

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

**Б1.О.23.02**

(индекс дисциплины)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Математические методы анализа расчета электронных схем 2

(наименование дисциплины)

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

по направлению подготовки (специальности)

Алгоритмы управления движением и навигация беспилотных мобильных систем и комплексов

направленность (профиль)/специализация

Форма обучения заочная

Год набора: 2025

Общая трудоемкость: 6 ЗЕ

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Курс                                         | 4              | Итого |
|----------------------------------------------|----------------|-------|
|                                              | Экзамен        |       |
| Вид занятий                                  | Форма контроля |       |
| Лекции                                       | 4              | 4     |
| Лабораторные                                 |                |       |
| Практические                                 |                |       |
| Руководство: курсовые работы (проекты) / ККР | 1              | 1     |
| Промежуточная аттестация                     | 0,35           | 0,35  |
| Контактная работа                            | 5,35           | 5,35  |
| Самостоятельная работа                       | 202            | 202   |
| Контроль                                     | 8,65           | 8,65  |
| Итого                                        | 216            | 216   |

Рабочую программу составил(и):

старший преподаватель Кудинов А.К.

*(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 микроэлектроника

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2030 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

Промышленная электроника

---

(протокол заседания № 7 от «24» февраля 2026 г.).

### 1. Цель освоения дисциплины

Цель – подготовка студентов к решению профессиональных задач анализа и оптимизации электронных схем и электромеханических устройств.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины, на освоении которых базируется данная дисциплина: Основы электронной техники; Высшая математика; Физика; Теоретические основы электротехники.

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Полупроводниковые приборы; Схемотехника; Теория автоматического управления.

### 3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции<br>(код и наименование)                                        | Индикаторы достижения компетенций<br>(код и наименование)                                                                         | Планируемые результаты обучения                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-5 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения | ОПК-5.1 Владеет как минимум одним актуальным языком программирования высокого уровня                                              | Знать: способы разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения;                                                     |
|                                                                                                         | ОПК-5.2 Знает способы разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения                       | Уметь: использовать информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации для использования в области профессиональной деятельности |
|                                                                                                         | ОПК-5.3 Владеет современными программными средствами для разработки компьютерных программ, пригодных для практического применения | Владеть: современными программными средствами для разработки компьютерных программ, пригодных для практического применения                                |

#### 4. Структура и содержание дисциплины

| Модуль<br>(раздел)       | Вид<br>учебной<br>работы | Наименование тем занятий<br>(учебной работы)                                                                                                       | Курс | Объем, ч.  | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего<br>контроля (наимено-<br>вание оценочного<br>средства) |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------|-------|----------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                          | Лек.                     | Машинное формирование уравнений цепи на основе принципа поэлементного вклада                                                                       | 4    | 1          | -     | -              |                                                                       |
|                          | Лек.                     | Характеристики и параметры электронных цепей                                                                                                       | 4    | 1          | -     | -              |                                                                       |
|                          | Лек.                     | Методы анализа линейных цепей, использующие модель, полученную методом переменных состояния                                                        | 4    | 1          | -     | -              |                                                                       |
|                          | Лек.                     | Методы анализа, основанные на использовании алгебраических математических моделей цепи                                                             | 4    | 1          | -     | -              |                                                                       |
|                          | Ср.                      | Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной на тему «Представление передаточной функции в виде суммы простых дробей»               | 4    | 69         | -     | -              | Контрольная работа №5                                                 |
|                          | Ср.                      | Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной на тему «Расчет характеристик цепи по уравнениям состояния и выхода»                   | 4    | 69         | -     | -              | Контрольная работа №6                                                 |
|                          | Ср.                      | Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной на тему «Расчет характеристик цепи по уравнениям алгебраической математической модели» | 4    | 69         | -     | -              | Контрольная работа №7                                                 |
|                          | ККР                      |                                                                                                                                                    | 4    | 1          |       |                |                                                                       |
|                          | ПА                       |                                                                                                                                                    | 4    | 0,35       |       |                |                                                                       |
|                          | Контроль                 |                                                                                                                                                    | 4    | 8,65       |       |                |                                                                       |
| <b>Итого за 4 сессию</b> |                          |                                                                                                                                                    |      | <b>216</b> |       |                |                                                                       |

## 5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины используются классические образовательные технологии, в форме лекций, практических занятий.

## 6. Методические указания по освоению дисциплины

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

| Курс | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства                                                                                               |
|------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4    | ОПК-5                                         | Контрольная работа №4.<br>Контрольная работа №5.<br>Контрольная работа №6.<br>Контрольная работа №7<br>Итоговое тестирование . |

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

#### 7.2.1. Комплект заданий для контрольных работ

##### *Контрольная работа №1. «Линеаризация схем замещения»*

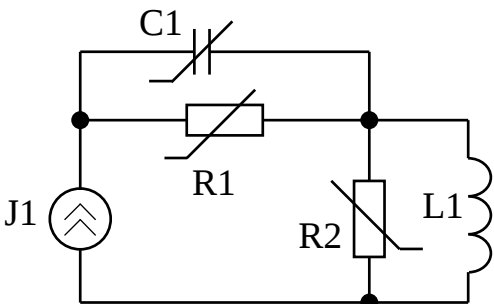
Для приведенной цепи параметры линейных элементов заданы константами, а нелинейных – соответствующими компонентными зависимостями. Необходимо построить малосигнальную схему замещения и определить значения параметров ее элементов.

Порядок решения.

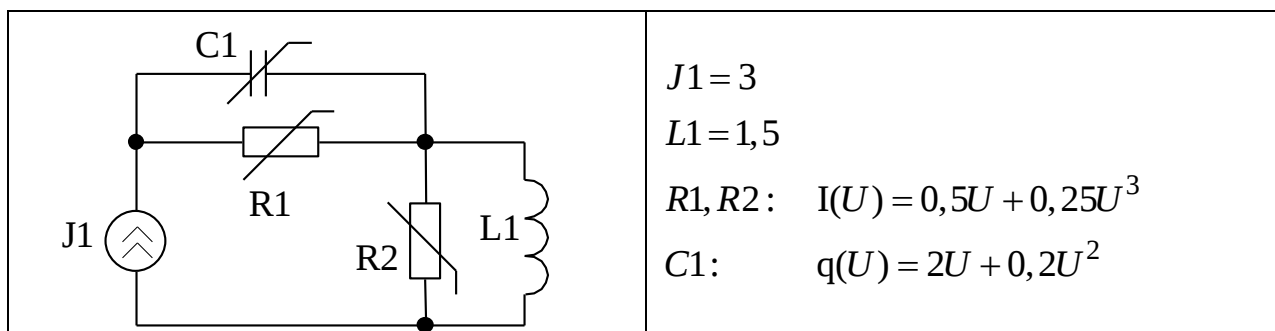
1. Произвести расчет по постоянному току нелинейной цепи и, тем самым, определить «рабочие точки» нелинейных элементов.
2. Рассчитать дифференциальные параметры нелинейных элементов в рабочей точке.
3. Заменить каждый нелинейный элемент его дифференциальным аналогом и исключить источники постоянного напряжения и тока (Е – накоротко, J – разорвать).

Необходимые теоретические сведения рассмотрены в разделах 1.1 — 1.3 пособия.

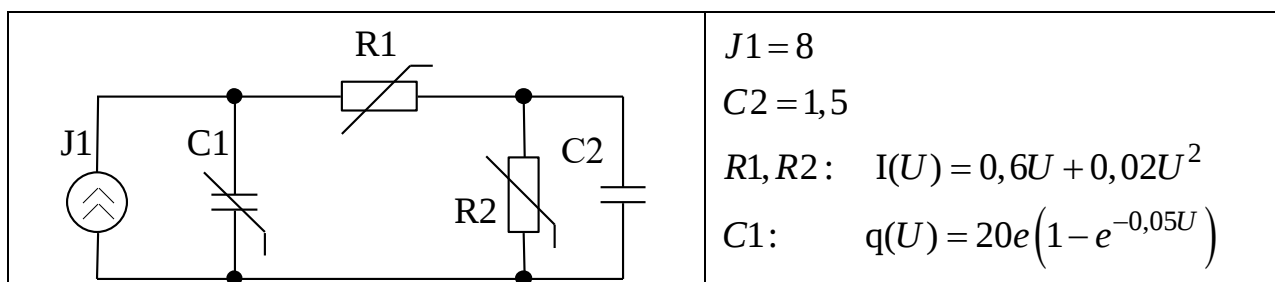
#### Вариант №1

|                                                                                     |                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | $J1 = 10$<br>$L1 = 1,5$<br>$R1, R2: \quad I(U) = 0,5U + 0,05U^2$<br>$C1: \quad q(U) = 2U + 0,02U^3$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|

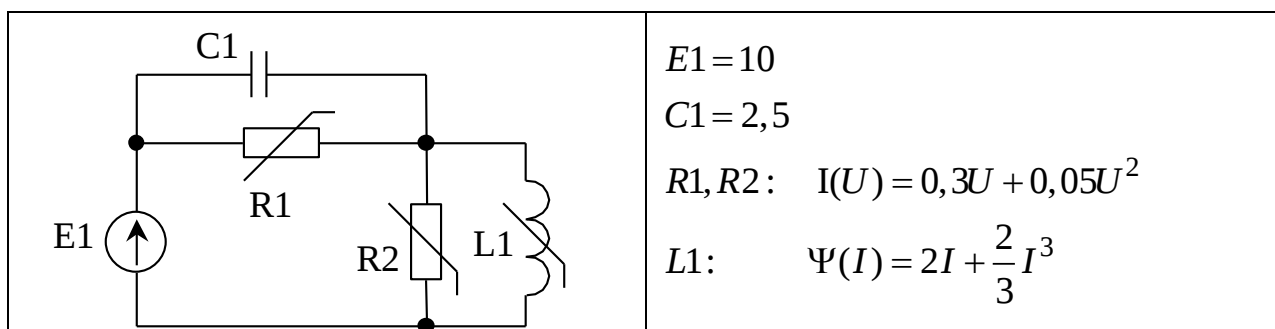
### Вариант №2



### Вариант №3



### Вариант №4



**Контрольная работа №2 «Расчет цепей методом узловых потенциалов и контурных токов»**

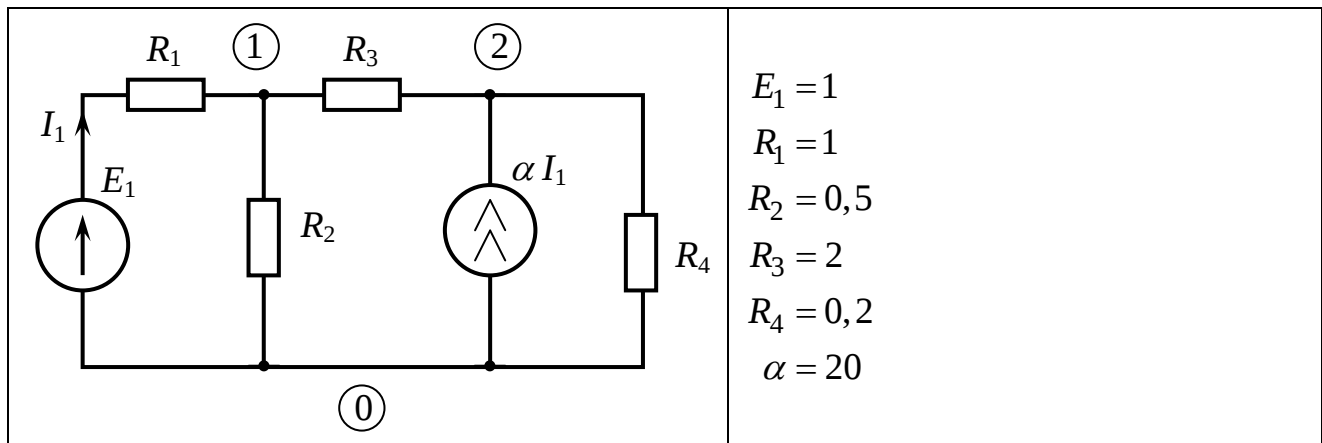
Произвести расчет по постоянному току указанным методом.

Порядок решения.

1. Преобразовать цепь к виду, пригодному для анализа указанным методом. Вычертить расчетную схему, указать значения параметров ее элементов.
2. Для расчетной схемы вычертить направленный граф, составить топологическую (**A** или **B**) и компонентные (**Yв**, **Jв** или **Zв**, **Eв**) матрицы.
3. Сформировать уравнение цепи указанным методом, используя найденные на шаге 2 матрицы.
4. Подставить численные значения параметров элементов и решить уравнение цепи.

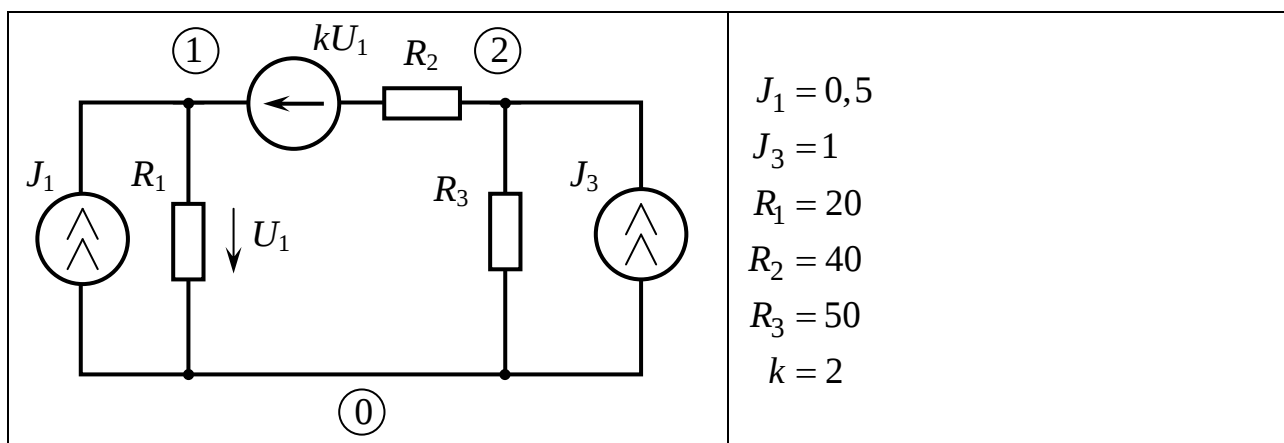
Необходимые теоретические сведения рассмотрены в разделах 2.2, 2.4, 3.1, 3.2 пособия.

**Вариант №1**



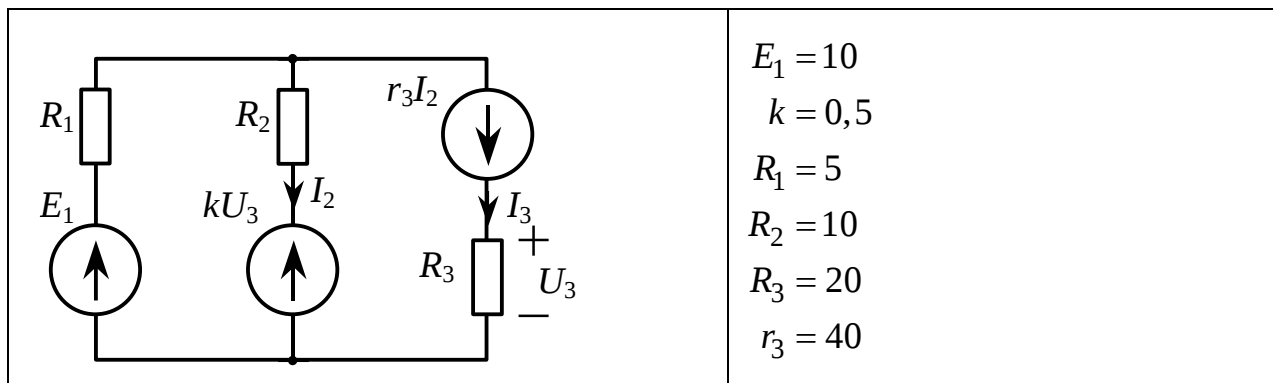
Определить потенциалы узлов 1 и 2 методом узловых потенциалов.

**Вариант №2**



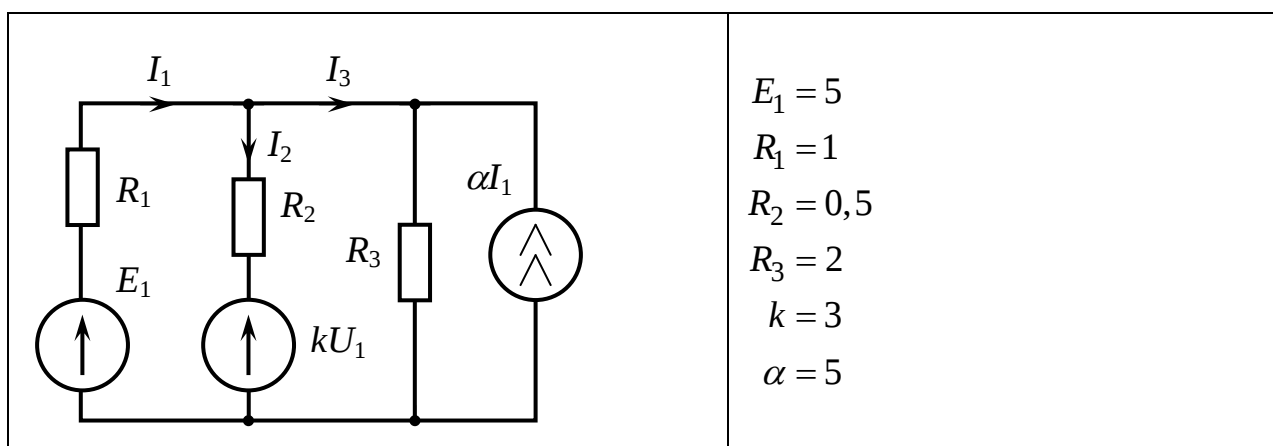
Определить потенциалы узлов 1 и 2 методом узловых потенциалов.

### Вариант №3



Определить токи  $I_2$  и  $I_3$  методом контурных токов.

### Вариант №4



Определить токи  $I_2$  и  $I_3$  методом контурных токов.

### Контрольная работа №3 «Получение математической модели методом переменных состояния»

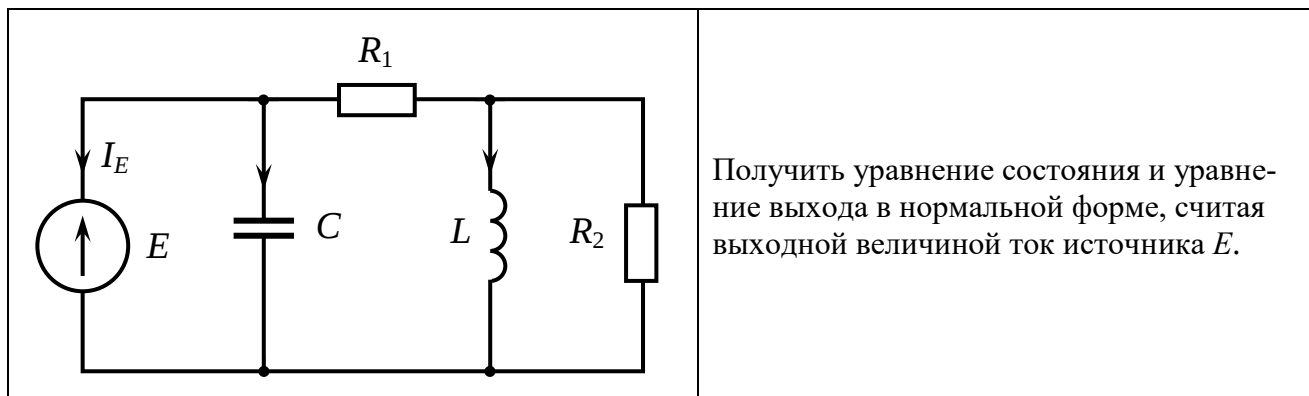
Для заданной цепи получить уравнения состояния и выхода в нормальной форме.

Порядок решения.

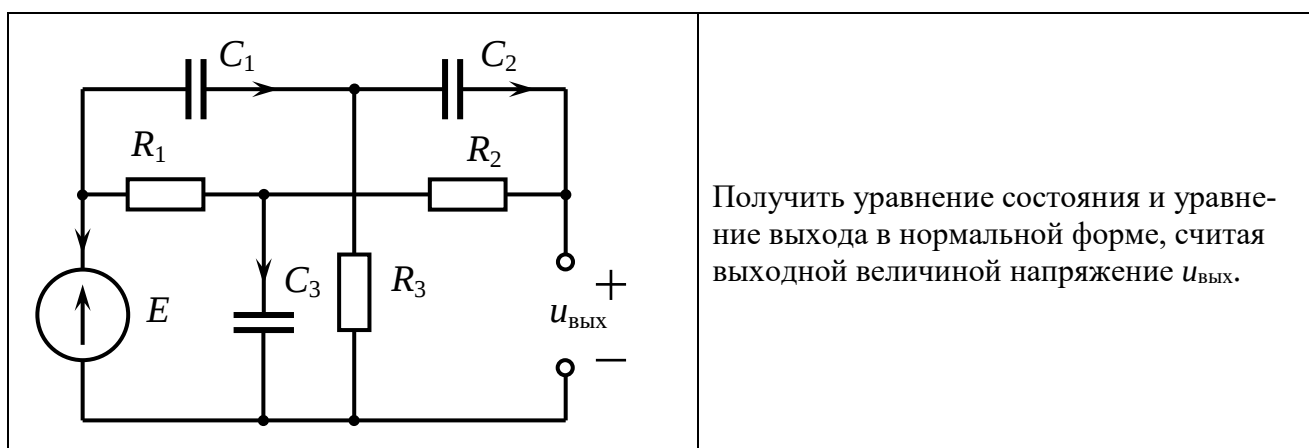
1. Изобразить направленный граф цепи, считая каждый элемент цепи отдельной ветвью, выбрать нормальное дерево.
2. Записать топологическое уравнение цепи, воспользовавшись матрицей «контур – ветвь»  $F$ .
3. Записать компонентные уравнения для каждой ветви (каждого элемента).
4. Ввести компонентные уравнения в топологическое и разрешить последнее относительно производных переменных состояния и выходных величин.
5. Записать уравнения состояния и выхода в матричной форме.

Необходимые теоретические сведения рассмотрены в разделах 2.2, 2.3, 3.3 — 3.5 пособия.

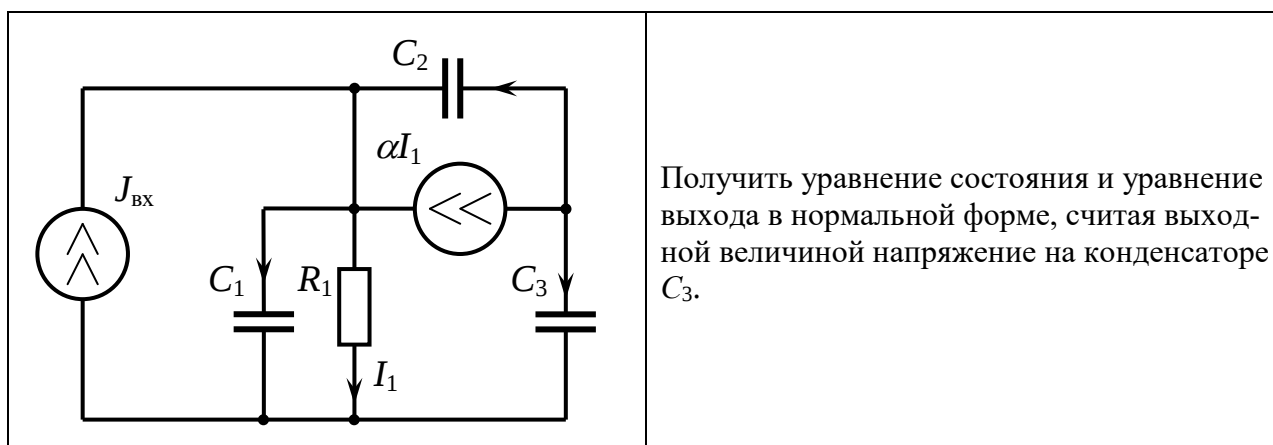
### Вариант №1



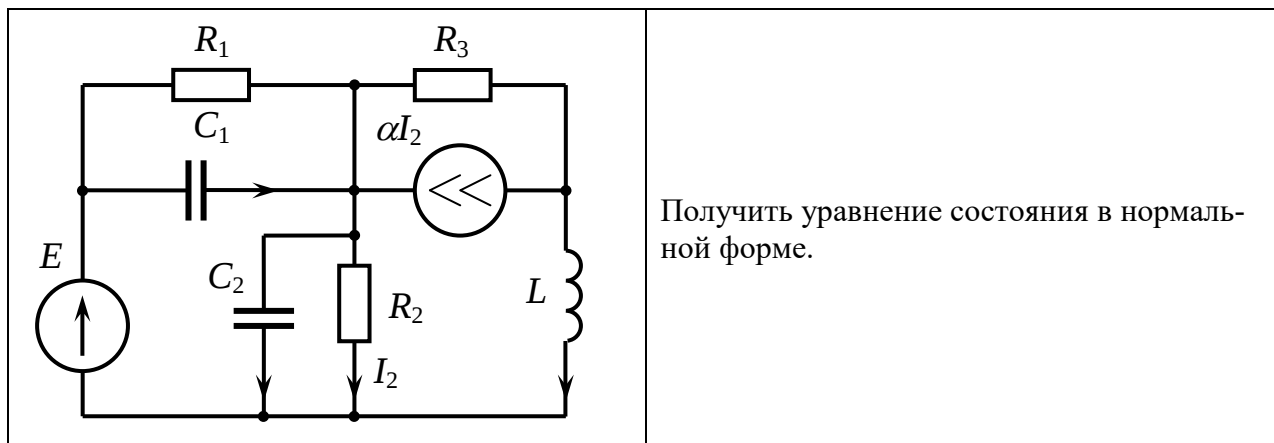
### Задача №2



### Задача №3



### Задача №4



### Контрольная работа №4 «Формирование узловых уравнений на основе принципа поэлементного вклада»

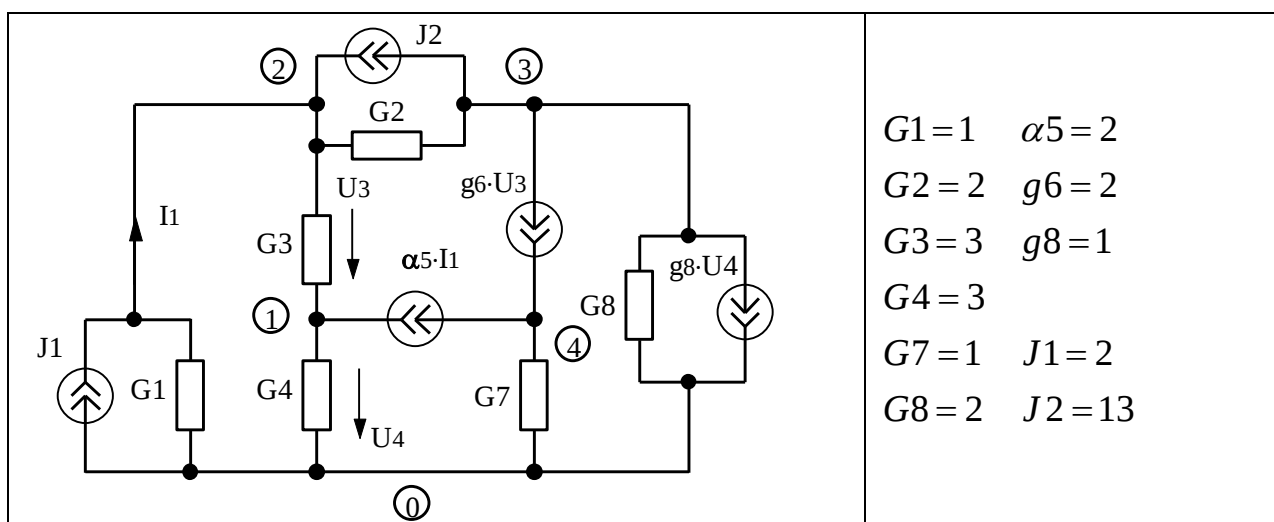
Для приведенной схемы рассчитать потенциалы узлов при заданных значениях параметров ее элементов.

Порядок решения.

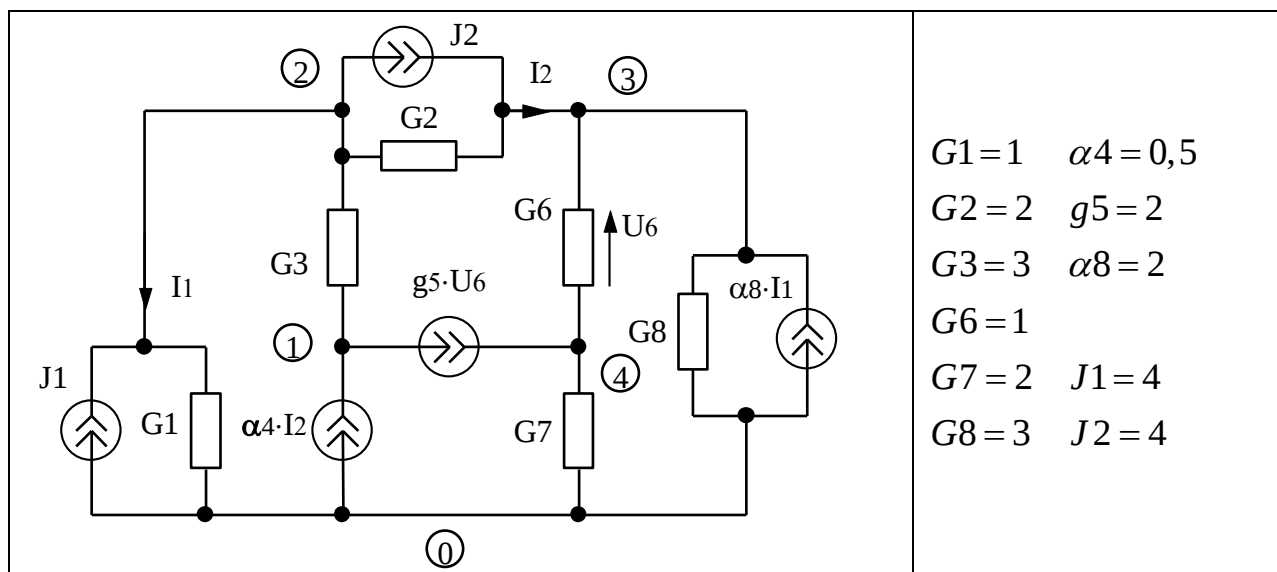
1. Составить топологический список (Т–список) заданной цепи.
2. Рассчитать вклады каждой ветви в матричные коэффициенты узлового уравнения.
3. Просуммировать вклады ветвей, сформировав тем самым узловое уравнение.
4. Подставить численные значения параметров элементов и решить узловое уравнение.

Необходимые теоретические сведения рассмотрены в разделах 3.1, 3.7, 4.1 — 4.3 пособия.

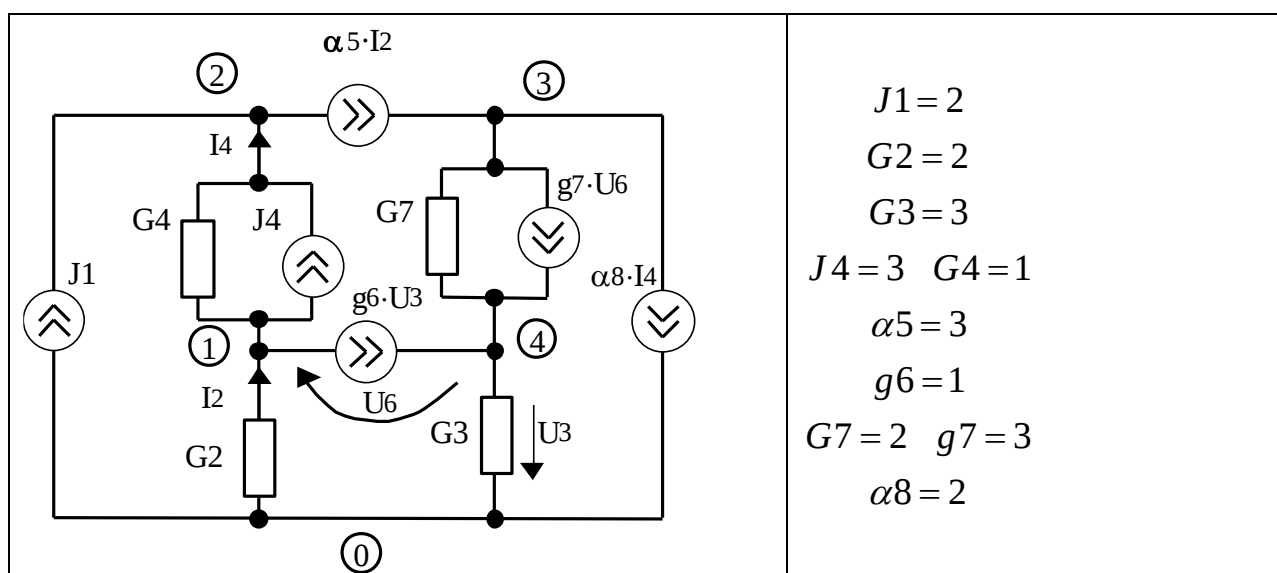
### Вариант №1



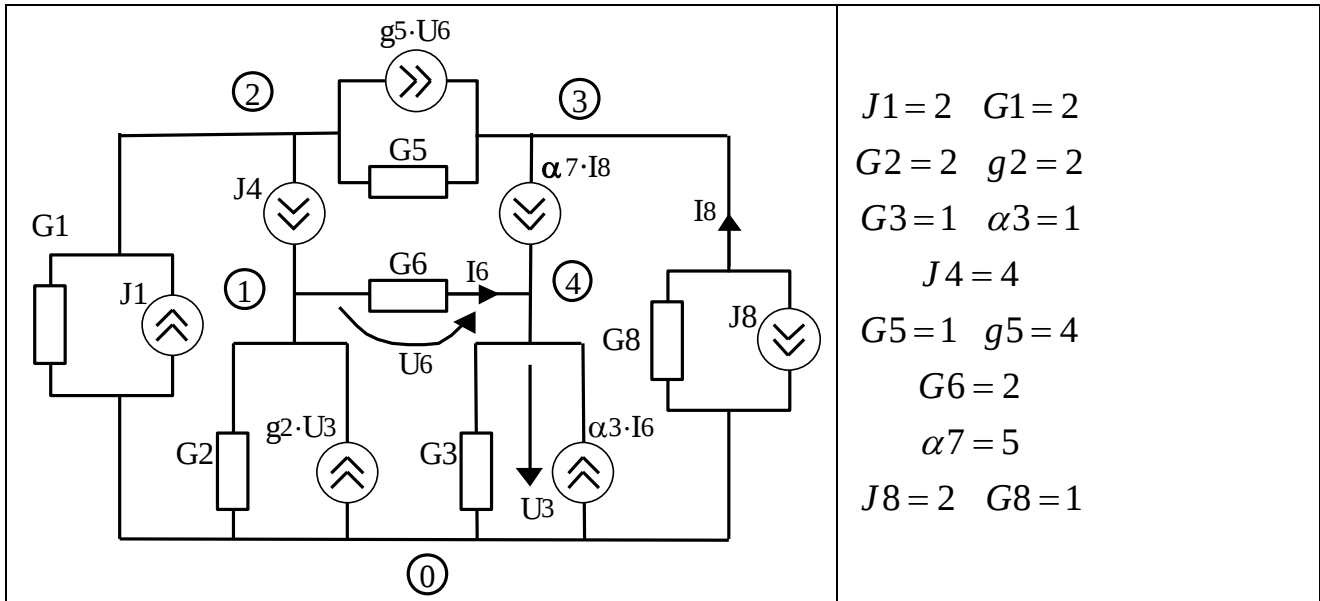
### Вариант №2



### Вариант №3



#### Вариант №4



#### Контрольная работа №5 «Представление дробно-рациональной передаточной функции в виде суммы простых дробей»

Представить заданную рациональной дробью передаточную функцию в виде суммы простых дробей.

Необходимые теоретические сведения рассмотрены в разделе 6.1 пособия.

##### Задача №1

$$W(p) = \frac{6p^2 + 14p + 5}{p^3 + 2p^2 + p}$$

##### Задача №2

$$W(p) = \frac{8p^3 + 19p^2 + 8p - 1}{(p^2 + 1)(p^2 + 2p + 1)}$$

##### Задача №3

$$W(p) = \frac{p^3 + 4p^2 + 27p + 130}{p^3 + 4p^2 + 13p}$$

##### Задача №4

$$W(p) = \frac{9p - 1}{3p^2 + 4p + 1}$$

### Контрольная работа №6 «Расчет характеристик цепи по уравнениям состояния и выхода»

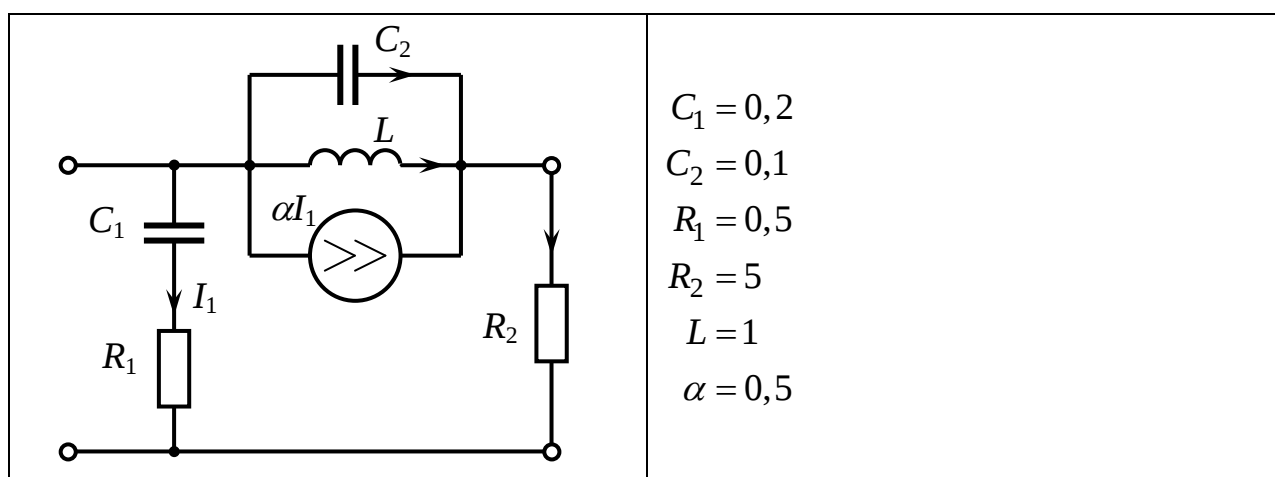
Рассчитать указанные функции цепи с использованием математической модели, полученной методом переменных состояния.

Порядок решения.

1. Составить уравнения состояния и выхода для расчета заданной передаточной функции. Порядок действий может быть, как в контрольной работе №4.
2. В матричные коэффициенты математической модели подставить численные значения параметров элементов схемы и рассчитать передаточную функцию цепи. Если метод расчета не указан, можно использовать любой.
3. По найденной передаточной функции рассчитать требуемые временные и частотные характеристики.

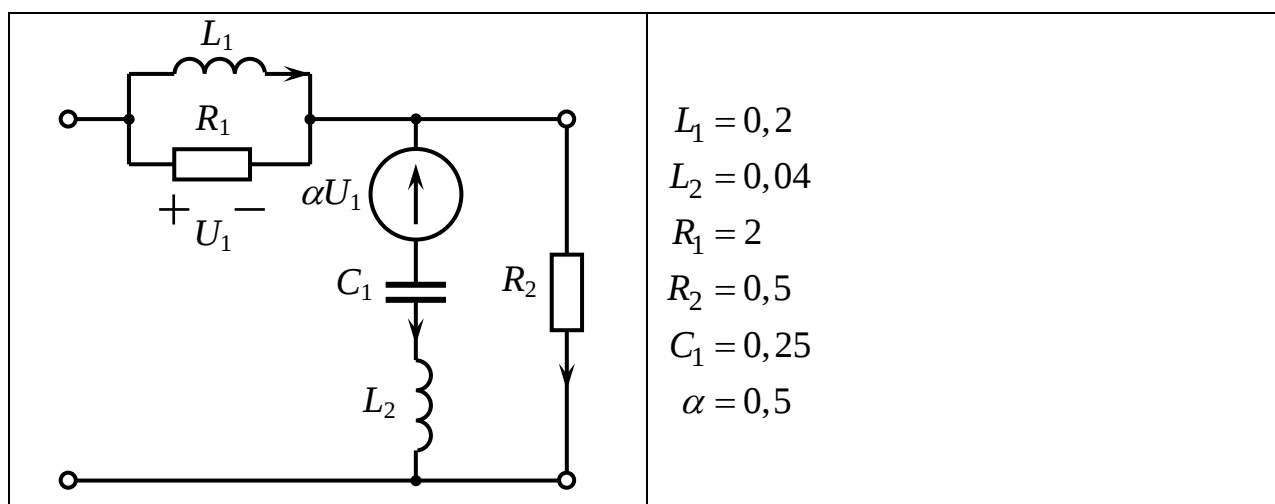
Необходимые теоретические сведения рассмотрены в разделах 6.1, 6.2, 7.1, 7.2 пособия.

#### Вариант №1



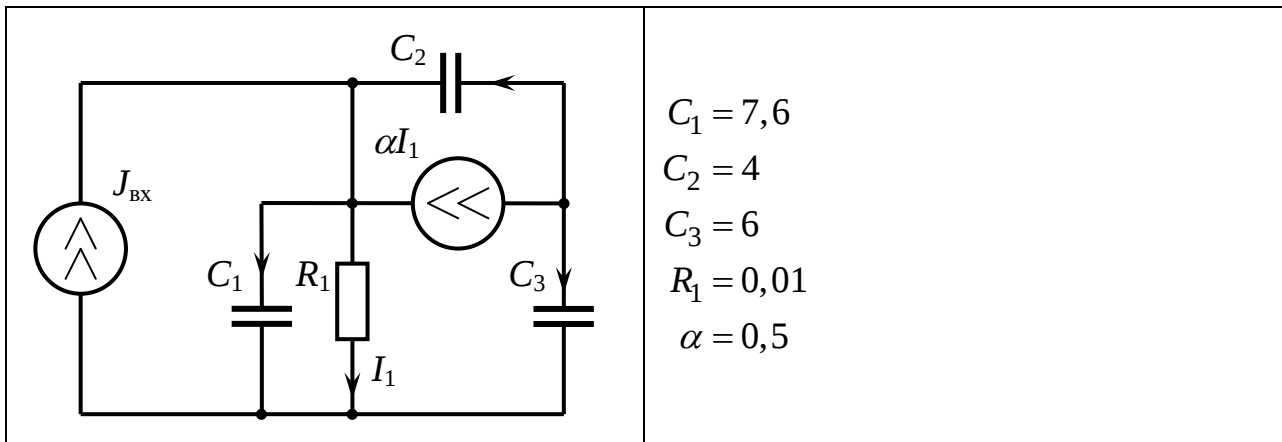
Рассчитать коэффициент передачи по напряжению  $K_U(p)$  методом Леверрье-Фаддева, считая нагрузкой сопротивление  $R_2$ . Определить импульсную и амплитудно-частотную характеристики.

#### Вариант №2.



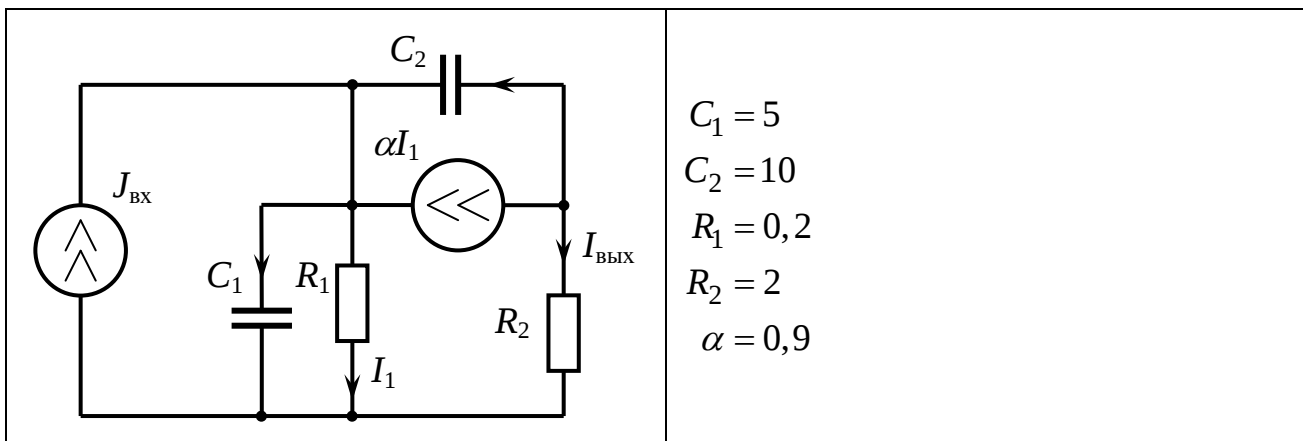
Рассчитать коэффициент передачи по напряжению  $K_U(p)$  методом обратной связи, считая нагрузкой сопротивление  $R_2$ . Определить импульсную и амплитудно-частотную характеристики.

### Вариант №3



Рассчитать передаточную функцию, считая выходной величиной напряжение на конденсаторе  $C_3$ . Определить импульсную и переходную характеристики.

### Вариант №4.



Рассчитать передаточную функцию методом обратной связи, т.е. в виде

$$W(p) = H \frac{\det(1p - \hat{A})}{\det(1p - A)}.$$

### Контрольная работа №7 «Расчет характеристик цепи по уравнениям алгебраической математической модели»

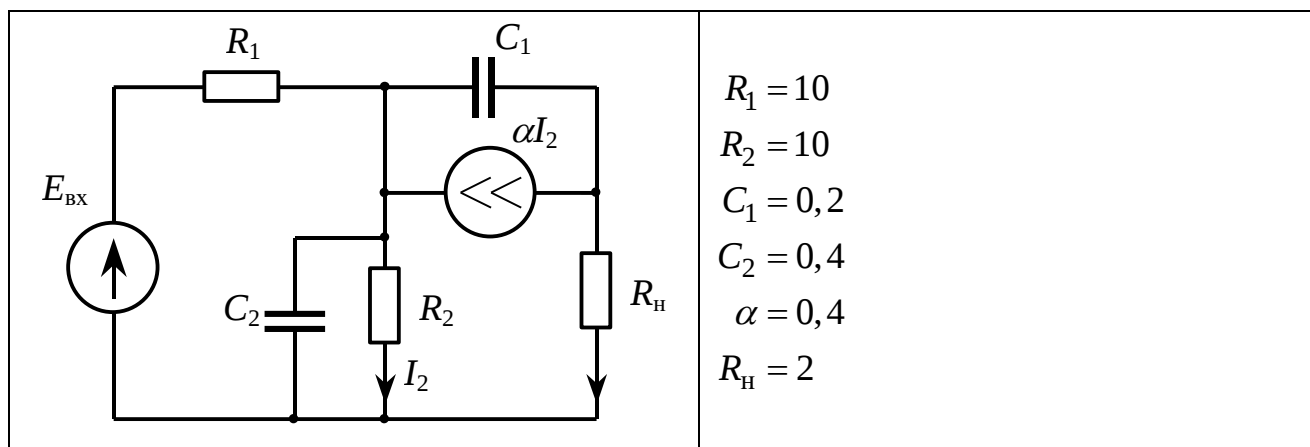
Рассчитать заданную схемную функцию по матрице цепи.

Порядок решения.

1. Представить исследуемую цепь в виде четырехполюсника, выделив источник сигнала и нагрузку.
2. Составить матрицу цепи ( $Y$  или  $Z$ ) для четырехполюсника, используя подходящий метод.
3. Рассчитать передаточную функцию по матрице цепи, предварительно подставив численные значения параметров.

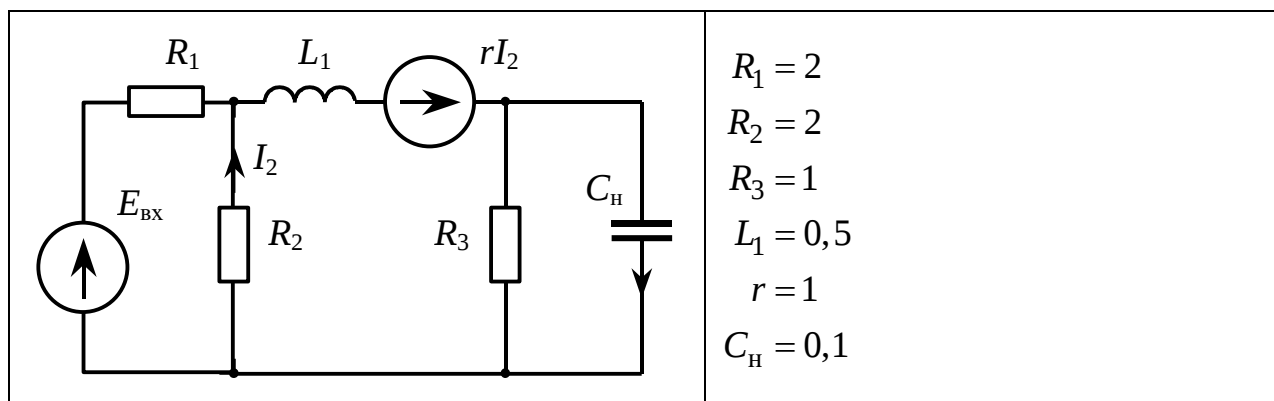
4. Рассчитать требуемую временную характеристику по передаточной функции.  
Необходимые теоретические сведения рассмотрены в разделах 6.1, 6.2, 8.1 пособия.

### Вариант №1



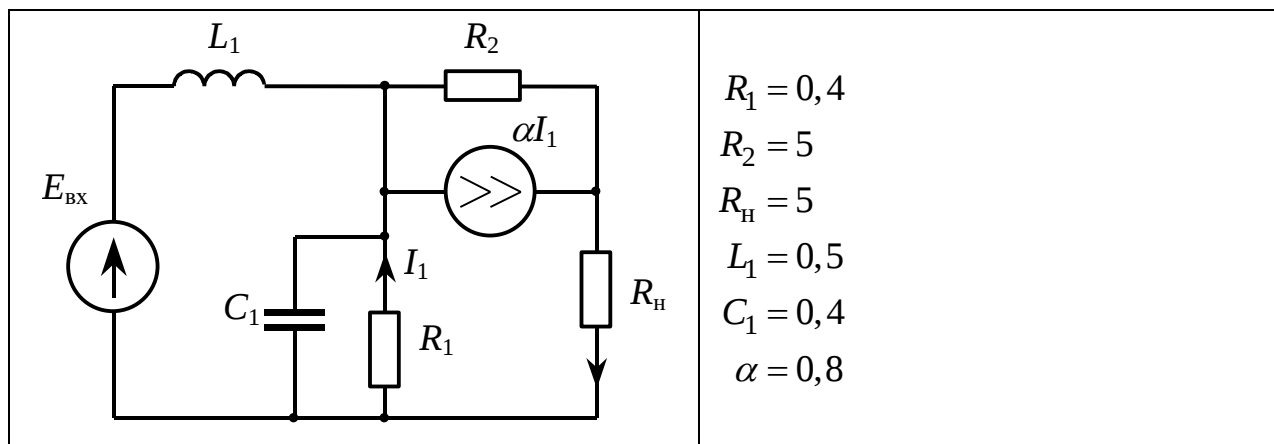
Рассчитать переходную характеристику, считая выходной величиной ток резистора  $R_H$ .

### Вариант №2



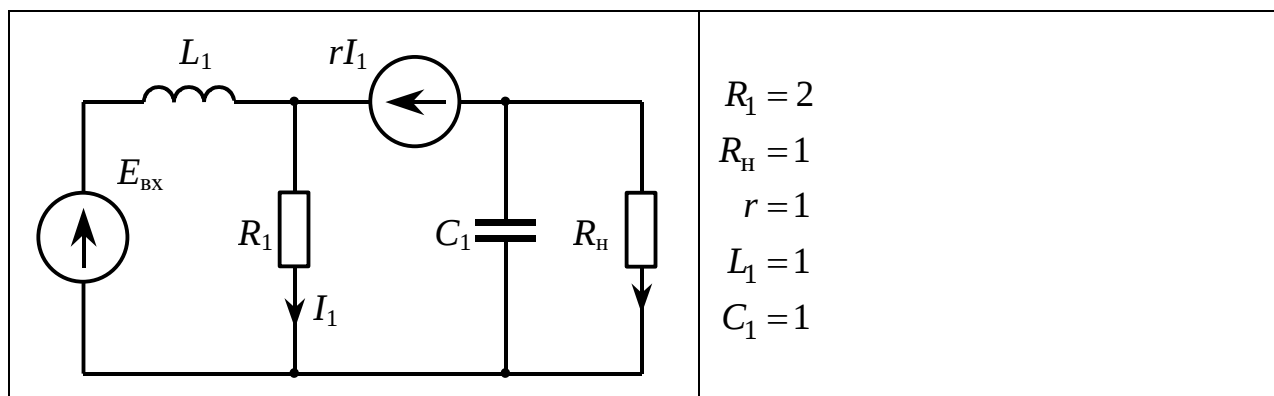
Рассчитать импульсную характеристику, считая выходной величиной напряжение на конденсаторе  $C_H$ .

### Вариант №3



Рассчитать импульсную характеристику, считая выходной величиной напряжение на резисторе  $R_H$ .

## Вариант №4



Рассчитать импульсную характеристику, считая выходной величиной ток резистора  $R_n$ .

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Курс 4

| № п/п | Вопросы к экзамену                                                                                                                                |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Граф электронной цепи и его элементы.                                                                                                             |
| 2     | Матрицы инцидентий и главных сечений. Первый закон Кирхгофа в матричной форме.                                                                    |
| 3     | Матрица главных контуров. Второй закон Кирхгофа в матричной форме.                                                                                |
| 4     | Метод узловых потенциалов составления математической модели электронной цепи.                                                                     |
| 5     | Метод контурных токов составления математической модели электронной цепи.                                                                         |
| 6     | Метод переменных состояния составления математической модели электронной цепи.                                                                    |
| 7     | Формирование уравнений состояния и выхода на ЭВМ при отсутствии в цепи особых контуров и сечений, зависимых источников.                           |
| 8     | Формирование узлового уравнения на основе принципа поэлементного вклада.                                                                          |
| 9     | Понятие передаточной функции. Передаточные функции электронной цепи как линейного четырехполюсника.                                               |
| 10    | Представление передаточной функции рациональной дробью. Нули и полюсы передаточной функции. Графические формы представления передаточной функции. |
| 11    | Представление передаточной функции в виде суммы простых дробей и лестничной дробью.                                                               |
| 12    | Частотные характеристики и параметры электронных цепей.                                                                                           |
| 13    | Графоаналитический способ построения АЧХ и ФЧХ цепи по картине нулей и полюсов передаточной функции.                                              |
| 14    | Временные характеристики и параметры электронных цепей.                                                                                           |
| 15    | Метод Леверрье – Фаддеева расчета передаточной функции электронной цепи.                                                                          |
| 16    | Расчет нулей и полюсов передаточной функции как собственных значений матриц $A$ и $A^*$ .                                                         |
| 17    | Расчет частотных характеристик цепи с использованием передаточной функции.                                                                        |
| 18    | Расчет частотных характеристик цепи непосредственно по уравнениям математической модели, составленной по методу переменных состояния.             |
| 19    | Расчет временных характеристик электронной цепи по передаточной функции.                                                                          |
| 20    | Расчет периодических решений отклика электронной цепи по уравнениям математической модели, составленной методом переменных состояния.             |
| 21    | Расчет отклика цепи на произвольное воздействие по передаточной функции и по известным частотным характеристикам.                                 |
| 22    | Проблемы точности и устойчивости численного интегрирования уравнений состояния на ЭВМ. Выбор шага интегрирования.                                 |
| 23    | Неявные формулы численного интегрирования уравнений состояния на ЭВМ. Приближения Па-                                                             |

| № п/п | Вопросы к экзамену                                                                                                |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | де.                                                                                                               |
| 24    | Численный метод расчета переходной характеристики электронной цепи на ЭВМ.                                        |
| 25    | Аналитический метод расчета передаточной функции электронной цепи по матрице цепи Т.                              |
| 26    | Расчет передаточных функций четырехполюсника по матрице Z.                                                        |
| 27    | Численный метод расчета передаточной функции электронной цепи по уравнениям алгебраической математической модели. |

### 7.3.2 Критерии и нормы оценки

| Курс | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки |                                                                        |
|------|-------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 4    | Экзамен                                   | «отлично»               | Студент набрал 85- 100 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре. |
|      |                                           | «хорошо»                | Студент набрал 70- 84 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.  |
|      |                                           | «удовлетворительно»     | Студент набрал 55- 69 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.  |
|      |                                           | «неудовлетворительно»   | Студент набрал 0-54 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре     |

## 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»                                         |

### 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     | В.Я. Фролов, В.В. Смородинов.                         | Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab — Simulink | учебное пособие                                                             | 2020        | ЭБС «Лань»                                         |
| 2     | Квасов, Б.И.                                          | Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab                                                             | учебное пособие                                                             | 2016        | ЭБС «Лань»                                         |
| 3     | Белецкий, А.Ф.                                        | Теория линейных электрических цепей                                                                                                    | учебник                                                                     | 2018        | ЭБС «Лань»                                         |
| 4     | Готов, А.Ф.                                           | Начала математического моделирования в электронике                                                                                     | учебное пособие                                                             | 2017        | ЭБС ZNANI-UM.COM                                   |
| 5     | Г.Н. Арсеньев, И.И. Градов ; под ред. Г.Н. Арсеньева. | Основы теории цепей. Практикум                                                                                                         | учеб. пособие                                                               | 2018        | ЭБС ZNANI-UM.COM                                   |

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Нет.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование ПО                                                                       | Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)                                                                     |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Windows:<br>WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc                                          | договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно;<br>контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно |
| 2     | Office Standard: <sup>1</sup><br>Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition | договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно                                                              |
| 3     | Pascal ABC                                                                            | Freeware, без ограничений                                                                                           |
| 4     | Scilab (Версия 5.1 и выше)                                                            | Freeware, без ограничений                                                                                           |
| 5     | 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     | Э- 405<br>Аудитория веб-конференций.<br>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.<br>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.<br>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ).<br>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций.<br>Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации | Стол преподавательский, экран телевизионный, роутер, стойка для телевизора, веб. камера, транспарант-перетяжка, ширма, наушники, компьютер с выходом в Интернет.          |
| 2     | Э-407<br>Аудитория веб-конференций.<br>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.<br>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.<br>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ).                                                                                                                                                                        | Стол преподавательский, экран телевизионный, роутер, стойка для телевизора, веб. камера, транспарант-перетяжка, ширма, наушники, компьютер с выходом в Интернет, хромакей |

| №<br>п/п | <b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)</b> | <b>Перечень основного оборудования</b> |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
|          | Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации                                                    |                                        |
| 3        | Г-401 Помещение для самостоятельной работы обучающихся                                                                                                                                                             | Столы, стулья, компьютеры              |