротехники. Роль электротехники и электроники в развитии автоматизации производственных процессов и систем управления.

## Тема 1. Линейные электрические цепи постоянного тока [1–3; 8]

2.1.1. Электрическая цепь и ее элементы. Классификация элементов электрических цепей, их свойства и характеристики. Представление реального источника электрической энергии схемой замещения.

2.1.2. Топологические понятия теории электрических цепей. Классификация цепей: линейные и нелинейные, неразветвленные и разветвленные с одним и несколькими источниками энергии, с сосредоточенными и распределенными параметрами.

2.1.3. Законы Ома и Кирхгофа и их применение для расчета электрических цепей постоянного тока. Число независимых уравнений по первому и второму законам Кирхгофа.

2.1.4. Распределение потенциала в электрических цепях. Потенциальная диаграмма. Баланс мощностей для электрической цепи.

2.1.5. Анализ цепей с одним источником энергии при последовательном, параллельном и смешанном соединении пассивных элементов методом эквивалентных преобразований. Преобразование различных видов, в том числе преобразование “треугольника” сопротивлений в эквивалентную “звезду” и наоборот.

2.1.6. Принцип наложения и метод наложения. Расчет токов от действия каждой ЭДС, определение токов в ветвях сложной электрической цепи.

2.1.7. Метод контурных токов и его применение к расчету электрических цепей постоянного тока. Собственные и взаимные сопротивления контуров. Связь контурных токов с токами ветвей.

2.1.8. Метод узловых потенциалов и его применение к расчету электрических цепей постоянного тока с источниками ЭДС и источниками тока. Узловая и взаимная проводимости. Определение токов в ветвях.

2.1.9. Расчет электрических цепей с двумя узлами методом узлового напряжения.

2.1.10. Теорема об активном двухполюснике (эквивалентном генераторе) и ее применение для расчета электрических цепей. Определение параметров эквивалентного генератора аналитически и опытным путем.

## Тема 2. Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока [1–3; 9]

2.2.1. Однофазный синусоидальный ток и основные характеризующие его величины. Мгновенное, среднее и действующее значения синусоидальных ЭДС, напряжения и тока. Коэффициенты амплитуды и формы.

2.2.2. Изображение синусоидальных функций времени вращающимися векторами. Векторные диаграммы.

2.2.3. Представление синусоидальных ЭДС, напряжений и токов комплексными числами. Алгебра комплексных чисел. Три формы записи комплексных чисел.

2.2.4. Цепь синусоидального тока с двухполюсным элементом (резистором, идеальной катушкой, идеальным конденсатором): напряжение, ток, разность фаз напряжения и тока, мощность, векторная диаграмма.

2.2.5. Цепь синусоидального тока с последовательным соединением резистора, катушки индуктивности и конденсатора. Полное сопротивление. Закон Ома. Разность фаз напряжения и тока. Три случая векторных диаграмм. Активная, реактивная и полная мощности. «Треугольники» напряжений, сопротивлений, мощностей.

2.2.6. Параллельное соединение приемников в цепи синусоидального тока. «Треугольники» токов, проводимостей и мощностей. Векторные диаграммы цепи (три случая).

2.2.7. Резонансные явления в электрических цепях, условия возникновения. Резонанс напряжений и резонанс токов. Векторные диаграммы. Резонансные кривые и добротность контура. Частотные характеристики.

2.2.8. Комплексный метод расчета цепей синусоидального тока. Комплексное сопротивление и комплексная проводи-

мость. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Аналогии с цепями постоянного тока.

2.2.9. Комплексная мощность и баланс мощностей в цепях синусоидального тока.

2.2.10. Понятие об электрических цепях с индуктивной (магнитной) связью. Индуктивно связанные элементы цепи. Электродвижущая сила взаимной индукции. Коэффициент связи.

2.2.11. Расчет электрических цепей с индуктивной связью. Составление уравнений по первому и второму законам Кирхгофа. Трансформатор без ферромагнитного сердечника: уравнения, эквивалентная схема замещения, векторная диаграмма, коэффициент трансформации и вносимые сопротивления.

### **Тема 3. Трехфазные цепи [1–3; 10]**

2.3.1. Трехфазная система ЭДС. Элементы трехфазных цепей. Простейший генератор. Способы изображения и соединения фаз трехфазного источника. Соотношение между фазными и линейными напряжениями.

2.3.2. Расчет трехфазной цепи при соединении фаз приемника «звездой». Симметричная и несимметричная нагрузки при наличии нейтрального провода и без него. Векторные диаграммы.

2.3.3. Расчет трехфазной цепи при соединении фаз приемника «треугольником». Определение фазных и линейных токов при симметричной и несимметричной нагрузках. Векторные диаграммы.

2.3.4. Мощность симметричной и несимметричной трехфазной цепи.

### **Тема 4. Пассивные четырехполюсники [1–3]**

2.4.1. Основные понятия и определения. Классификация четырехполюсников. Формы записи уравнений четырехполюсника. Связь коэффициентов четырехполюсников.

2.4.2. Режимы работы и схемы замещения пассивного четырехполюсника. Определение коэффициентов четырехполюсника по входным сопротивлениям. Характеристическое сопротивление и постоянная передачи четырехполюсника.

2.4.3. Круговая диаграмма четырехполюсника. Определение токов, напряжений, мощностей по круговой диаграмме.

### **Тема 5. Электрические цепи с периодическими несинусоидальными напряжениями и токами [1–3]**

2.5.1. Классификация воздействий в электрических цепях. Периодические негармонические воздействия. Причины возникновения и представление их рядами Фурье.

2.5.2. Максимальные, средние и действующие значения периодических негармонических ЭДС, напряжений и токов. Коэффициенты, характеризующие форму периодических негармонических кривых. Мощность в цепях негармонического тока.

2.5.3. Расчет электрических цепей при периодических негармонических воздействиях. Применение комплексного метода. Резонансные явления.

2.5.4. Электрические фильтры. Назначение и типы фильтров. Анализ простейших частотно-избирательных цепей при последовательном (параллельном) включении реактивных элементов.

2.5.5. Электрические схемы и принципы работы простейших сглаживающих и резонансных устройств.

### **Тема 6. Переходные процессы в линейных электрических цепях [1–3]**

2.6.1. Основные понятия о переходных процессах в линейных электрических цепях. Основы классического метода расчета переходных процессов. Принужденные и свободные составляющие токов и напряжений. Законы коммутации.

2.6.2. Переходный процесс при включении цепи с R и L на постоянное напряжение. Уравнение и графики тока и напря-

жения на индуктивности. Постоянная времени цепи, практическая длительность переходного процесса.

2.6.3. Переходный процесс при коротком замыкании участка цепи с  $R$  и  $L$ , находящегося под током. Уравнения и графики тока.

2.6.4. Переходный процесс при включении цепи с  $R$  и  $C$  на постоянное напряжение. Уравнения и графики тока и напряжения на конденсаторе. Постоянная времени цепи.

2.6.5. Переходные процессы в цепи с  $R$ ,  $L$  и  $C$  при включении ее на постоянное напряжение. Уравнения и графики тока и напряжений на емкости и индуктивности.

2.6.6. Анализ переходных процессов в линейных электрических цепях при их подключении к источнику синусоидального напряжения.

2.6.7. Основы операторного метода расчета переходных процессов в линейных электрических цепях. Использование прямого и обратного преобразований Лапласа для расчета переходных процессов. Операторные изображения напряжений и токов.

2.6.8. Закон Ома в операторной форме. Внутренние ЭДС. Первый и второй законы Кирхгофа в операторной форме. Составление уравнений для изображений. Эквивалентные операторные схемы.

2.6.9. Способы нахождения оригиналов переменных величин по их операторным изображениям. Теорема разложения. Формулы включения.

2.6.10. Интеграл Дюамеля. Расчет переходных процессов с помощью интеграла Дюамеля.

2.6.11. Преобразование Фурье и его применение к расчету переходных процессов. Связь между частотными и временными характеристиками электрической цепи. Понятие о передаточной функции. Связь этой функции с импульсной и частотной характеристиками.

### **Тема 7. Аперiodические сигналы и их спектры [1, 3]**

2.7.1. Ряд Фурье в комплексной форме записи. Спектр функции и интеграл Фурье. Теорема Рейли.

2.7.2. Применение спектрального метода исследования процессов в электрических цепях.

2.7.3. Основные сведения по теории сигналов.

### **Тема 8. Электрические цепи с распределенными параметрами [1, 3]**

2.8.1. Сосредоточенные и распределенные параметры цепей. Вывод уравнений однородной линии.

2.8.2. Решение уравнений однородной линии для установившегося режима при постоянном напряжении. Волновое сопротивление и коэффициент распространения. Уравнения и графики напряжения и тока.

2.8.3. Решение уравнений однородной линии для установившегося режима при синусоидальном напряжении. Неискажающая линия.

2.8.4. Бегущие и стоячие волны в линии при синусоидальном напряжении. Фазовая скорость. Коэффициенты отражения волны напряжения и волны тока. Согласование параметров линии и нагрузки. Линия без потерь. Образование стоячих волн при холостом ходе, коротком замыкании, а также при чисто реактивной нагрузке.

2.8.5. Переходные процессы в однородных линиях. Общее решение уравнений переходного процесса. Процесс включения линии.

### **Тема 9. Электрические цепи с нелинейными элементами [1–3]**

2.9.1. Элементы и эквивалентные схемы простейших нелинейных электрических цепей. Симметричные и несимметричные нелинейные элементы. Статические и дифференциальные сопротивления. Графический метод расчета нелинейных цепей при последовательном и параллельном соединениях линейных и нелинейных резисторов.

2.9.2. Графический метод расчета электрических цепей со смешанным соединением линейных и нелинейных элементов.

Построение вольтамперной характеристики всей цепи, определение напряжений и токов ветвей.

2.9.3. Нелинейные элементы при переменных токах. Инерционные и безынерционные нелинейные элементы. Методы расчета нелинейных цепей переменного тока и их краткая характеристика.

2.9.4. Анализ и расчет нелинейных цепей при одновременном воздействии источников постоянного и переменного напряжений.

#### Тема 10. Магнитные цепи и электромагнитные процессы [1–3; 11]

2.10.1. Основные величины, характеризующие магнитное поле. Магнитная индукция и намагниченность. Напряженность магнитного поля. Магнитный поток и его свойства. Ферромагнитные и неферромагнитные материалы. Кривые намагничивания и гистерезисные петли ферромагнитных материалов.

2.10.2. Закон полного тока. Магнитодвижущая сила (МДС). Определение положительного направления МДС.

2.10.3. Разновидности магнитных цепей. Схемы замещения магнитных цепей. Законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей. Магнитное сопротивление. Сходство магнитной цепи с электрической и различие между ними.

2.10.4. Расчет неразветвленных магнитных цепей:

- а) определение МДС по заданному магнитному потоку;
- б) определение магнитного потока по заданной МДС.

2.10.5. Катушка с ферромагнитным сердечником при синусоидальном напряжении питания. Форма кривой тока в катушке с учетом гистерезиса и насыщения.

2.10.6. Эквивалентный синусоидальный ток и схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником. Расчет параметров схемы замещения. Векторная диаграмма.

2.10.7. Электромагнитные процессы. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. ЭДС, индуцируемая в проводнике, движущемся в магнитном поле.

2.10.8. Собственная индуктивность. ЭДС самоиндукции. Взаимная индуктивность. ЭДС взаимной индукции.

2.10.9. Энергия и механические силы в электромеханических системах. Энергия магнитного поля катушки. Сила тяги электромагнита.

#### Тема 11. Основные понятия и математические модели теории электромагнитного поля [1, 3]

2.11.1. Электромагнитное поле как вид материи. Свойства и величины, характеризующие магнитное поле.

2.11.2. Теорема Гаусса. Напряженность электрического поля, электрическое смещение (индукция), электрический потенциал. Разность потенциалов.

2.11.3. Электрический ток и его виды. Полный ток. Закон полного тока в интегральной и дифференциальной формах.

2.11.4. Принцип непрерывности магнитного потока. Закон электромагнитной индукции.

2.11.5. Полная система уравнений электромагнитного поля. Подразделение электротехнических задач на цепные и полевые.

#### Тема 12. Электроника [2, 4, 7]

2.12.1. Электроника, ее роль в развитии науки, техники, в производстве и управлении. Перспективы развития. Классификация основных устройств.

2.12.2. Полупроводниковые материалы. Физические основы и работа  $p-n$  перехода. Полупроводниковые диоды. Их устройство и принцип действия. Статические вольтамперные характеристики и основные параметры полупроводниковых диодов. Физические процессы, вольтамперные характеристики и параметры диодов.

2.12.3. Транзисторы. Устройство, принцип действия и классификация биполярных транзисторов. Статические характеристики, эквивалентные схемы замещения, режимы работы и схемы включения биполярных транзисторов.

2.12.4. Устройство, принцип действия, классификация и основные характеристики униполярных (полевых) транзисторов. Фототранзисторы. Оптотранзисторы.

2.12.5. Тиристоры. Принцип действия, вольтамперные характеристики и основные параметры. Симметричные тиристоры (симисторы). Фото- и оптоотиристоры. Область применения.

2.12.6. Микроэлектронные приборы. Принцип действия, основные характеристики и область применения. Интегральные микросхемы: классификация и назначение.

2.12.7. Источники электропитания электронных устройств. Принципы построения источников.

2.12.8. Выпрямители источников электропитания. Структура, классификация, схемы и основные параметры.

2.12.9. Электрические фильтры маломощных выпрямителей. Стабилизаторы напряжения и тока.

2.12.10. Усилители электрических сигналов: классификация и основные характеристики. Анализ работы однокаскадных усилителей: коэффициент усиления, амплитудно-частотные характеристики. Режимы работы и температурная стабилизация. Понятие о многокаскадных усилителях.

2.12.11. Усилители постоянного тока. Дрейф нуля. Дифференциальные каскады.

2.12.12. Обратные связи в усилителях, их влияние на параметры и характеристики усилителя.

2.12.13. Операционные усилители: схемы, свойства и область применения. Дифференцирующие усилители, сумматоры и интеграторы на базе операционных усилителей.

2.12.14. Импульсные устройства: принцип работы и классификация. Электронные ключи и простейшие формирователи импульсных сигналов.

2.12.15. Триггеры: классификация, принцип работы. Электрические схемы.

2.12.16. Общие сведения о цифровых электронных устройствах. Логические операции и способы их аппаратной реализации. Сведения об интегральных логических схемах.

2.12.17. Устройства комбинационной логики: сумматоры, шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры, демультиплексоры, компараторы.

2.12.18. Элементы памяти, цифровые триггеры, регистры и цифровые счетчики импульсов. Индикация цифровой информации.

2.12.19. Понятие об аналогово-цифровых и цифро-аналоговых преобразователях.

2.12.20. Микропроцессор (МП): назначение, классификация, структура, принцип работы. Понятие о программном обеспечении МП-системы.

2.12.21. Понятие о контроллерах. Примеры использования микропроцессоров для управления и контроля технологическими процессами, при проведении исследований и других операций.

2.12.22. Основы математического моделирования электронных устройств на ПК. Классификация математических моделей электронных элементов.

2.12.23. Основы компьютерного моделирования электронных устройств. Программные средства схемотехнического проектирования электронных схем.

### **3. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Обязательная литература**

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: Учеб. — М.: Гардарики, 2000.

2. Электротехника и электроника: Учеб. для вузов. В 3-х кн. / Под ред. проф. В.Г. Герасимова. — М.: Энергоатомиздат, кн. 1 — 1996, кн. 2 — 1997, кн. 3 — 1998.

3. Прянишников В. А. Теоретические основы электротехники: Курс лекций. — СПб.: КОРОНА принт, 1998.

4. Прянишников В.А. Электроника: Курс лекций. — СПб.: КОРОНА принт, 1998.

5. Сборник задач по электротехнике и основам электроники/ Под ред. В.Г. Герасимова. — М.: Высшая школа, 1987.

6. Рекус Г.Г., Белоусов А.И. Сборник задач по электротехнике и основам электроники. — М.: Высшая школа, 1991.

#### **Рекомендуемая литература**

7. Горбачев Г.Н., Чаплыгин Е.Е. Промышленная электроника/ Под ред. проф. В.А. Лабунцова. — М.: Энергоатомиздат, 1988.

8. Сатаров А.А., Гадулин А.Н. Электротехника. Линейные электрические цепи постоянного тока: Конспект лекций. — М.: РГОТУПС, 2000.

9. Климентов Н.И. Электротехника. Линейные электрические цепи однофазного переменного тока: Конспект лекций. — М.: РГОТУПС, 2001.

10. Сатаров А.А., Гадулин А.Н. Электротехника. Трехфазные цепи: Конспект лекций. — М.: РГОТУПС, 2000.

11. Серебряков А.С. Электротехника. Магнитные цепи: Конспект лекций. — М.: РГОТУПС, 2000.

**Примечание:** В случае отсутствия указанной литературы для изучения курса могут быть использованы любые учебники и задачки для вузов с названием “Электротехника и электроника”.

#### **4. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ**

Основной формой изучения дисциплины является самостоятельная работа студентов с литературой. Эта работа направляется настоящей рабочей программой, а также системой лекционных, практических и лабораторных занятий и контрольных работ.

Рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы над курсом:

1. Прочсть раздел учебника.

2. Освоить методику математического описания процессов, составления и выводов уравнений, построения векторных диаграмм.

3. Составить конспект по каждому разделу рабочей программы.

4. Проанализировать решение задач по темам, приведенным в учебниках и самостоятельно решить несколько задач.

5. Выполнить контрольные работы.

После выполнения контрольных и лабораторных работ и получения зачетов студенты сдают экзамены. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса, формулировка которых совпадает с пунктами рабочей программы, и задачу. Теоретические вопросы предполагают обстоятельное изложение материала с пониманием физической сущности явлений и процессов, построение графиков и векторных диаграмм. Задача должна быть решена до окончательного числового результата.

#### **Выбор варианта задания**

Задачи контрольных работ имеют по 100 вариантов, отличающихся друг от друга схемами и числовыми значениями заданных величин. Исходные данные к задачам определяют по двум последним цифрам шифра студента: по предпоследней цифре выбирается схема цепи, а по последней цифре — числовые значения величин. Например, шифру 02-ЭВМ-12952 соответствует схема 5 и второй вариант числовых значений.

#### **Требования к оформлению контрольной работы**

1. Каждую работу выполняют в отдельной тетради, на обложке которой указываются фамилия, имя, отчество, шифр, номер контрольной работы и домашний адрес. Контрольная работа должна оформляться чернилами аккуратно, с оставлением полей шириной не менее 30 мм. Страницы работы следует пронумеровывать.

2. Студент обязан выполнять контрольную работу по своему варианту. Выбор варианта производится по двум последним цифрам учебного шифра студента.

3. Текст задания (условие задачи) должен быть переписан в контрольную работу полностью без пропусков и сокращений со всеми рисунками и числовыми значениями для своего варианта.

4. Расчетную часть каждой задачи следует сопровождать краткими и четкими пояснениями. Материал контрольной



работы должен излагаться грамотно, записи и формулировки должны быть точными и ясными.

5. Выдерживают следующий порядок записи при вычислениях: сначала приводят формулу, заменяют символы их числовыми значениями, затем выполняют преобразования с числами, после этого дают результат вычислений и указывают единицу измерения. Вычисления должны быть сделаны с точностью до третьей значащей цифры. При решении задач необходимо пользоваться Международной системой единиц СИ.

6. Все графические построения должны быть выполнены аккуратно карандашом на миллиметровой бумаге с помощью чертежного инструмента, в соответствии с утвержденным ГОСТом. По осям координат необходимо указывать размерность и масштаб. Схемы, графики и векторные диаграммы следует пронумеровывать.

7. В конце работы должны быть указаны: список литературы, которая использовалась при решении, дата и подпись студента.

8. Контрольная работа, представленная на проверку, к зачету не допускается, если она не удовлетворяет перечисленным выше требованиям. После возвращения работы не разрешается исправлять ошибки в ее тексте, который был проверен рецензентом, или высылать только исправления без первоначального решения. Все исправления должны быть сделаны студентом в той же тетради после текста первоначального решения.

## ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 1

### ЗАДАЧА 1

#### Расчет разветвленной линейной электрической цепи постоянного тока с несколькими источниками электрической энергии

Для электрической цепи, соответствующей номеру варианта и изображенной на рис. 1, выполнить следующее:

1. Записать систему уравнений для определения токов в ветвях путем непосредственного применения законов Кирхгофа (решать эту систему уравнений не следует).

2. Определить токи в ветвях методом контурных токов.

3. Составить баланс мощностей.

4. Построить потенциальную диаграмму для любого замкнутого контура, включающего в себя обе ЭДС.

Значения ЭДС источников и сопротивлений резисторов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Величина	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$E_1, \text{В}$	150	140	130	120	110	60	70	80	90	100
$r_1, \text{Ом}$	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1
$E_2, \text{В}$	130	120	110	140	150	200	190	180	170	160
$r_2, \text{Ом}$	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2
$R_1, \text{Ом}$	6	5	4	2	3	3	4	5	6	7
$R_2, \text{Ом}$	7	4	8	3	6	6	5	2	7	5
$R_3, \text{Ом}$	13	24	21	25	19	22	17	14	16	9
$R_4, \text{Ом}$	25	20	16	18	22	17	15	19	21	23
$R_5, \text{Ом}$	23	12	19	24	17	14	22	18	15	21
$R_6, \text{Ом}$	14	18	16	22	24	13	24	17	23	19

Теоретический материал и примеры расчета приведены в [1, §§ 2.7, 2.8, 2.10–2.13; 3, раздел 6; 8].

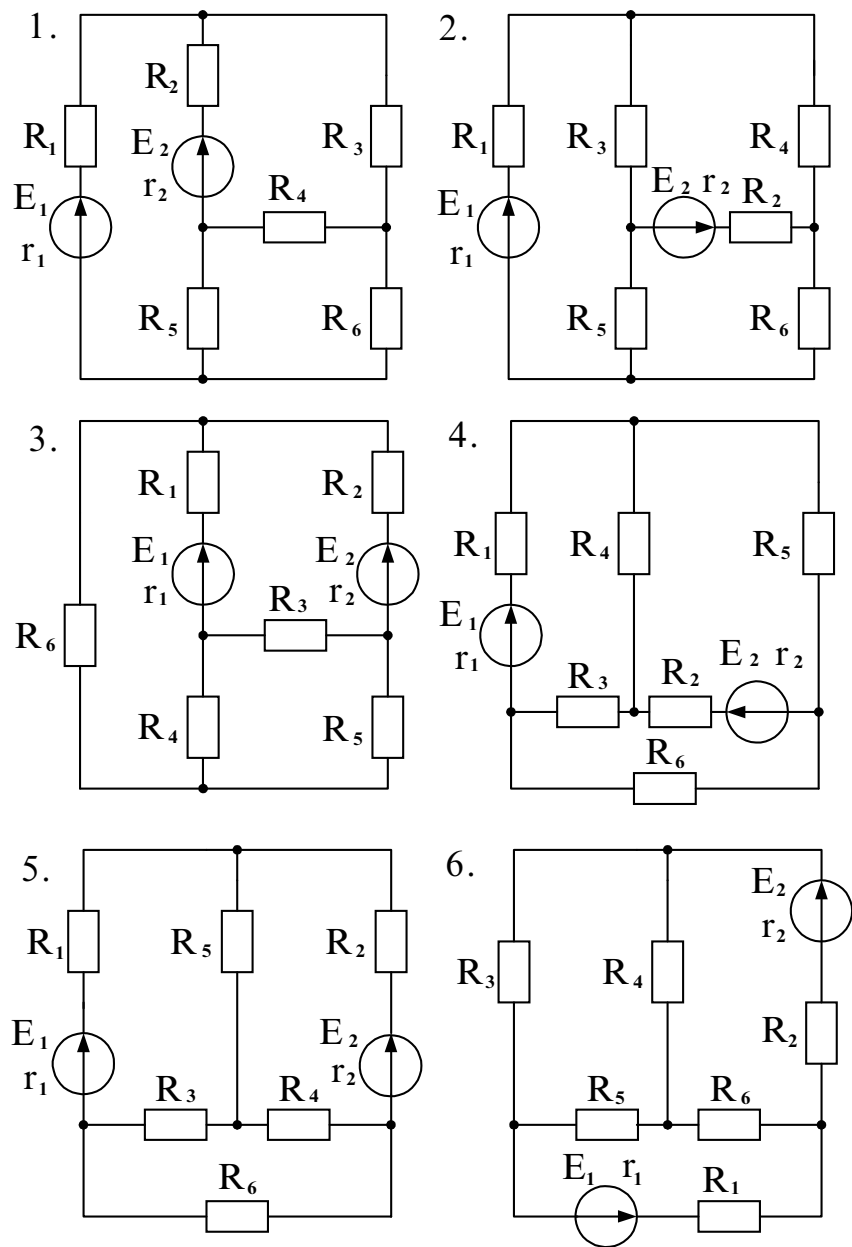


Рис. 1

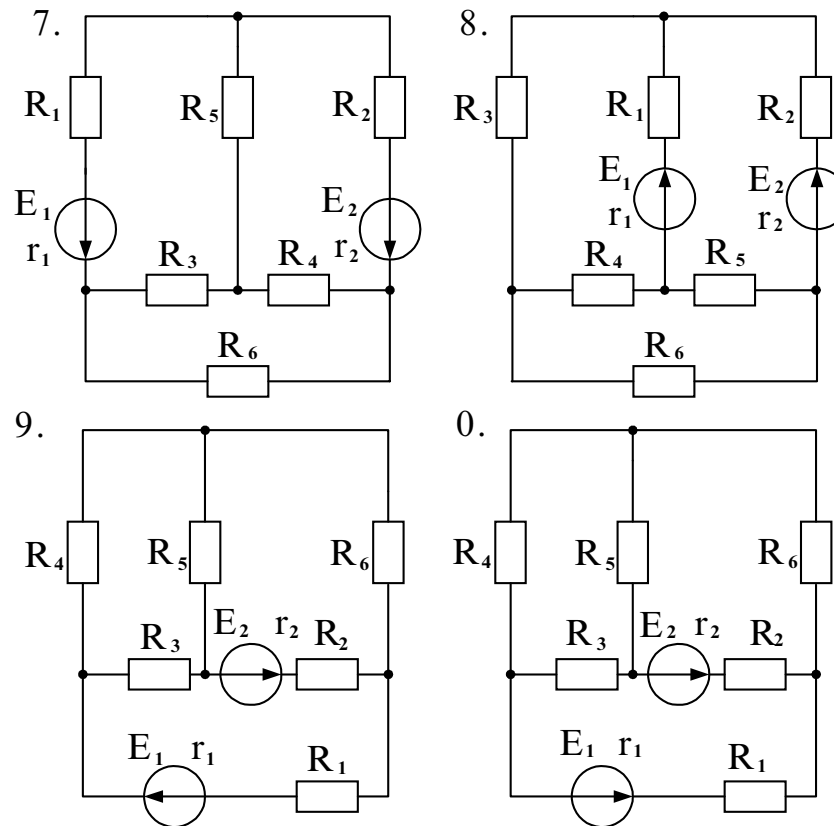


Рис. 1 (окончание)

## ЗАДАЧА 2

### Расчет линейной электрической цепи однофазного синусоидального тока

Для цепи, изображенной на рис. 2:

1. Определить комплексным методом действующие значения напряжений и токов на всех участках цепи.
2. Определить активные, реактивные и полные мощности каждого участка и всей цепи.
3. Составить баланс активных и реактивных мощностей и оценить погрешность расчета.

4. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.  
 Значение напряжения источника  $U$  и параметры резисторов, индуктивностей и емкостей для каждого варианта приведены в табл. 2.

Таблица 2

Вариант	$U$ , В	$r_1$ , Ом	$L_1$ , мГн	$C_1$ , мкФ	$r_2$ , Ом	$L_2$ , мГн	$C_2$ , мкФ	$r_3$ , Ом	$L_3$ , мГн	$C_3$ , мкФ
1	220	40	150	40	35	100	100	20	80	30
2	380	30	70	30	20	150	80	25	100	40
3	127	45	140	20	40	200	60	30	60	50
4	220	60	120	120	50	120	75	40	50	80
5	220	50	150	70	30	50	45	25	100	100
6	127	15	60	60	10	80	30	15	100	90
7	380	35	50	80	20	75	20	10	60	75
8	380	20	80	150	15	60	40	12	70	60
9	127	25	100	100	18	90	50	20	50	40
0	220	10	40	50	12	110	90	15	40	30

Частота питающего напряжения  $f = 50$  Гц.

Теоретический материал и примеры расчета приведены в [1, §§ 3.11, 3.15–3.17, 3.20–3.22; 3, раздел 4; 9].

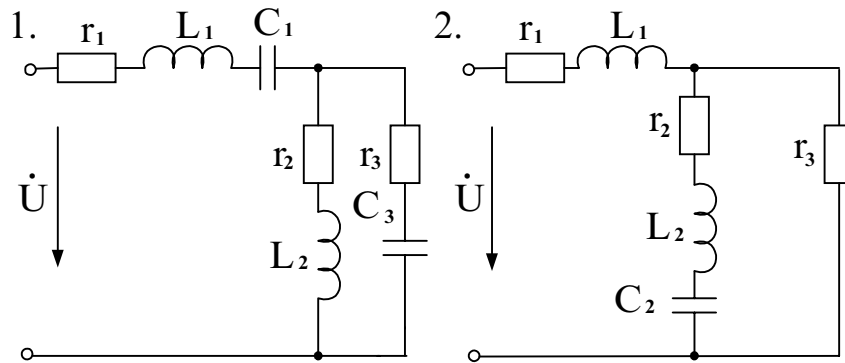


Рис.2

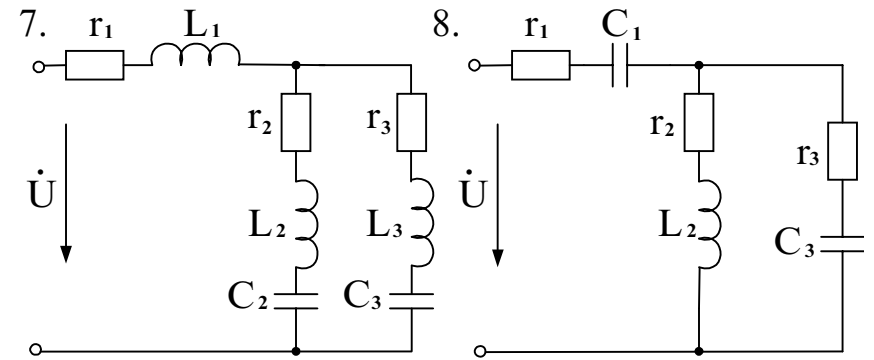
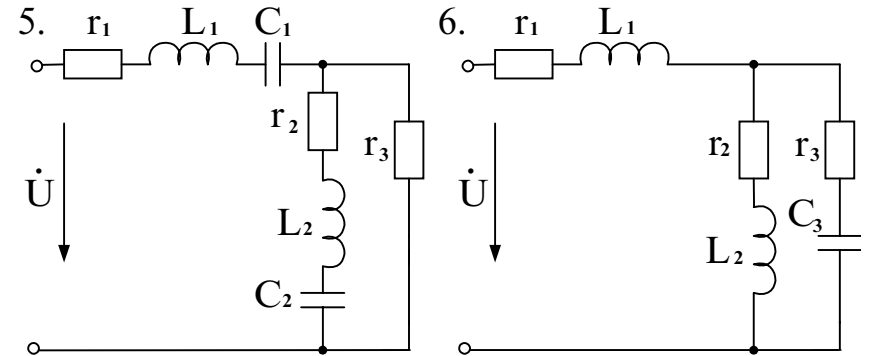
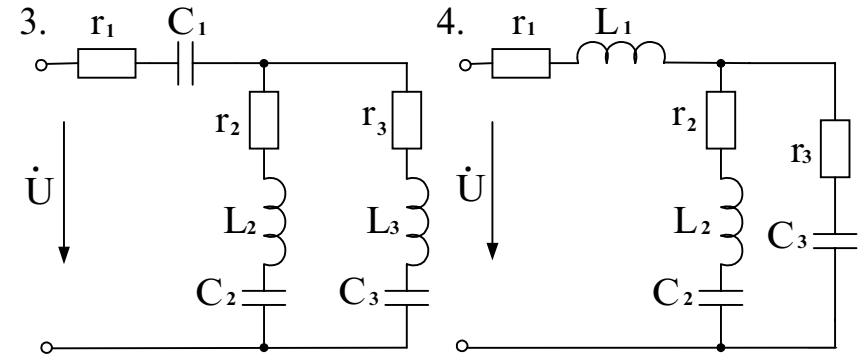


Рис.2 (продолжение)

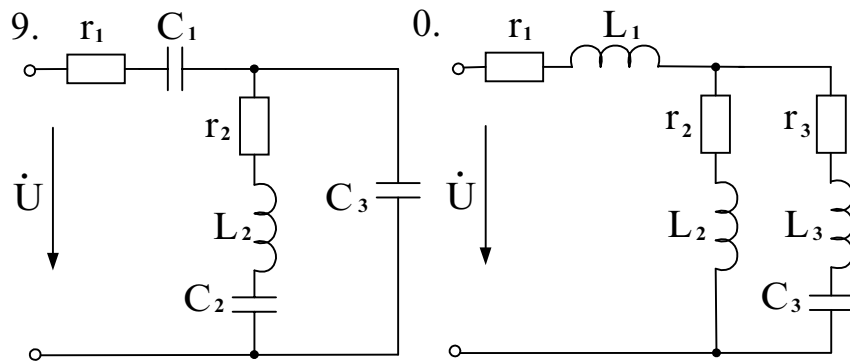


Рис.2 (окончание)

### ЗАДАЧА 3

#### Расчет линейного пассивного четырехполюсника

Дан T- или П-образный симметричный четырехполюсник, схема которого представлена на рис. 3, а величины сопротивлений при частоте 50 Гц — в табл. 3.

Требуется:

1. Определить сопротивление холостого хода  $Z_{xx}$  и короткого замыкания  $Z_{кз}$  четырехполюсника.

2. По найденным сопротивлениям найти коэффициенты четырехполюсника в форме А, т.е. коэффициенты А, В, С, D и проверить соотношение между ними ( $AD - BC = 1$ ).

3. Определить напряжение  $\dot{U}_2$ , токи  $\dot{I}_1$  и  $\dot{I}_2$ , мощности  $P_1$  и  $P_2$  и КПД  $\eta$  четырехполюсника при значениях напряжения  $\dot{U}_1$  и активном сопротивлении нагрузки  $r_n$  (подключено к клеммам 2-2'), указанным в табл. 3.

4. Определить:

а) характеристическое сопротивление  $Z_c$  четырехполюсника и проверить его расчетом, приняв сопротивление нагрузки  $Z_n = Z_c$ ;

б) постоянную передачи  $g$  четырехполюсника.

Таблица 3

Вариант	$U_1$ , В	$r_1$ , Ом	$X_{L1}$ , Ом	$r_2$ , Ом	$X_{C2}$ , Ом	$r_n$ , Ом
1	380	12	9	18	20	10
2	220	14	6	16	14	35
3	127	6	12	14	20	14
4	220	14	8	11	18	20
5	380	12	14	18	20	45
6	250	10	18	20	25	40
7	220	8	12	22	30	15
8	250	10	10	16	18	30
9	127	8	6	12	18	25
0	380	15	15	15	30	22

Теоретический материал и примеры расчета приведены в [1, §§ 4.5, 4.6, 4.9, 4.10].

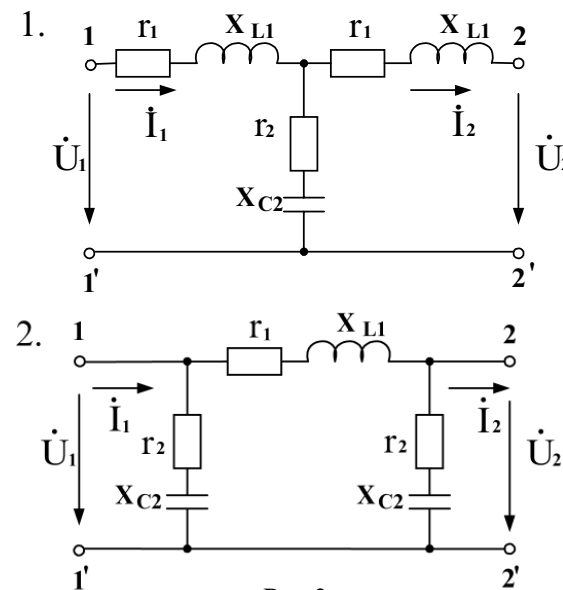


Рис.3

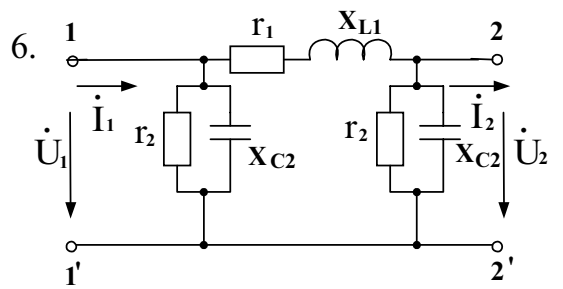
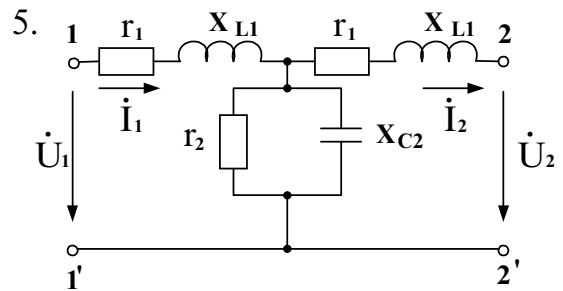
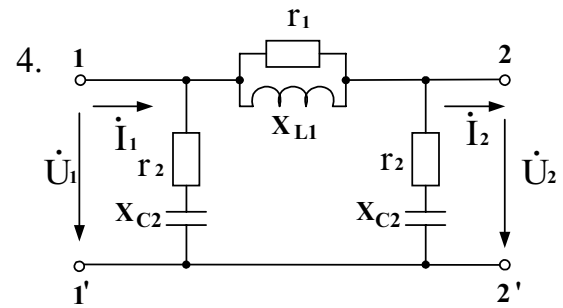
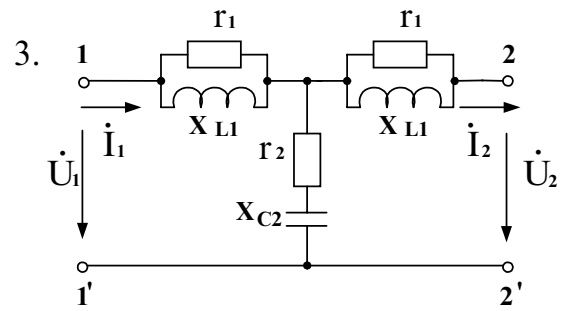


Рис.3 (продолжение)

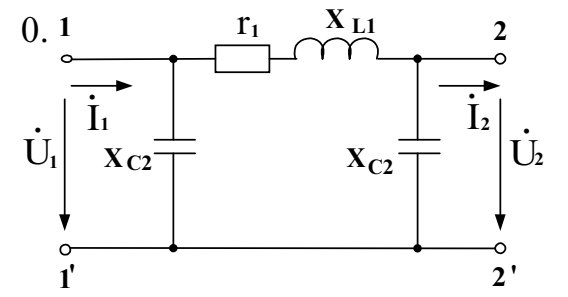
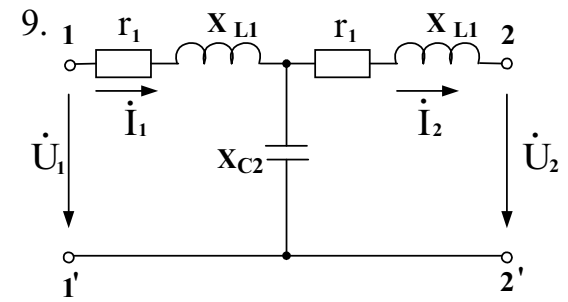
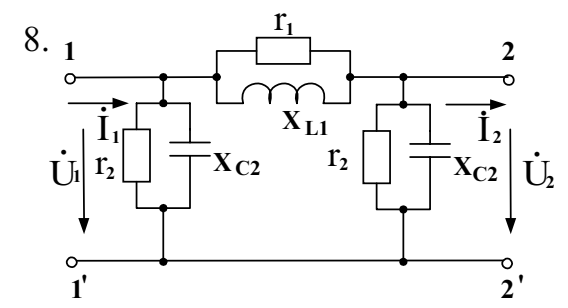
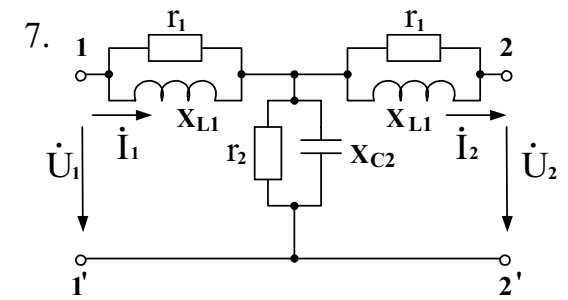


Рис.3 (окончание)

## ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 2

### ЗАДАЧА 4

#### Расчет линейной электрической цепи при несинусоидальных напряжениях и токах

Цепь, изображенная на рис. 4, включена на зажимы источника с периодической несинусоидальной ЭДС. Графики функций  $e(\omega t)$  и их разложение в ряд Фурье приведены на рис. 5. Период функций  $e(\omega t)$  составляет  $T = 0,02$  с. Амплитуда ЭДС и параметры элементов цепи приведены в табл.4.

Необходимо:

1. Записать выражение мгновенного значения несинусоидальной ЭДС, заданной графиком на рис. 5, и определить ее действующее значение.

2. Получить выражение для мгновенного значения тока на неразветвленном участке цепи  $i(\omega t)$  и определить его действующее значение.

3. Построить график тока на неразветвленном участке цепи —  $i(\omega t)$ . На графике показать все составляющие тока и его результирующую кривую.

4. Определить активную, реактивную и полную мощности цепи.

Таблица 4

Вариант	Форма кривой ЭДС	$E_m$ , В	$r_1$ , Ом	$L_1$ , Гн	$C_1$ , мкФ	$r_2$ , Ом	$L_2$ , Гн	$C_2$ , мкФ	$r_3$ , Ом	$L_3$ , Гн	$C_3$ , мкФ
1	рис.5, а	60	30	0,1	30	60	0,02	70	50	0,06	20
2	рис.5, б	80	60	0,12	40	50	0,03	60	40	0,07	30
3	рис.5, в	120	80	0,08	50	70	0,1	40	30	0,02	60
4	рис.5, г	110	40	0,05	60	80	0,04	30	60	0,09	50
5	рис.5, д	50	50	0,02	70	40	0,09	50	80	0,05	40
6	рис.5, а	90	70	0,06	20	90	0,05	70	90	0,04	30
7	рис.5, б	100	90	0,09	30	70	0,07	40	30	0,03	70
8	рис.5, в	60	50	0,07	40	40	0,12	60	60	0,08	20
9	рис.5, г	70	80	0,03	50	60	0,08	20	40	0,12	60
0	рис.5, д	80	30	0,04	60	30	0,06	50	70	0,1	40

Теоретический материал и примеры расчета приведены в [1, §§ 7.6, 7.8, 7.11; 3, раздел 4; 6, § 4.1].

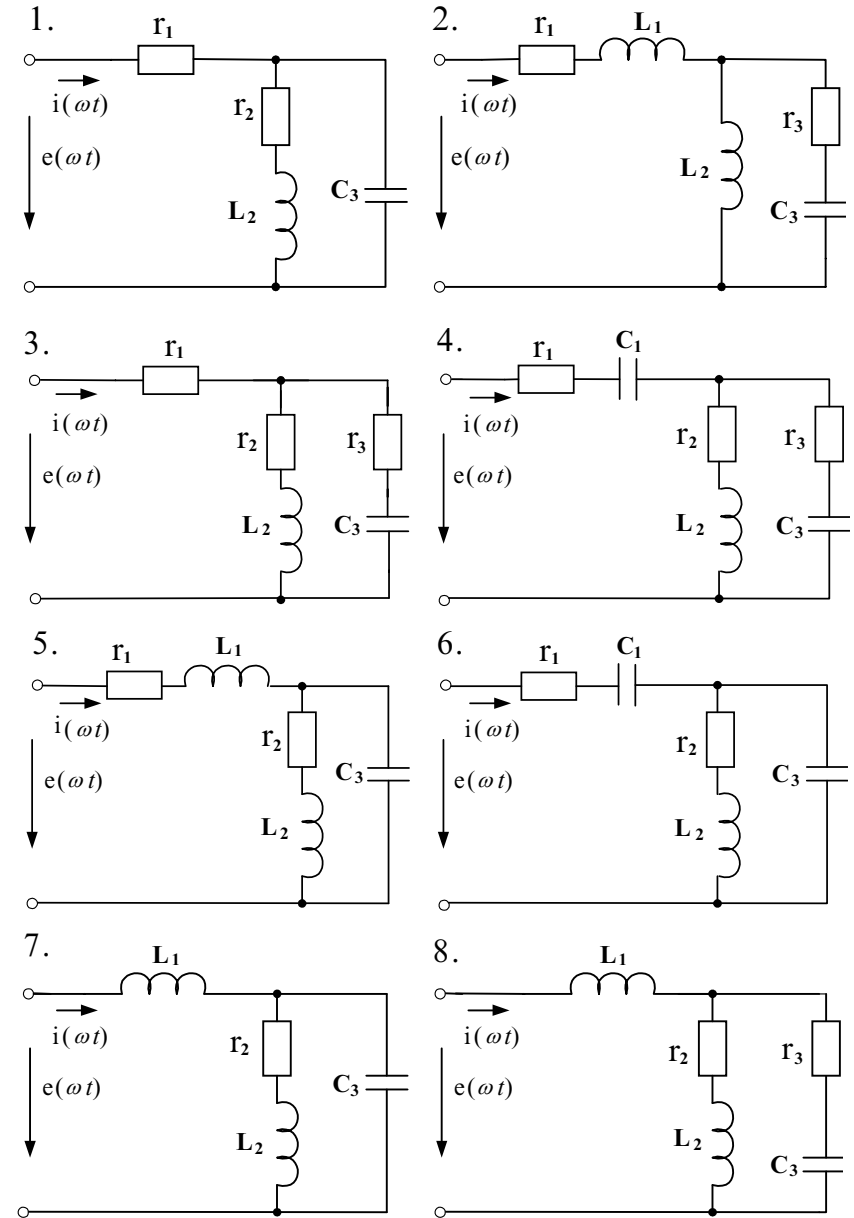


Рис. 4

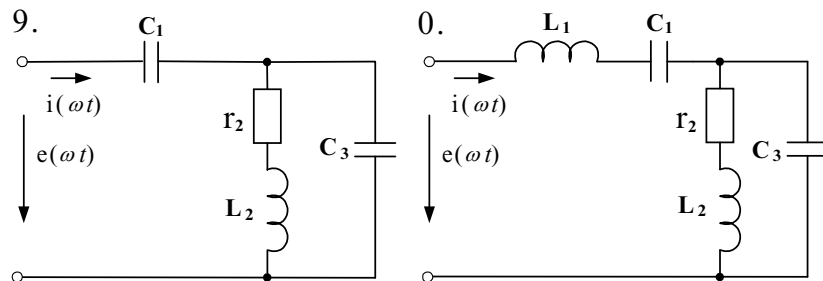
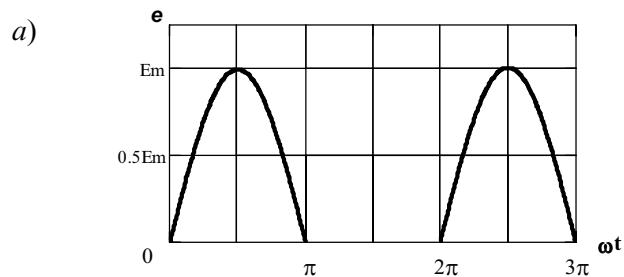
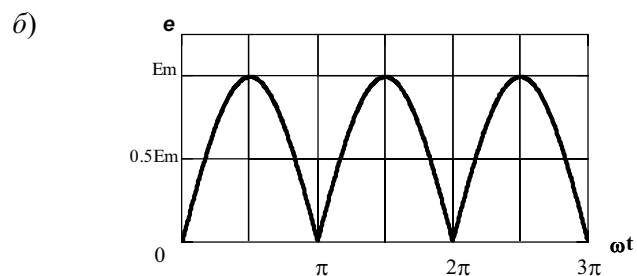


Рис. 4 (окончание)

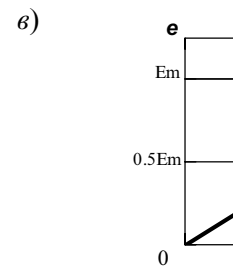


$$e(\omega t) = \frac{2 \cdot E_m}{\pi} \cdot \left( \frac{1}{2} + \frac{\pi}{4} \cdot \sin(\omega t) - \frac{1}{1 \cdot 3} \cdot \cos(2 \cdot \omega t) - \frac{1}{3 \cdot 5} \cdot \cos(4 \cdot \omega t) \dots \right)$$

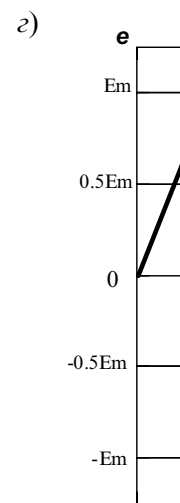


$$e(\omega t) = \frac{4 \cdot E_m}{\pi} \cdot \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{1 \cdot 3} \cdot \cos(2 \cdot \omega t) - \frac{1}{3 \cdot 5} \cdot \cos(4 \cdot \omega t) - \frac{1}{5 \cdot 7} \cdot \cos(6 \cdot \omega t) \dots \right)$$

Рис. 5

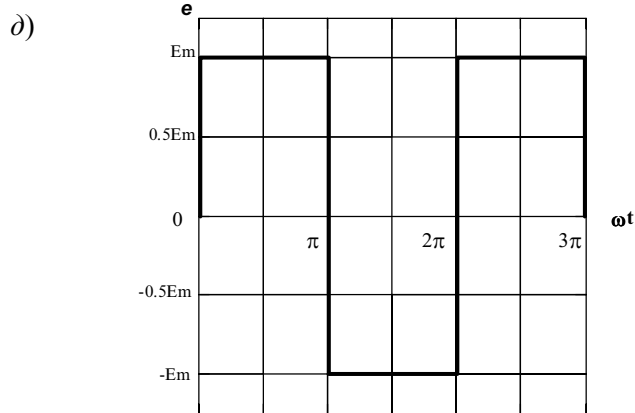


$$e(\omega t) = \frac{E_m}{2} - \frac{E_m}{\pi} \cdot \left( \sin(\omega t) + \frac{1}{2} \cdot \sin(2 \cdot \omega t) + \frac{1}{3} \cdot \sin(3 \cdot \omega t) \dots \right)$$



$$e(\omega t) = \frac{8 \cdot E_m}{\pi^2} \cdot \left( \sin(\omega t) - \frac{1}{9} \cdot \sin(3 \cdot \omega t) + \frac{1}{25} \cdot \sin(5 \cdot \omega t) \dots \right)$$

Рис. 5 (продолжение)



$$e(\omega t) = \frac{4 \cdot E_m}{\pi} \cdot \left( \sin(\omega t) + \frac{1}{3} \cdot \sin(3 \cdot \omega t) + \frac{1}{5} \cdot \sin(5 \cdot \omega t) \dots \right)$$

Рис. 5 (окончание)

### ЗАДАЧА 5

#### Расчет переходных процессов в линейной электрической цепи с сосредоточенными параметрами при постоянной ЭДС источника

В электрической цепи (рис. 6) в результате коммутации возникает переходный процесс. Параметры элементов цепи для каждого варианта приведены в табл. 5, постоянная ЭДС источника  $E = 120 \text{ В}$ .

Необходимо определить законы изменения во времени тока на неразветвленном участке цепи  $i_1(t)$  и напряжения на разветвленном участке цепи  $u_{ab}(t)$ . Построить графики полученных зависимостей.

Задачу решить классическим и операторным методами.

Таблица 5

Величина	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$r, \text{ Ом}$	10	8	6	15	25	12	20	30	16	24
$L, \text{ Гн}$	0,1	0,02	0,06	0,03	0,06	0,05	0,08	0,07	0,04	0,09
$C, \text{ мкФ}$	100	30	80	120	200	150	60	90	40	50

Теоретический материал и примеры расчета приведены в [1, §§ 8.1–8.6, 8.10–8.13, 8.18, 8.25–8.27; 3, раздел 5; 6, § 5.1].

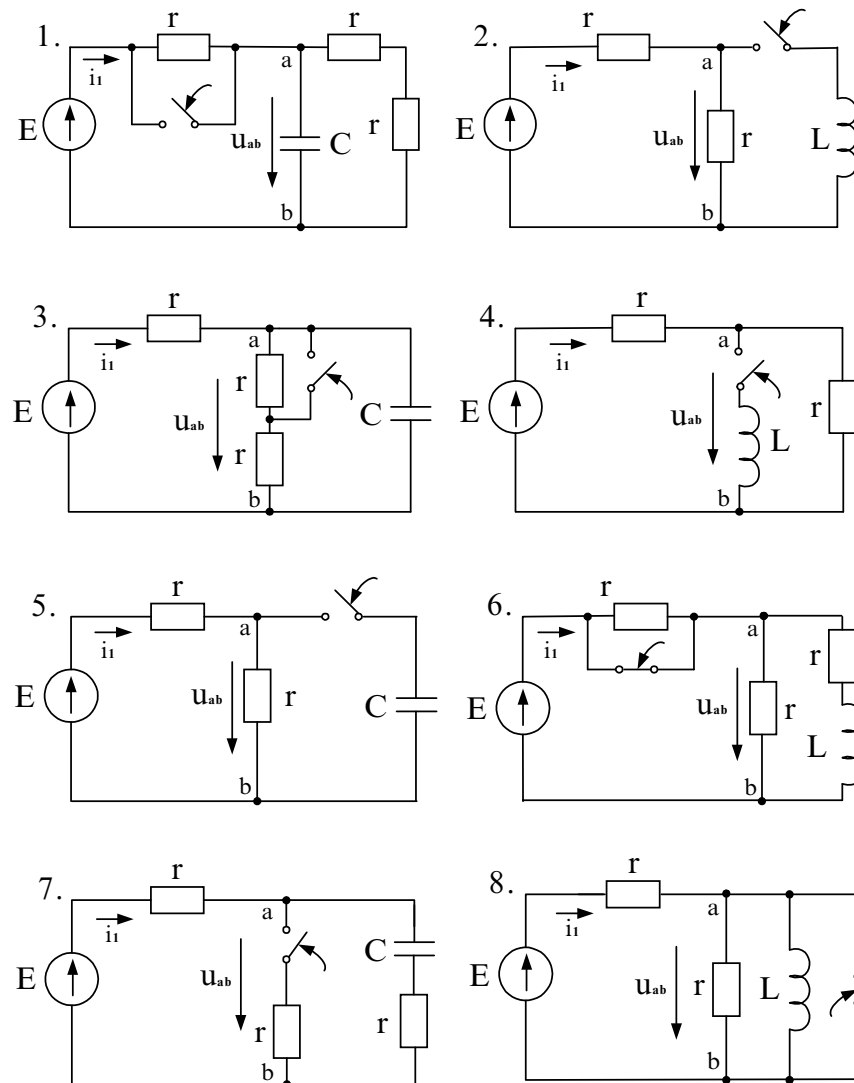


Рис. 6



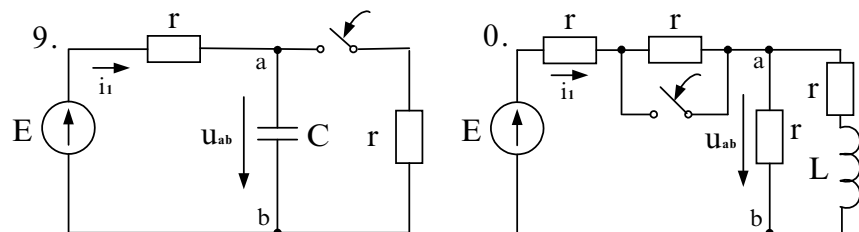


Рис. 6 (окончание)

### ЗАДАЧА 6

**Расчет переходных процессов в линейной электрической цепи с распределенными параметрами при включении её на постоянное напряжение**

Воздушная линия без потерь ( $v = 3 \cdot 10^5$  км/с) подключается к источнику постоянного напряжения  $U$  (рис. 7).

Параметры линии приведены в табл. 6.

Требуется:

1. Определить ток и напряжение падающих волн при  $t \leq \tau = l/v$ .

2. Определить зависимости изменения во времени напряжения  $u_H(t)$  и тока  $i_H(t)$  в нагрузке.

3. Определить ток и напряжение отраженных волн в конце линии при

$$\tau \leq t \leq 3 \cdot \tau.$$

4. Построить графики распределения тока и напряжения вдоль линии для момента времени, когда волна, отразившись от конца линии дойдет до точки, расположенной на расстоянии  $a$  от начала линии.

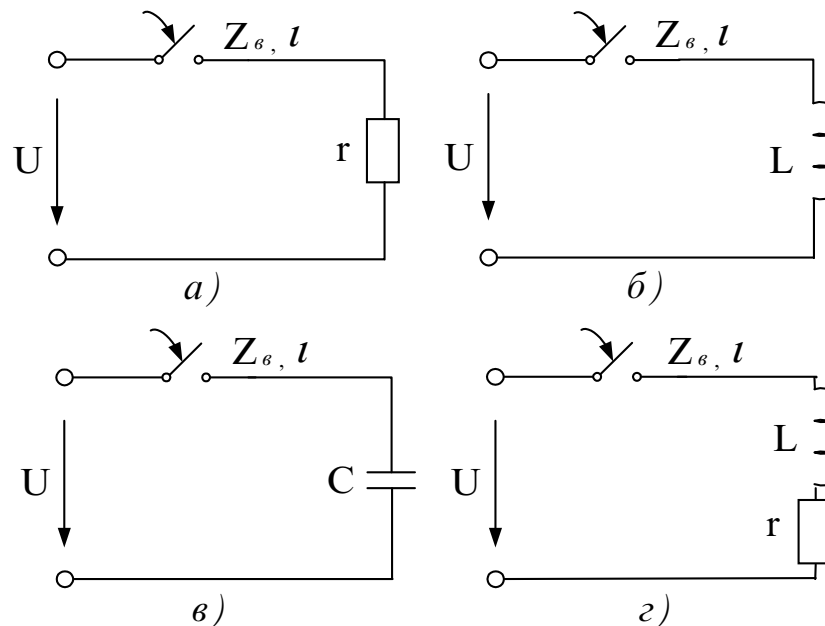


Рис. 7

Таблица 6

Вариант	Выбирается по предпоследней цифре учебного шифра		Выбирается по последней цифре учебного шифра					
	схема	$a$ , км	$U$ , В	$Z_{в}$ , Ом	$r$ , Ом	$L$ , Гн	$C$ , мкФ	$l$ , км
1	рис. 7, а	$0,25 l$	100	300	400	0,2	0,1	6
2	рис. 7, а	$0,5 l$	220	400	200	0,4	0,2	8
3	рис. 7, б	$0,5 l$	300	500	300	0,5	0,3	15
4	рис. 7, б	$0,25 l$	200	300	400	0,4	0,5	12
5	рис. 7, в	$0,25 l$	110	400	500	0,3	0,4	10
6	рис. 7, в	$0,75 l$	220	500	200	0,1	0,2	14
7	рис. 7, г	$0,75 l$	300	300	100	0,5	0,3	18
8	рис. 7, г	$0,5 l$	200	400	200	0,4	0,5	16
9	рис. 7, д	$0,5 l$	100	250	150	0,2	0,1	5
0	рис. 7, д	$0,25 l$	400	500	50	0,3	0,2	7

Теоретический материал и примеры расчета приведены в [1, §§ 12.1–12.3, 12.5–12.8, 12.11–12.13; 3, раздел 9].

Н.И. Климентов,  
Г.М. Мамедов

## ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Рабочая программа  
и задания на контрольные работы

Редактор *Е.А. Ямщикова*  
Компьютерная верстка *Е.Ю. Русалева*

ЛР № 020307 от 28.11.91

---

Тип. зак.	Изд. зак. 85	Тираж 1000 экз.
Подписано в печать	Гарнитура Times.	Офсет
Усл. печ. л. 2,25		Формат 60×90 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>

---

Издательский центр РГОТУПСа,  
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Типография РГОТУПСа, 107078, Москва, Басманный пер., 6